



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43289 (13) A

(51) 7 H01F13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СТАНЦІЯ РОЗМАГНІЧУВАННЯ DS 45

(21) 2001075104

(22) 18.07.2001

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Сокирко Володимир Арсентійович, Дівак Павло Павлович, Ланкін Юрій Миколайович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ДС", UA

(57) 1. Станція розмагнічування морських об'єктів, яка містить канал струму розмагнічування, що включає автоматичний вимикач, тиристорний регулятор величини напруги на первинній обмотці трансформатора, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму, блок реверсування, а також систему регулювання величиною і напрямком струму, яка містить блок живлення, блок керування тиристорами і оптронною розв'язкою, блок керування контакторами і оптронною розв'язкою, систему керування блоком керування тиристорами і оптронною розв'язкою, блоком керування контакторами та оптронною розв'язкою й автоматичним вимикачем, яка **відрізняється** тим, що станція розмагнічування додатково містить канал струму компенсації горизонтальної складової магнітного поля Землі Н та канал струму компенсації вертикальної складової магнітного поля Землі Z, а система керування виконана у вигляді комп'ютерної системи керування, причому джерелом живлення станції служить дизель-генератор, при цьому перший вихід дизель-генератора підключений до першого входу каналу струму розмагнічування, другий вихід дизель-генератора підключений до комп'ютерної системи керування, третій вихід дизель-генератора підключений до каналу струму компенсації поля Н, четвертий вихід дизель-генератора підключений до входу каналу струму компенсації поля Z, а вхід дизель-генератора підключений до першого виходу комп'ютерної системи керування, другий, третій і четвертий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму розмагнічування, другий вихід якого підключений до об'єкта розмагнічування, а перший вихід підключений до другого входу комп'ютерної системи керування, п'ятий, шостий і десятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Н, другий вихід якого підключений до обмотки компенсації Н, а перший вихід підключений до четвертого входу комп'ютерної си-

стеми керування, сьомий, восьмий і дев'ятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Z, другий вихід якого підключений до обмотки компенсації Z, а перший вихід підключений до третього входу комп'ютерної системи керування, при цьому перший вхід каналу струму розмагнічування підключений до входу автоматичного вимикача і входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами і другого входу блока керування контакторами і оптронною розв'язкою, другий вхід автоматичного вимикача підключений до третього входу каналу струму розмагнічування, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами та оптронною розв'язкою, до другого входу якого підключений другий вихід каналу струму розмагнічування, а вихід тиристорного регулятора підключений до трифазного силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму розмагнічування, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до виходу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якої підключений до четвертого входу каналу струму розмагнічування, вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму розмагнічування, при цьому канал струму компенсації поля Н містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Н підключений до першого входу автоматичного вимикача каналу струму компенсації поля Н і до входу блока живлення цього каналу, вихід блока живлення підключений до першого входу блока керування тиристорами та другого входу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації, а вихід блока керування контакторами та оптронною розв'язкою підключений до другого входу блока контакторів, вихід автоматичного вимикача підключений до пер-

(19) UA (11) 43289 (13) A

шого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами, другий вхід якого підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Н, вихід тиристорного регулятора підключений до силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Н, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, до другого входу якого підключений вихід блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму компенсації поля Н, при цьому канал струму компенсації поля Z містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Z підключений до першого входу автоматичного вимикача і до входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами та оптронною розв'язкою, та до другого входу блока керування контакторами і

оптронною розв'язкою, до першого входу якого підключений четвертий вхід каналу струму компенсації поля Z, до другого входу автоматичного вимикача підключений третій вхід каналу компенсації поля Z, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений блок керування тиристорами і оптронною розв'язкою, другий вхід якого підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Z, вихід тиристорного регулятора підключений до силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Z, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до другого виходу блока керування контакторами і оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації поля Z, а вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму компенсації поля Z.

2. Станція за п. 1, **відрізняється** тим, що канал струму розмагнічування може складатися з декількох паралельно увімкнених однотипних силових модулів.

Винахід відноситься до пристроїв для розмагнічування, переважно, великогабаритних конструкцій, наприклад, морських суден.

Вимоги магнітної сумісності та магнітної захищеності морських об'єктів передбачають виконання ряду організаційних і технічних заходів, направлених на зниження зовнішнього магнітного поля. Всі об'єкти, до яких пред'являються вимоги по магнітному захисту, піддаються електромагнітній обробці (ЕМО). Призначенням ЕМО є руйнування всіх місцевих і загальних залишкових намагніченостей і направлене формування заданого магнітного стану за допомогою контурів зі струмом, які укладаються тимчасово на об'єкт чи стаціонарно покладених на спеціальних стендах. ЕМО дозволяє знизити результуюче магнітне поле до необхідних норм чи зовсім сформувати необхідне магнітне поле об'єкта.

Операція розмагнічування включається в технологічний процес здачі морської об'єкта і реалізується одним із існуючих засобів. У більшості випадків ЕМО полягає в перемагнічуванні об'єкта по безгістерезисній чи проміжній кривій намагнічування з формуванням заздалегідь заданого магнітного стану і виконується береговими станціями або судами розмагнічування. Найбільш ефективним є динамічне розмагнічування, яке виконується за допомогою зовнішнього змінного періодичного поля з амплітудою, яка зменшується від значення, яке відповідає намагніченості технічного насичення, до нуля. При цьому матеріал перемагнічується по безгістерезисній кривій намагнічування, тобто з повним руйнуванням магнітної передісторії. Магнітодинамічні процеси, які зв'язані з завершенням усіх необоротних процесів зсуву і обертання міжмолекулярних границь, забезпечуються за рахунок

енергії робочого електромагнітного поля, при якому у ферромагнетику досягається поле

$$H_{\Phi} = kH_c, \quad (1)$$

де

$H_{\Phi}$  - напруженість внутрішнього (дійсного) поля в матеріалі, А/м;

$k$  - коефіцієнт, що при  $k=(1,4 \div 1,7)H/H_c$  відповідає максимальній магнітній проникності конструкційних сталей;

$H_c$  - коерцитивна сила матеріалу, А/м.

Енергія електромагнітного поля генерується за допомогою робочої обмотки. Для цього на об'єкт укладають у вигляді секцій соленоїда обмотку, яка створює знакозмінне загасаюче магнітне поле. Додатково укладають компенсаційні обмотки, призначені для створення в об'ємі об'єкта постійного магнітного поля, зустрічного геомагнітному полю. При підготовці і проведенні ЕМО об'єкта велика частина часу (декілька діб) витрачається на кабельний монтаж робочої обмотки (кілометри кабелю), а дуже важкі (фізично) і трудомісткі монтажні роботи виконуються вручну.

Нова технологія і спеціалізоване устаткування дозволяють генерувати енергію електромагнітного поля без застосування традиційної робочої обмотки і ґрунтуються на способі електрофізичної обробки (ЕФО). Сутність ЕФО полягає в пропущенні по товщі ферромагнетику електричного струму, який змінюється згідно з заданим законом. Ефективність розмагнічування об'єкта у поле соленоїда і при ЕФО можна оцінити за співвідношеннями магнітних енергій, які забезпечують при ЕМО робоче поле (1), що визначається формулою

$$W_{\text{сол}} / W_{\text{ЭФО}} = 0,25 (1 + \mu_{\text{max}} N)^2, \quad (2)$$

де

$W_{\text{сол}}$  - енергія електромагнітного поля у соленоїді;

$W_{\text{эфо}}$  - енергія електромагнітного поля струму при ЕФО;

$\mu_{\text{max}}$  - максимальна магнітна проникність матеріалу;

$N$  - коефіцієнт розмагнічування об'єкта в напрямку дії поля соленоїда.

Коефіцієнт  $N$  у формулі (2) враховує розміри об'єкта ( $0 < N \leq 1$ ), що обумовлює при ЕМО в соленоїді замикання магнітного потоку через повітряний простір з великим магнітним опором. Напроти, при ЕФО об'єкта протікання електричного струму супроводжується замиканням магнітного потоку у феромагнетик. Тому для напрямку дії діючого (циркулярного) поля коефіцієнт розмагнічування дорівнює нулю, тим самим і пояснюється висока ефективність способу ЕФО.

Початкова амплітуда робочого струму при ЕФО об'єкта визначається формулою

$$I_m = K N_c, \quad (3)$$

де

$K$  - коефіцієнт, який залежить від магнітних характеристик сталей і змінюється в інтервалі від 3 до 5;

$N_c$  - коерцитивна сила матеріалу об'єкта, А/м.

Рівень впливу магнітного поля від струму, який протікає, на різні об'єми феромагнетика змінюється в залежності від положення місць підведення струму. Нерівномірність розподілу щільності робочого струму при ЕФО зростає в міру збільшення розмірів конструкції і має максимум поблизу осі протікання струму. Зазначений принцип ЕФО дозволяє виконувати локальне розмагнічування великогабаритних конструкцій, коли досить знизити рівень зовнішніх полів тільки у визначеній зоні.

Технологія ЕФО дозволяє швидко і високоякісно виконувати загальне чи локальне розмагнічування об'єктів без застосування традиційних робочих обмоток та соленоїдів. При цьому значно зменшується частка ручної праці на монтажних роботах і скорочуються терміни здачі морського об'єкта.

Відомий пристрій для розмагнічування товстостінних конструкцій довільної конфігурації, який містить джерело низькочастотних загасаючих імпульсів струму, створений на основі електромашинних підсилювачів і аналогової обчислювальної техніки, та контур, який розмагнічує [1]. За допомогою аналогової обчислювальної техніки можна реалізувати одержання імпульсів струму будь-якої форми зі зміною за будь-яким законом. Контуром, що розмагнічує, є соленоїд. Соленоїд повинен бути більше за розміри конструкцій, які розмагнічують. Великі об'єми соленоїда вимагають великих енергетичних витрат і ускладнюють технологію розмагнічування. Використовувати соленоїди великих об'ємів для розмагнічування невеликих конструкцій недоцільно через невиправдані енергетичні витрати. Виготовлення великих соленоїдів - трудомісткий процес. Для розміщення таких соленоїдів необхідні окремі приміщення. Все це обмежує функціональні можливості відомого рішення.

Відомий пристрій для розмагнічування феромагнітних конструкцій "Проток 5" [2], який містить

джерело імпульсного струму та схему управління потужністю і напрямком струму, причому джерело імпульсного струму виконане у вигляді силового трансформатора, тиристорного регулятора потужності струму і блока реверсування, а також автоматичного вимикача силового випрямляча, блока тривалості імпульсів струму, який розмагнічує, плати керування блока запуску, блока вибору початкової амплітуди, виконавчої плати, кнопкового вимикача і блока керування тиристорами, при цьому вхід автоматичного вимикача підключений до силової мережі, а вихід - до першого входу тиристорного регулятора потужності та другого входу блока керування тиристорами, другий вхід тиристорного регулятора потужності підключений до виходу блока керування тиристорами, а вихід - до первинної обмотки силового трансформатора, вторинна обмотка якого підключена до входу силового випрямляча, вихід силового випрямляча підключений до входу блока реверсування, вихід блока тривалості імпульсів підключений до першого входу плати керування, вихід блока запуску підключений до другого входу плати керування, виходи плати керування підключені до входів виконавчої плати, вихід блока вибору початкової амплітуди підключений до першого входу виконавчої плати, перший вихід виконавчої плати підключений до входу блока реверсування, другий вихід виконавчої плати з'єднаний через кнопковий вимикач з першим входом блока керування тиристорами, при цьому плата керування виконана у вигляді генератора, електронного ключа, двійкового лічильника і комутатора, причому вхід генератора підключений до першого входу плати керування, а вихід генератора - до першого входу електронного ключа, другий вхід якого підключений до другого входу плати керування, третій вхід - до першого виходу комутатора, вихід двійкового лічильника підключений до входу комутатора, а виходи комутатора - до виходів плати керування, а виконавча плата виконана у вигляді сформованого алгоритму, блока керування реверсом і схеми керування амплітудою, причому входи формувача алгоритму підключені до входів виконавчої плати, перший вихід формувача алгоритму підключений до першого входу схеми керування амплітудою, другий вхід якої з'єднаний з першим входом виконавчої плати, а другий вихід формувача алгоритму підключений до входу блока керування реверсом, вихід схеми керування амплітудою з'єднаний з другим виходом виконавчої плати, а вихід блока керування реверсом з'єднаний з першим виходом виконавчої плати.

Першим недоліком відомого пристрою є нестабільність амплітуди імпульсів струму, який розмагнічує, та залежить від величини перехідного опору між кабелем і об'єктом для розмагнічування.

Другим недоліком є обмеження за потужністю. Впровадження електронно-променевого зварювання в суднобудівну промисловість порушує питання про зварювання конструкцій, розміри яких неможливо розмагнітити відомим пристроєм через малу його потужність.

Найбільш близьким за технічною сутністю до запропонованого винаходу є пристрій для розмагнічування феромагнітних конструкцій [3] за заявою № 94076430 від 28.07.1994; H01F13/00. Відомо

мий пристрій містить джерело імпульсного струму та блок керування потужністю і напрямком струму, причому джерело імпульсного струму виконане у вигляді автоматичного вимикача, тиристорного регулятора потужності струму, силового трансформатора, силового випрямляча, силового елемента зворотного зв'язку і блока реверсування, при цьому перший вхід джерела імпульсного струму підключений до силової мережі, третій, четвертий і п'ятий входи джерела імпульсного струму підключені до другого, третього і четвертого виходів блока керування потужністю і напрямком струму, перший вихід джерела імпульсного струму підключений до феромагнітної конструкції, вхід автоматичного вимикача підключений через перший вхід джерела імпульсного струму до силової мережі, а вихід підключений до першого входу тиристорного регулятора потужності струму, до другого входу якого підключений через третій вхід джерела імпульсного струму, другий вихід блока керування потужністю і напрямком струму, вихід тиристорного регулятора потужності струму підключений до силового трансформатора, вторинна обмотка якого підключена до силового випрямляча, вихід якого підключений до силового елемента зворотного зв'язку, перший вихід якого підключений до першого входу блока реверсування, а другий вхід підключений через другий вихід джерела імпульсного струму до входу блока керування потужністю і напрямком струму, третій і четвертий виходи якого підключені через четвертий і п'ятий входи джерела імпульсного струму до третього і другого виходів блока реверсування, вихід якого через перший вихід джерела імпульсного струму підключений до феромагнітної конструкції, другий вхід автоматичного вимикача додатково підключений через другий вихід джерела імпульсного струму до першого виходу блока керування потужністю і напрямком струму, який містить блок формування режимів, блок ключів, блок контролю контакторів, блок зворотного зв'язку і блок програмування, при цьому другий і п'ятий виходи блока формування режимів підключені до другого і першого виходів блока ключів, другий вхід блока формування режимів підключений до другого виходу блока контролю контакторів, перший вихід блока формування режимів підключений до третього входу блока зворотного зв'язку, перший і третій входи блока формування режимів підключені до третього і другого виходів блока зворотного зв'язку, третій, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і одинадцятий виходи блока формування режимів підключені до першого, сьомого, п'ятого, шостого, четвертого, третього і другого виходів блока програмування, четвертий вхід блока формування режимів підключений до четвертого виходу блока програмування, при цьому блок формування режимів виконаний у вигляді генератора, формувача стробів і імпульсів, блока керування тиристорами, лічильника-дільника, блока формування тривалості циклу, блока переключення контакторів, блока завдання режимів і блока запуску, при цьому другий вхід генератора підключений до четвертого входу блока формування режимів, перший вихід генератора підключений до входу формувача стробів і імпульсів, другий вихід генератора підключений до третього входу блока керування тиристорами, третій вихід формувача

стробів і імпульсів підключений до одинадцятого виходу блока формування режимів, перший вихід формувача стробів і імпульсів підключений до четвертого входу блока керування тиристорами, перший вихід блока керування тиристорами підключений через вихід блока формування режимів до третього входу блока зворотного зв'язку, другий вихід блока керування тиристорами підключений через другий вихід блока формування режимів до другого входу блока ключів, третій вихід блока керування тиристорами підключений до восьмого виходу блока формування режимів, перший вхід блока керування тиристорами через перший вхід блока формування режимів підключений до третього виходу блока зворотного зв'язку, другий вихід формувача стробів і імпульсів підключений до першого входу лічильника, третій вхід лічильника підключений до четвертого входу блока формування тривалості циклів, другий вхід лічильника підключений до першого виходу блока тривалості циклів, третій вихід блока формування тривалості циклів підключений до шостого виходу блока формування режимів, другий вихід блока формування тривалості циклів підключений до четвертого виходу блока формування режимів, п'ятий вихід блока формування тривалості циклів підключений до сьомого виходу блока формування режимів, перший вхід блока формування тривалості циклів підключений через другий вхід блока формування режимів до другого виходу блока контролю контакторів, другий вхід блока формування тривалості циклів підключений через третій вхід блока формування режимів до другого виходу блока зворотного зв'язку, четвертий вихід блока формування тривалості циклів підключений до входу блока переключення контакторів, третій вхід блока формування тривалості циклів підключений до першого виходу блока завдання режимів, четвертий вхід блока формування тривалості циклів підключений до другого виходу блока запуску, другий вхід блока керування тиристорами підключений до п'ятого виходу блока запуску, четвертий вхід лічильника підключений до третього виходу блока запуску, вихід блока переключення контакторів через п'ятий вихід блока формування режимів підключений до першого входу блока ключів, другий вихід блока завдання режимів підключений до дев'ятого виходу блока формування режимів, третій вихід блока завдання режимів підключений до дванадцятого виходу блока формування режимів, перший вихід блока запуску підключений до десятого виходу блока формування режимів, п'ятий вихід блока запуску підключений до третього виходу блока формування режимів, а блок програмування виконаний у вигляді дільника, блока формування тимчасових інтервалів, 1,5 МГц генератора, лічильника імпульсів, блока модифікації адреси, блока запам'ятовуючого пристрою фронту імпульса, блока запам'ятовуючого пристрою значення струму, при цьому вихід дільника підключений до п'ятою входу блока формування тимчасових інтервалів, перший вхід дільника через третій вхід блока програмування і десятий вихід блока формування режимів підключений до першого виходу блока запуску, другий вхід дільника через другий вхід блока програмування й одинадцятий вихід блока формування режимів приєднаний до третього виходу фор-

мувача стробів і імпульсів, вихід блока формування тимчасових інтервалів підключений до другого входу 1,5 МГц генератора, третій вхід дільника підключений до виходу 1,5 МГц генератора, перший вхід якого підключений через третій вхід блока програмування і десятний вихід блока формування режимів до першого виходу блока запуску, другий вхід блока формування тимчасових інтервалів через другий вхід блока програмування та одинадцятий вихід блока формування режимів підключений до третього виходу формувача стробів і імпульсів, третій вхід блока формування тимчасових інтервалів через п'ятий вхід блока програмування і сьомий вихід блока формування режимів підключений до п'ятого виходу блока формування тривалості циклів, четвертий вхід блока формування тимчасових інтервалів через шостий вхід блока програмування і восьмий вихід блока формування режимів підключений до третього виходу блока керування тиристорами, перший вхід лічильника імпульсів через перший вхід блока програмування і третій вихід блока формування режимів підключений до четвертого виходу блока запуску, другий вхід лічильника імпульсів через сьомий вхід блока програмування і шостий вихід блока формування режимів підключений до третього виходу блока формування тривалості циклів, другий вихід лічильника імпульсів підключений до першого входу блока модифікації адреси, перший вихід лічильника імпульсів підключений до першого входу блока програмування, перший вхід блока формування тимчасових інтервалів підключений до третього виходу блока запам'ятовуючого пристрою фронту імпульсу, перший вихід блока модифікації адреси підключений до входу блока запам'ятовуючого пристрою значення струму, другий вихід блока модифікації адреси підключений до входу блока запам'ятовуючого пристрою фронту імпульсу, другий вхід блока модифікації адреси через четвертий вхід блока програмування і дев'ятий вихід блока формування режимів підключений до другого виходу блока завдання режимів, третій вихід блока модифікації адреси через сьомий вхід блока програмування і шостий вихід блока формування режимів підключений до третього виходу блока формування тривалості циклів, другий вихід блока запам'ятовуючого пристрою фронту імпульсу через четвертий вихід блока програмування і четвертий вхід блока формування режимів підключений до третього входу лічильника та до другого входу генератора, вихід блока запам'ятовуючого пристрою значення струму через другий вихід блока програмування підключений до другого входу зворотного зв'язку.

Першим недоліком відомого пристрою, обраного за прототип, є дуже складна система управління джерелом імпульсного струму. Складність системи управління зумовлює недостатню надійність в експлуатації пристрою.

Другим недоліком відомого пристрою є велике навантаження на дві фази силової мережі. Нерівномірне навантаження на фази призводить до перекосу фаз у силовій мережі.

Третім недоліком відомого пристрою є відсутність реєстратора процесу фізичної обробки об'єкта.

Четвертим недоліком відомого пристрою є необхідність використання додаткових контурів для компенсації магнітного поля Землі, присутність якого не дозволяє розмагнітити сталеву конструкцію.

Метою винаходу є розширення функціональних можливостей станції й усунення недоліків існуючих пристроїв.

Поставлена мета досягається завдяки тому, що в станції для розмагнічування морських об'єктів DS45, яка містить канал струму розмагнічування, який містить автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий елемент зворотного зв'язку по струму, блок реверсування, а також систему регулювання величиною і напрямком струму, яка містить блок живлення, блок керування тиристорами і оптронною розв'язкою, блок керування контакторами та оптронною розв'язкою, систему керування блоком управління тиристорами та оптронною розв'язкою, блоком керування контакторами, оптронної розв'язки й автоматичним вимикачем, канал струму компенсації горизонтальної складової магнітного поля Землі Н і канал компенсації вертикальної складової магнітного поля Землі Z, а система керування виконана у вигляді комп'ютерної системи керування, причому джерелом живлення станції служить дизель-генератор, при цьому перший вихід дизель-генератора підключений до першого входу каналу струму розмагнічування, другий вихід дизель-генератора підключений до комп'ютерної системи керування, третій вихід дизель-генератора підключений до каналу компенсації поля Н, четвертий вихід дизель-генератора підключений до входу каналу компенсації струму Z, а вхід дизель-генератора підключений до першого входу комп'ютерної системи керування, другий, третій і четвертий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму розмагнічування, другий вихід якого підключений до об'єкта розмагнічування, а перший вихід підключений до другого входу комп'ютерної системи керування, п'ятий, шостий і десятний виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Н, другий вихід якої підключений до обмотки Н, а перший вихід підключений до четвертого входу комп'ютерної системи керування, сьомий, восьмий і дев'ятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Z, другий вихід якого підключений до обмотки Z, а перший вихід підключений до третього входу комп'ютерної системи керування, при цьому перший вхід каналу струму розмагнічування підключений до входу автоматичного вимикача і входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами та другого входу блока управління контакторами і оптронною розв'язкою, другий вхід автоматичного вимикача підключений до третього входу каналу струму розмагнічування, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами та оптронною розв'язкою, до другого входу якого підключений другий вихід каналу струму розмагнічування, а вихід тиристорного регулятора підключений до трифазного силового трансформатора, ви-

хід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму розмагнічування, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до виходу блока керування контакторами і оптронною розв'язкою, перший вхід якої підключений до четвертого входу каналу струму розмагнічування, вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму розмагнічування, при цьому канал струму компенсації поля Н містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Н підключений до першого входу автоматичного вимикача каналу струму компенсації Н і к входу блока живлення цього каналу, вихід блока живлення підключений до першого входу блока керування тиристорами і другим входом блока керування контакторами і оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації, а вихід блока керування контакторами й оптронною розв'язкою підключений до другого входу блока контакторів, вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами, другий вхід якого підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Н, вихід тиристорного регулятора підключений до силового трансформатора, вихід якої о підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Н, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, до другого входу якого підключений вихід блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму компенсації поля Н, при цьому канал струму компенсації поля Z містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Z підключений до першого входу автоматичного вимикача та до входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами та оптронною розв'язкою і до другого входу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, до першого входу якого підключений четвертий вхід каналу струму компенсації поля Z, до другого входу автоматичного вимикача підключений третій вхід каналу струму компенсації поля Z, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений блок керування тиристорами та оптронною розв'язкою, другий вхід якої підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Z, вихід тиристорного регулятора підключений до силового

трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Z, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до другого виходу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації поля Z, а вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму компенсації поля Z.

Канал струму розмагнічування може складатися з декількох паралельно увімкнених однотипних модулів. Кількість модулів визначає потужність станції.

При цьому першою ознакою, яка відрізняє запропонований винахід від прототипу є те, що станція для розмагнічування морських об'єктів додатково містить канал струму компенсації горизонтальної складової магнітного поля Землі Н, і канал компенсації вертикальної складової магнітного поля Землі Z.

Другою ознакою, яка відрізняє запропонований винахід від прототипу є те, що система керування станції являє собою комп'ютерну систему керування.

Третьою ознакою, яка відрізняє запропонований винахід від прототипу є те, що канал струму розмагнічування виконаний у вигляді однотипних модулів. Кількість модулів визначає потужність розмагнічування станції.

Четвертою ознакою, яка відрізняє запропонований винахід від прототипу є те, що в станції для розмагнічування морських об'єктів DS45, яка містить канал струму розмагнічування, котрий містить автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий елемент зворотного зв'язку по струму, блок реверсування, систему регулювання величиною і напрямком струму, яка містить блок живлення, блок керування тиристорами та оптронною розв'язкою, блок керування контакторами та оптронною розв'язкою, комп'ютерну систему керування блоками керування тиристорами та оптронною розв'язкою, блоком керування контакторами та оптронною розв'язкою й автоматичним вимикачем, канал струму компенсації горизонтальної складової магнітного поля Землі Н та канал компенсації вертикальної складової магнітного поля Землі Z, джерелом живлення служить дизель-генератор, при цьому перший вихід дизель-генератора підключений до першого входу каналу струму розмагнічування, другий вихід дизель-генератора підключений до комп'ютерної системи керування, третій вихід дизель-генератора підключений до каналу компенсації поля Н, четвертий вихід дизель-генератора підключений до входу каналу компенсації струму Z, а вхід дизель-генератора підключений до першого виходу комп'ютерної системи керування, другий, третій і четвертий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму розмагнічування, другий вихід якого підключений до об'єкта розмагнічування, а перший вихід підключений до другого входу комп'ютерної системи керування, п'ятий, шостий і десятий виходи якої підключені до друго-

го, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Н, другий вихід якої підключений до обмотки Н, а перший вихід підключений до четвертого входу комп'ютерної системи керування, сьомий, восьмий і дев'ятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого входів каналу струму компенсації поля Z, другий вихід якого підключений до обмотки Z, а перший вихід підключений до третього входу комп'ютерної системи керування, при цьому перший вхід каналу струму розмагнічування підключений до входу автоматичного вимикача та до входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами та другого входу блока керування контакторами і оптронною розв'язкою, другий вхід автоматичного вимикача підключений до третього входу каналу струму розмагнічування, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами та оптронною розв'язкою, до другого входу якого підключений другий вихід каналу струму розмагнічування, а вихід тиристорного регулятора підключений до трифазного силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму розмагнічування, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до виходу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму розмагнічування, вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму розмагнічування, при цьому канал струму компенсації поля Н містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Н підключений до першого входу автоматичного вимикача каналу струму компенсації Н та до входу блока живлення цього каналу, вихід блока живлення підключений до першого входу блока керування тиристорами та до другого входу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації, а вихід блока керування контакторами та оптронною розв'язкою підключений до другого входу блока контакторів, вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений вихід блока керування тиристорами, другий вхід якого підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Н, вихід тиристорного регулятора підключений до силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Н, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, до другого входу якого підключений вихід блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, вихід блока контакторів підключений

до другого виходу каналу струму компенсації поля Н, при цьому канал струму компенсації поля Z містить блок живлення, блок керування тиристорами, блок керування контакторами, автоматичний вимикач, тиристорний регулятор, силовий трансформатор, силовий випрямляч, силовий елемент зворотного зв'язку по струму і блок контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Z підключений до першого входу автоматичного вимикача і входу блока живлення, вихід якого підключений до першого входу блока керування тиристорами й оптронною розв'язкою і до другого входу блока керування контакторами й оптронною розв'язкою, до першого входу якого підключений четвертий вхід каналу струму компенсації поля Z, до другого входу автоматичного вимикача підключений третій вхід каналу струму компенсації поля Z, а вихід автоматичного вимикача підключений до першого входу тиристорного регулятора, до другого входу якого підключений блок керування тиристорами та оптронною розв'язкою, другий вхід якого підключений до другого входу каналу струму компенсації поля Z, вихід тиристорного регулятора підключений до силового трансформатора, вихід якого підключений до силового випрямляча, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму компенсації поля Z, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів, другий вхід якого підключений до другого виходу блока керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу струму компенсації поля Z, а вихід блока контакторів підключений до другого виходу каналу струму компенсації поля Z.

Перерахована сукупність істотних ознак відноситься до функціональної схеми станції для розмагнічування морських об'єктів DS45, а позитивний ефект досягається завдяки цій новій сукупності істотних ознак пристрою, тому зумовлює відповідність запропонованого технічного рішення критерію "новизна". Кожна з перерахованих ознак відрізняється від ознак відомих рішень, застосовуваних для розмагнічування морських об'єктів, тому запропоноване технічне рішення відповідає критерію "істотні відмінності".

Розширення функціональних можливостей у запропонованому винаході забезпечується усуненням недоліків у відомих технічних рішеннях.

Використання комп'ютерної системи в системі керування імпульсним струмом у запропонованому винаході зумовлює підвищення надійності пристрою, спрощує регулювання струмом розмагнічування.

Система комп'ютерного управління побудована на базі процесора та оснащена дисплеєм і принтером. Програмно-математичне забезпечення системи комп'ютерного керування станції DS45 дозволяє:

- стабілізувати задану величину струму розмагнічування і токи компенсації;
- у кожному з каналів управління змінювати струм згідно із заданою програмою;
- керувати тривалістю фронту наростання і спаду імпульсу струму, паузами між імпульсами;

- оптимізувати закон зміни струму розмагнічування з урахуванням характеристик об'єкту обробки;

- забезпечити діагностику працездатності складених блоків станції, аварійно-попереджувальну сигналізацію при відхиленні контрольованих параметрів за межі припустимих значень;

- забезпечити захист від перевантажень та аварійну зупинку станції при виявленні неполадок.

Сутність станції для розмагнічування морських об'єктів пояснюється такими кресленнями:

На фіг. 1 наведена блок-схема станції.

На фіг. 2 зображена принципова схема силової частини модуля каналу струму розмагнічування.

На фіг. 3 наведені схеми керування блоків тиристорів і блоків контакторів.

На фіг. 4 і фіг. 5 показані принципові схеми другого модуля, аналогічно першому, зображеному на фіг. 2 і фіг. 3.

На фіг. 6 і фіг. 7 показані принципові схеми третього модуля.

На фіг. 8 і фіг. 9 показані принципові схеми четвертого модуля.

На фіг. 10 показана принципова схема силової частини модуля струму компенсації магнітного поля Землі Н.

На фіг. 11 показана принципова схема блока керування тиристорами з оптронною розв'язкою.

На фіг. 12 показана принципова схема блока керування контакторами з оптронною розв'язкою модуля струму компенсації поля Н.

На фіг. 13, фіг. 14, фіг. 15 показані принципові схеми модуля струму компенсації магнітного поля Землі Z.

На фіг. 16 показана схема комп'ютерного керування.

На фіг. 17 показаний загальний вид станції для розмагнічування морських об'єктів в DS45.

Станція для розмагнічування морських об'єктів DS45 містить автономне джерело (дизель-генератор), канал 2 - струми розмагнічування, комп'ютерну систему 3 управління, канал 4 - струми компенсації поля Н, канал компенсації поля Z, автоматичний вимикач 6, тиристорний регулятор 7, трифазний силовий трансформатор 8, силовий випрямляч 9, силовий елемент 10 зворотного зв'язку по струму, блок контакторів 11, блок 12 управління тиристорами та оптронною розв'язкою, блок керування контакторами та оптронною розв'язкою, блок 14 живлення, блок 15 живлення схеми керування та обмоток контакторів, блок 16 керування тиристорами та оптронною розв'язкою, блок 17 керування контакторами та оптронною розв'язкою, автоматичний вимикач 18, тиристорний регулятор 19, силовий трансформатор 20, силовий випрямляч 21, силовий елемент 22 зворотного зв'язку по струму, блок 23 контакторів, блок 24 живлення, блок 25 керування тиристорами, блок 26 керування контакторами та оптронною розв'язкою, автоматичний вимикач 27, тиристорний регулятор 28, силовий трансформатор 29, силовий випрямляч 30, силовий елемент 31 зворотного зв'язку по струму, блок 32 контакторів, при цьому перший вихід дизель-генератора 1 підключений до першого входу каналу 2 струму розмагнічування, другий вихід дизель-генератора 1 підключений до комп'ютерної системи 3 керування, третій вихід ди-

зель-генератора 1 підключений до каналу 4 струму компенсації поля Н, четвертий вихід дизель-генератора 1 підключений до входу каналу 5 струму компенсації поля Z, а вхід дизель-генератора 1 підключений до першого виходу комп'ютерної системи 3 керування, другий, третій і четвертий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого виходів каналу струму розмагнічування, другий вихід якого підключений до об'єкту розмагнічування, а перший вихід підключений до другого виходу комп'ютерної системи 3 керування, п'ятий, шостий і десятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого виходів каналу 4 струму компенсації поля Н, другий вихід якого підключений до обмотки Н, а перший вихід підключений до четвертого входу комп'ютерної системи керування, сьомий, восьмий і дев'ятий виходи якої підключені до другого, третього і четвертого виходів каналу струму компенсації 5 поля Z, другий вихід якого підключений до обмотки Z, а перший вихід підключений до третього входу комп'ютерної системи 3 керування, при цьому перший вхід каналу 2 струму розмагнічування підключений до входу автоматичного вимикача 6 та до входу блока 14 живлення, вихід якого підключений до першого входу блока 12 керування тиристорами та до другого входу блока 13 керування контакторами й оптронною розв'язкою, другий вхід автоматичного вимикача підключений до третього входу каналу 2 струму розмагнічування, а вихід автоматичного вимикача 6 підключений до першого входу тиристорного регулятора 7, до другого входу якого підключений вихід блока 12 керування тиристорами та оптронною розв'язкою, до другого виходу якого підключений другий вихід каналу 2 струму розмагнічування, а вихід тиристорного регулятора 7 підключений до трифазного силового трансформатора 8, вихід якого підключений до силового випрямляча 9, вихід якого підключений до входу силового елемента 10 зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму 2 розмагнічування, а другий вихід підключений першому входу блока 11 контакторів, другий вхід якого підключений до виходу блока 13 керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якої підключений до четвертого входу каналу 2 струму розмагнічування, вихід блока 11 контакторів підключений до другого виходу каналу струму розмагнічування. при цьому канал 4 струму компенсації поля Н містить блок 15 живлення, блок 16 керування тиристорами, блок 17 керування контакторами, автоматичний вимикач 18, тиристорний регулятор 19, силовий трансформатор 20, силовий випрямляч 21, силовий елемент 22 зворотного зв'язку по струму і блок 23 контакторів, причому перший вхід каналу струму компенсації поля Н підключений до першого входу автоматичного вимикача 18 каналу 4 струму компенсації Н та до входу блока 15 живлення цього каналу, вихід блока 15 живлення підключений до першого входу блока 16 керування тиристорами та до другого входу блока 17 керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу 4 струму компенсації, а вихід блока 17 керування контакторами та оптронною розв'язкою підключений до другого входу блока 23 контакторів, вихід автоматичного



вимикача 18 підключений до першого входу тиристорного регулятора 19, до другого входу якого підключений вихід 16 блока керування тиристорами, другий вхід якого підключений до другого входу каналу 4 струму компенсації поля Н, вихід тиристорного регулятора 19 підключений до силового трансформатора 20, вихід якого підключений до силового випрямляча 21, вихід якого підключений до входу силового елемента зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу струму 4 компенсації поля Н, а другий вихід підключений до першого входу блока 23 контакторів, до другого входу якого підключений вихід блока керування контакторами 17 та оптронною і розв'язкою, вихід блока контакторів 23 підключений до другого виходу каналу 4 струму компенсації поля Н, при цьому канал 5 струму компенсації поля Z включає блок живлення 24, блок 25 керування тиристорами, блок 26 керування контакторами, автоматичний вимикач 27, тиристорний регулятор 28, силовий трансформатор 29, силовий випрямляч 30, силовий елемент 31 зворотного зв'язку по струму і блок 32 контакторів, причому вхід каналу 5 струму компенсації поля Z підключений до першого входу автоматичного вимикача 27 та до входу блока 24 живлення, вихід якого підключений до першого входу блока 25 керування тиристорами та оптронною розв'язкою і до другого входу блока 26 керування контакторами та оптронною розв'язкою, до першого входу якого підключений четвертий вхід каналу 5 струму компенсації поля Z, до другого входу автоматичного вимикача 27 підключений третій вхід каналу 5 струму компенсації поля Z, а вихід автоматичного вимикача 27 підключений до першого входу тиристорного регулятора 28, до другого входу якого підключений блок керування тиристорами 25 та оптронною розв'язкою, другий вхід якого підключений до другого входу каналу 5 струму компенсації поля Z, вихід тиристорного регулятора 28 підключений до силового трансформатора 29, вихід якого підключений до силового випрямляча 30, вихід якого підключений до входу силового елемента 31 зворотного зв'язку по струму, перший вихід якого підключений до першого виходу каналу 5 струму компенсації поля Z, а другий вихід підключений до першого входу блока контакторів 32, другий вхід якого підключений до другого виходу блока 26 керування контакторами та оптронною розв'язкою, перший вхід якого підключений до четвертого входу каналу 5 струму компенсації поля Z, а вихід блока контакторів 32 підключений до другого виходу каналу 5 струму компенсації поля Z.

Автономне джерело (дизель-генератор) 1 забезпечує живлення станції DS45. Канал 2 струму розмагнічування формує струм, що розмагнічує. Канал 4 струму компенсації поля Н створює струм, що протікає через обмотку Н, компенсує горизонтальну складову магнітного поля Землі Н. Канал 5 струму компенсації поля Z створює струм, що, протікаючи по обмотці Z, створює магнітне поле, яке компенсує вертикальну складову магнітного поля Землі. Канал 2 струму розмагнічування може складатися з декількох паралельно увімкнених модулів. Автоматичні вимикачі 6, 18, 27 з незалежними розціплювачами використовуються для підключення каналів до джерела живлення (до ди-

зель-генератора). Тиристорні регулятори 7, 19 і 28 є широтно-імпульсними регуляторами амплітудної напруги в первинних обмотках силових трансформаторних каналів з однополюсним тиристорним керуванням. Трифазні силові трансформатори 8, 20 і 29, первинні обмотки яких увімкнені "трикутником", а вторинні – "зіркою", служать для зниження робочої напруги. Силовий випрямляч 9, увімкнений за схемою трифазного нульового випрямляча, випрямляє струм розмагнічування. Силові випрямлячі 21 і 30, увімкнені за трифазною мостовою схемою випрямлення, одержують струм компенсації поля Землі. Силові елементи 10, 22 і 31 зворотного зв'язку по струму являють собою шунти та передбачені для одержання сигналу, пропорційного величині струму, який розмагнічує, і струмів в обмотках Н і Z, відповідно. Блоки 11, 23 і 32 контакторів реверсують (змінюють полярність) струм, що розмагнічує, і компенсаційних струмів. Блоки 12, 16 і 25 керування тиристорами та оптронною розв'язкою керують широтними-імпульсними регуляторами амплітудної напруги, а оптронна розв'язка розділяє силовий ланцюг від ланцюгів управління. Блоки 13, 17 і 26 керування контакторами та оптронною розв'язкою керують контакторами, а оптронна розв'язка розділяє силовий ланцюг від ланцюгів керування. Блоки 14, 15 і 24 живлення забезпечують живлення схем керування та обмоток контакторів.

Конструктивно станція розмагнічування DS45 виготовлена у вигляді силових модулів, які містять трансформатор, регулятор напруги, випрямляч і блок реверсування струму. Модулі розміщені в п'ятих шафах з виведеними на лицьову панель органами керування. Канал струму розмагнічування складається з чотирьох паралельно увімкнених силових модулів, розміщених у чотирьох шафах. Модулі двох каналів струму компенсаційних обмоток розміщені в одній шафі. При необхідності збільшення потужності станції модульність конструкції дозволяє підключити додаткові силові модулі.

Підключення до силової мережі 3~380 В, 50 Гц каналів струму розмагнічування здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF1, незалежний розмикач дозволяє виконувати аварійне відключення станції. До складу каналу входить понижуючий трифазний трансформатор ТЗ (фіг. 2), первинна обмотка якого з'єднана "трикутником", а вторинна обмотка увімкнена за схемою "зірка". Для випрямлення струму на стороні низької напруги використовуються силові діоди VD9-VD11. Широтно-імпульсне регулювання амплітудної напруги в первинній обмотці силового трансформатора виконане за схемою однополюсного тиристорного керування і містить тиристори VS1-VS3. Імпульсні сигнали від системи комп'ютерного керування надходять на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT1-VT3 (фіг. 3), і через оптрони VS4-VS6 подаються на керуючі електроди 1-3 тиристорів VS1-VS3 (фіг. 2). Блок живлення транзисторного підсилювача потужності містить понижуючий трансформатор Т1 і випрямляч на діодах VD1-VD4 (фіг. 2). Сигнал зворотного зв'язку по струму розмагнічування знімається з шунта RS1 (фіг. 2) та подається в систему комп'ютерного керування (фіг. 16).

Зміна полярності струму розмагнічування, який протікає через об'єкт, здійснюється за допомогою контакторів KM1-KM12, увімкнених паралельно в групі по 3 штуки (фіг. 2 і фіг. 3). Обмотки контакторів одержують живлення від випрямного блока, який містить понижуючий трансформатор T2 і напівпровідникові діоди VD5-VD8 (фіг. 2). Керування контакторами здійснюється від системи комп'ютерного керування. Керуючий сигнал надходить на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT4-VT6 (фіг. 3), і за допомогою оптронів VS4-VS6 подає живлення на обмотки контакторів KM1-KM12 (фіг. 3). Обмотка реле ДО1 призначена для дистанційного включення незалежного розмикача автоматичного вимикача QF1.

У залежності від максимальної величини струму, необхідного для розмагнічування об'єкта, канал струму розмагнічування може складатися з декількох паралельно увімкнених модулів, електричні схеми яких аналогічні представленим на фіг. 2 і фіг. 3. На фіг. 4-фіг. 9 представлені електричні схеми силових модулів 2-4 каналу струму розмагнічування. Сигнали зворотного зв'язку по струму розмагнічування з вимірювальних шунтів RS1-RS4 подаються в систему комп'ютерного керування станції (фіг. 16).

Підключення до силової мережі 3~380 В, 50 Гц каналів струму компенсації поля Н здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF5, незалежний розмикач дозволяє виконувати аварійне відключення каналу струму компенсації Н.

До складу каналу входить силовий понижуючий трансформатор T15, первинна обмотка якого з'єднана "трикутником", а вторинна обмотка – "зіркою" (фіг. 10). Для випрямлення струму на стороні низької напруги служать силові напівпровідникові діоди VD117-VD122, увімкнені за трифазною мостовою схемою випрямлення. Блок широтно-імпульсного регулятора амплітудної напруги в первинній обмотці силового трансформатора T15 із двотактним тиристорним керуванням містить тиристири VS37-VS42. Сигнали від системи комп'ютерного управління надходять на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT25-VT30 (фіг. 11), і через оптрони VS43-VS48 подаються на керуючі електроди 154-159 тиристорів VS37-VS48 (фіг. 10). Блок живлення транзисторного підсилювача потужності складається з понижуючого трансформатора T13 (фіг. 10) і випрямляча на діодах VD108-VD112 (фіг. 10). Сигнал зворотного зв'язку по струму розмагнічування знімається із шунта RS5 (фіг. 10) та подається в систему комп'ютерного керування станції (фіг. 16).

Зміна (реверсування) полярності струму в компенсаційній обмотці Н здійснюється за допомогою контакторів KM49-KM52, увімкнених паралельно парами (фіг. 10 і фіг. 12). Обмотки контакторів одержують живлення від випрямного блока, який складається з трансформатора T14 і напівпровідникових діодів VD113-VD116 (фіг. 10). Управління контакторами здійснюється від системи комп'ютерного керування. Керуючий сигнал надходить на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT31-VT33 (фіг. 12), і за допомогою оптронів VS31-VS33 подає живлення на обмотки контакторів KM49-KM52 (фіг. 12). Обмотка реле ДО5 при-

значена для дистанційного ввімкнення незалежного розмикача автоматичного вимикача QF5.

Схема каналу струму компенсації поля Z аналогічна схемі каналу струму компенсації поля Н. Підключення до силової мережі 3~380 В, 50 Гц каналів струму компенсації поля Z здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF6. Незалежний розмикач, який дозволяє виконувати аварійне відключення каналу струму компенсації. До складу каналу входить силовий понижуючий трансформатор T18, первинна обмотка якого з'єднана "трикутником", а вторинна обмотка "зіркою" (фіг. 13). Для випрямлення струму на стороні низької напруги служать силові напівпровідникові діоди VD142-VD147, увімкнені за трифазною мостовою схемою випрямлення. Блок широтно-імпульсного регулятора амплітудної напруги в первинній обмотці силового трансформатора T18 з двотактним тиристорним управлінням містить напівпровідникові тиристири VS52-VS57. Сигнали від системи комп'ютерного управління надходять на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT34-VT39 (фіг. 14), і через оптрони VS58-VS63 подаються на керуючі електроди 206-211 тиристорів VS52-VS57 (фіг. 13). Блок живлення транзисторного підсилювача потужності містить понижуючий трансформатор T16 (фіг. 13) і напівпровідниковий випрямляч на діодах VD134-VD137 (фіг. 13). Сигнал зворотного зв'язку по струму компенсації знімається із шунта RS6 (фіг. 13) і подається в систему комп'ютерного управління станції (фіг. 16).

Зміна (реверсування) полярності струму в компенсаційній обмотці Z здійснюється за допомогою контакторів KM57-KM64, увімкнених паралельно парами (фіг. 13 і фіг. 15). Обмотки контакторів одержують живлення від випрямного блока, який складається з трансформатора T17 і напівпровідникових діодів VD138-VD141. Управління контакторами здійснюється від системи комп'ютерного керування. Керуючий сигнал надходить на підсилювач потужності, побудований на транзисторах VT40-VT42 (фіг. 15), і за допомогою оптронів VS64-VS66 подає живлення на обмотки контакторів KM57-KM64 (фіг. 15).

До складу системи автоматичного керування входить комп'ютер на базі процесора Pentium Intel з дисплеєм і принтером (фіг. 16). Програмно-математичне забезпечення системи комп'ютерного управління СКА дозволяє:

- синхронізувати керування станції з джерелом живлення;
- керувати тиристорами каналу струму розмагнічування, каналу струму компенсаційної обмотки Н, каналу струму компенсаційної обмотки Z, реверсуванням струму розмагнічування і струмами в компенсаційних обмотках;
- стабілізувати задану величину струму розмагнічування і струму компенсації;
- у кожному з каналів керування змінювати струм згідно із заданою програмою: тривалістю фронту наростання і спаду імпульсу струму, паузи між імпульсами;
- оптимізувати закон зміни струму розмагнічування з урахуванням характеристик об'єкта обробки;

- діагностувати працездатність станції і зупинити її при виявленні неполадок.

Устаткування та оснащення станції розмагнічування DS45 мають такі характеристики:

Найменування характеристики	Одиниця вимірів	Величина характеристики
1. Устаткування станції DS45:		
1. Кількість каналів управління струмом:	шт	3
2. Канал струму розмагнічування:		
2.1. Форма імпульсу робочого струму		близька до трапеції
2.2. Зміна полярності струму		автоматична
2.3. Максимальна амплітуда імпульсу робочого струму, не більше	кА	45
2.4. Мінімальна амплітуда імпульсу робочого струму	кА	0,3
2.5. Тривалість імпульсу	с	від 3 до 10
2.6. Час наростання, спаду робочого струму	с	від 0,5 до 3,0
2.7. Тривалість паузи	с	від 3 до 20
2.8. Число імпульсів, що задаються, не більше	шт.	100
2.9. Тривалість одного циклу ЕМО	мін	від 12 до 50
2.10. Максимальна споживана електрична потужність (в імпульсі)	кВт	1900
2.11. Робоча напруга	В	до 42
2.12. Витрати електроенергії за цикл ЕМО	кВ/год	130
2.13. Напруга живильної 3 фазної мережі	В	380
2.14. Частота живильної мережі	Гц	50
3. Канал струму компенсації		
3.1. Зміна полярності струму		автоматична
3.2. Максимальна величина стабілізованого струму	А	до 1000
3.3. Тривалість увімкнення	%	15
3.4. Максимальна напруга робочого струму	В	до 55
3.5. Напруга живильної мережі	В	380
3.6. Частота живильної мережі	Гц	50
4. Система керування станцією		комп'ютер
5. Габаритні розміри:		
5.1. Висота	м	1,8
5.2. Ширина	м	5,8
5.3. Глибина	м	1,2
6. Маса	т	5

Мобільна станція розмагнічування DS45 призначена для руйнування залишкової намагніченості великогабаритних конструкцій та морських об'єктів, яка формується в процесі їх виготовлення чи експлуатації. Динамічне розмагнічування об'єкта здійснюється за рахунок енергії електромагнітного поля струму, який протікає у феромагнітному матеріалі. Станція DS дозволяє:

- відмовитися від використання традиційних робочих обмоток і соленоїдів, зменшити частку ручної праці на монтажних-демонтажних роботах та скоротити час розмагнічування об'єкта;
- виконувати загальне чи локальне розмагнічування конструкцій і морських об'єктів, виготовлених феромагнітних матеріалів;
- компенсувати при ЕМО земне магнітне поле (поле Н, поле Z) в обсязі об'єкта розмагнічування;
- виконувати ЕМО об'єкта в необладнаному місці за рахунок автономного джерела живлення;
- доставляти станцію до місця розмагнічування об'єкта сухопутним чи морським шляхом.

Станція DS45 комплектується автономним джерелом (дизель-генератор), кабелями та оснащенням, магнітометричною апаратурою з перека (розмагнічування) і контрольні виміри морського катера. Результати виконаних робіт підтвер-

ноними датчиками. Устаткування станції DS45 може бути встановлене в двох морських контейнерах для транспортування чи автомобілем на допоміжному судні. Станція підключається до об'єкта за допомогою гнучкого кабелю. Процес розмагнічування контролюється по зовнішньому магнітному полю об'єкта. Вимір поля виконується за допомогою магнітометричної системи з переносними ферозондовими датчиками.

Станція DS45 дозволяє керувати струмом розмагнічування і струмом компенсації. Канал струму розмагнічування забезпечує заданий закон зміни електричного струму, який протікає в об'єкті розмагнічування. Два канали струму компенсації забезпечують за допомогою спеціальних обмоток якісну компенсацію земного магнітного поля Н і поля Z в обсязі об'єкта розмагнічування.

Система комп'ютерного керування станції забезпечує вибір і підтримку заданого закону зміни струму у всіх каналах керування. На екрані дисплея відображається задана і поточна інформація, яка реєструється принтером.

Оптимізація параметрів ЕМО і перевірка працездатності дослідного зразка станції розмагнічування морських об'єктів виконувалася у м. Севастополі. Була проведена електромагнітна обробка (розмагнічування) і контрольні виміри морського катера. Результати виконаних робіт підтвер-

Джерела інформації:  
1. А. с. СРСР № 1639317; Н01F13/00, 1990.

2. А. с. СРСР № 1572312; Н01F13/00, 1990.  
3. Заявка № 94076430; 28.07.1994. Н01F13/00;  
У23Д015/00; У23Д09/00.

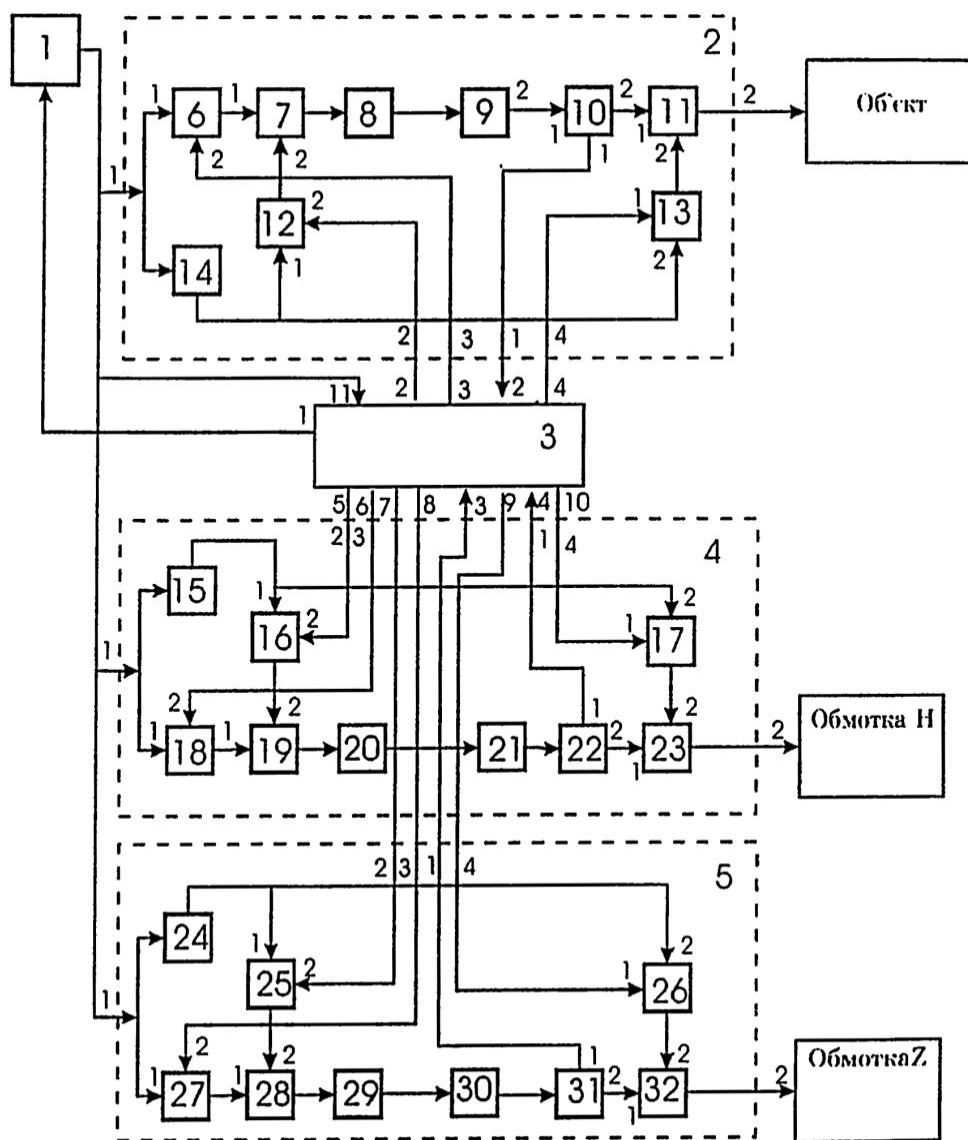
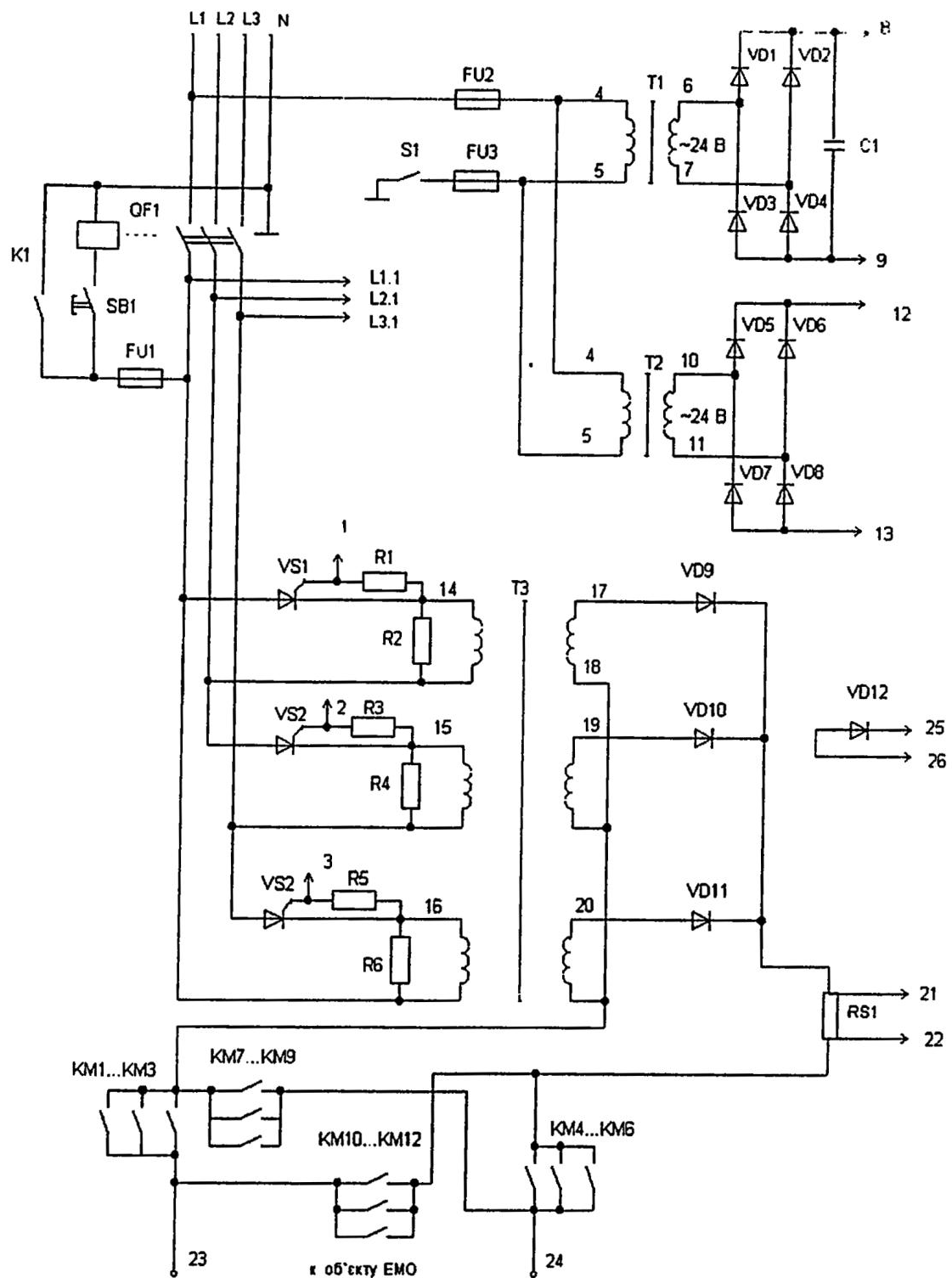
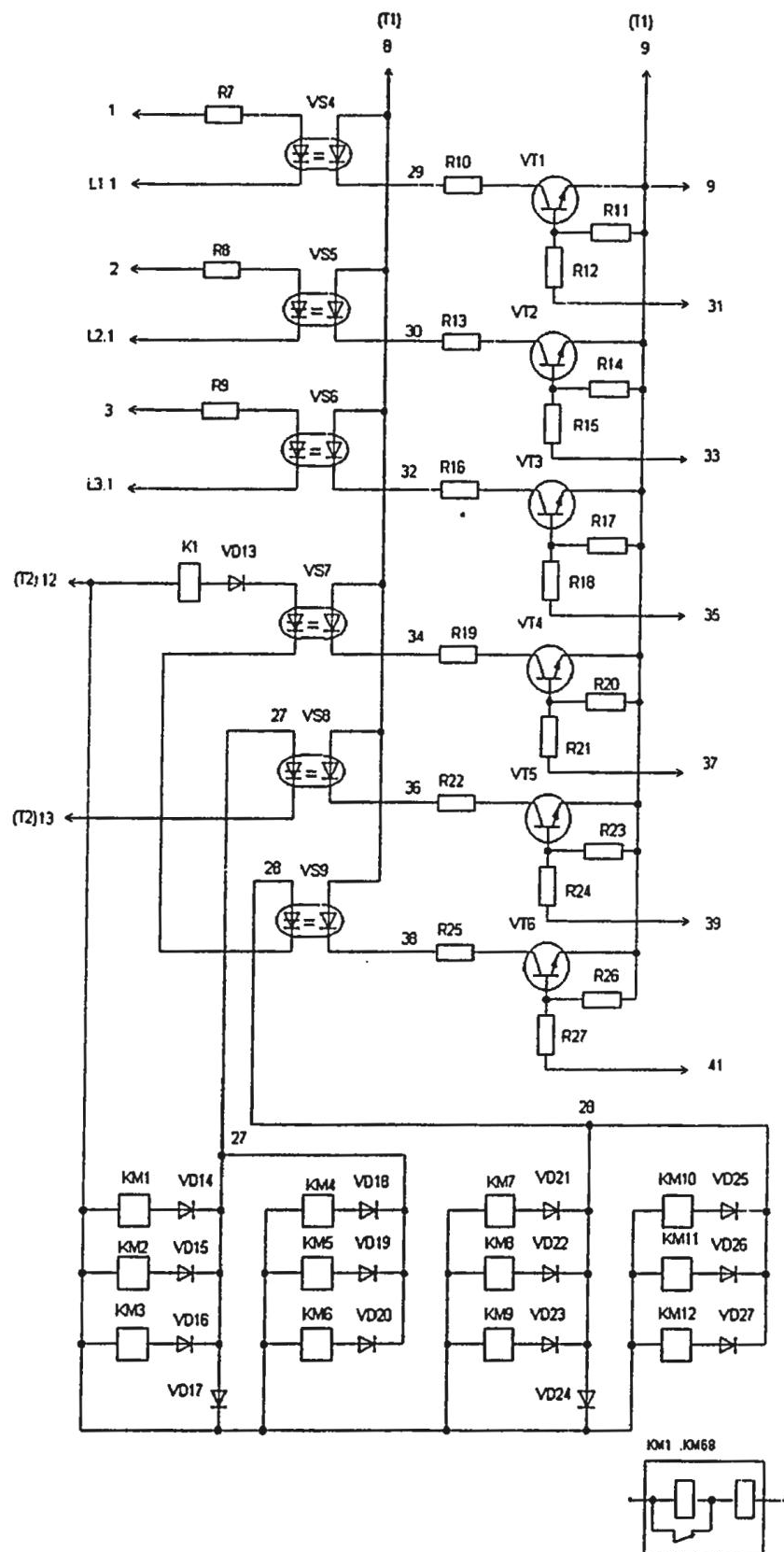


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

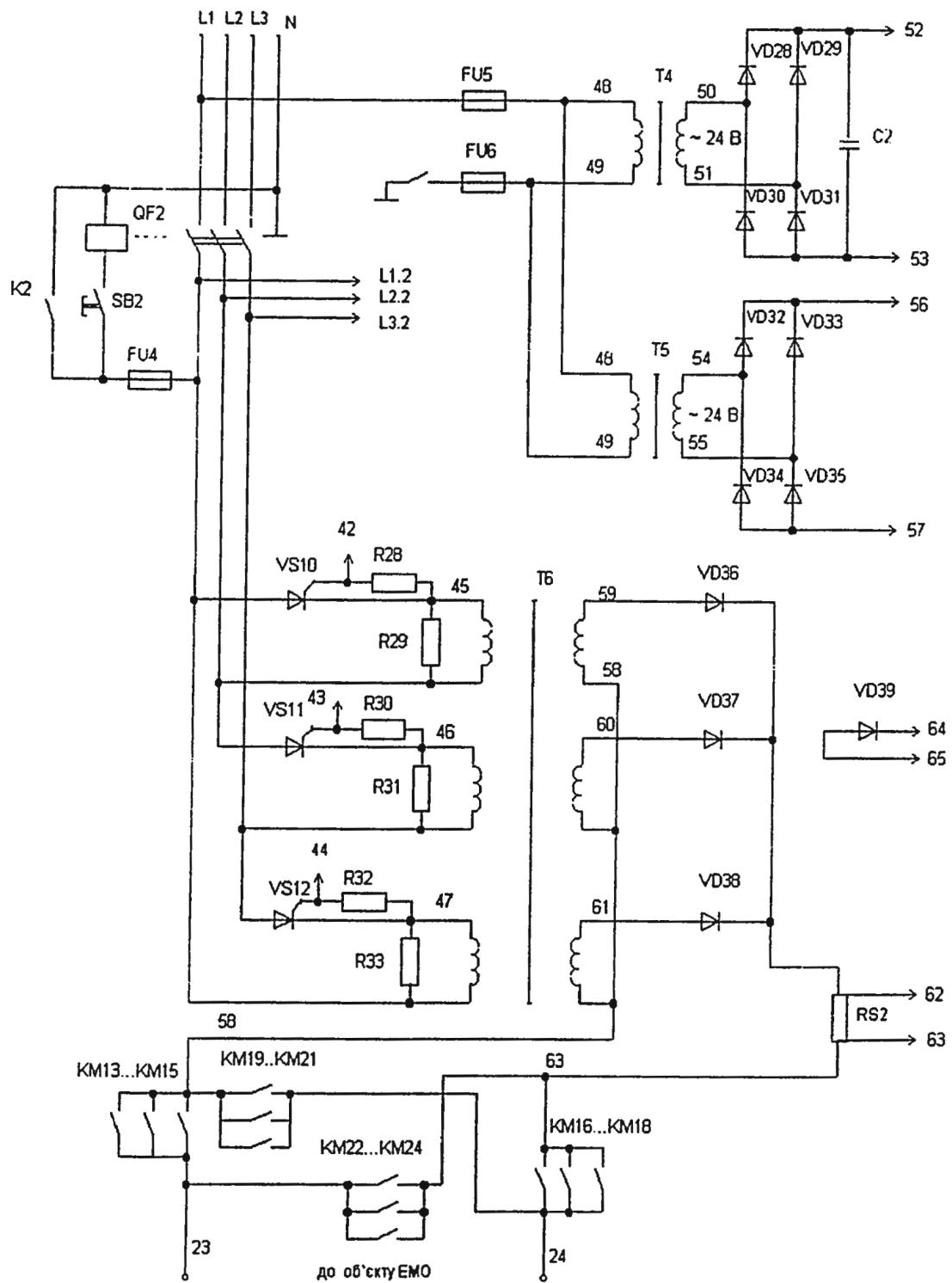


Fig. 4

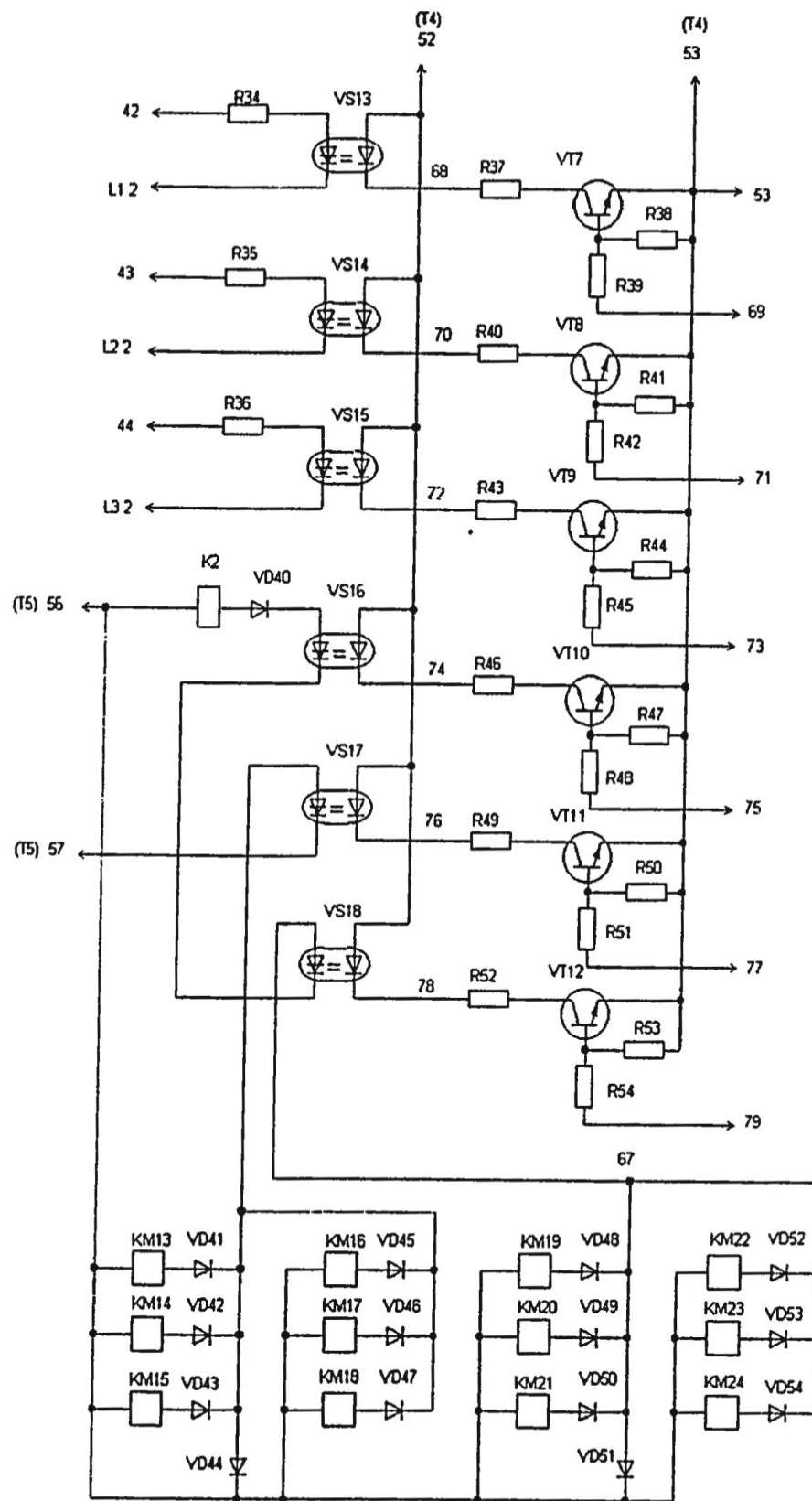


Fig. 5



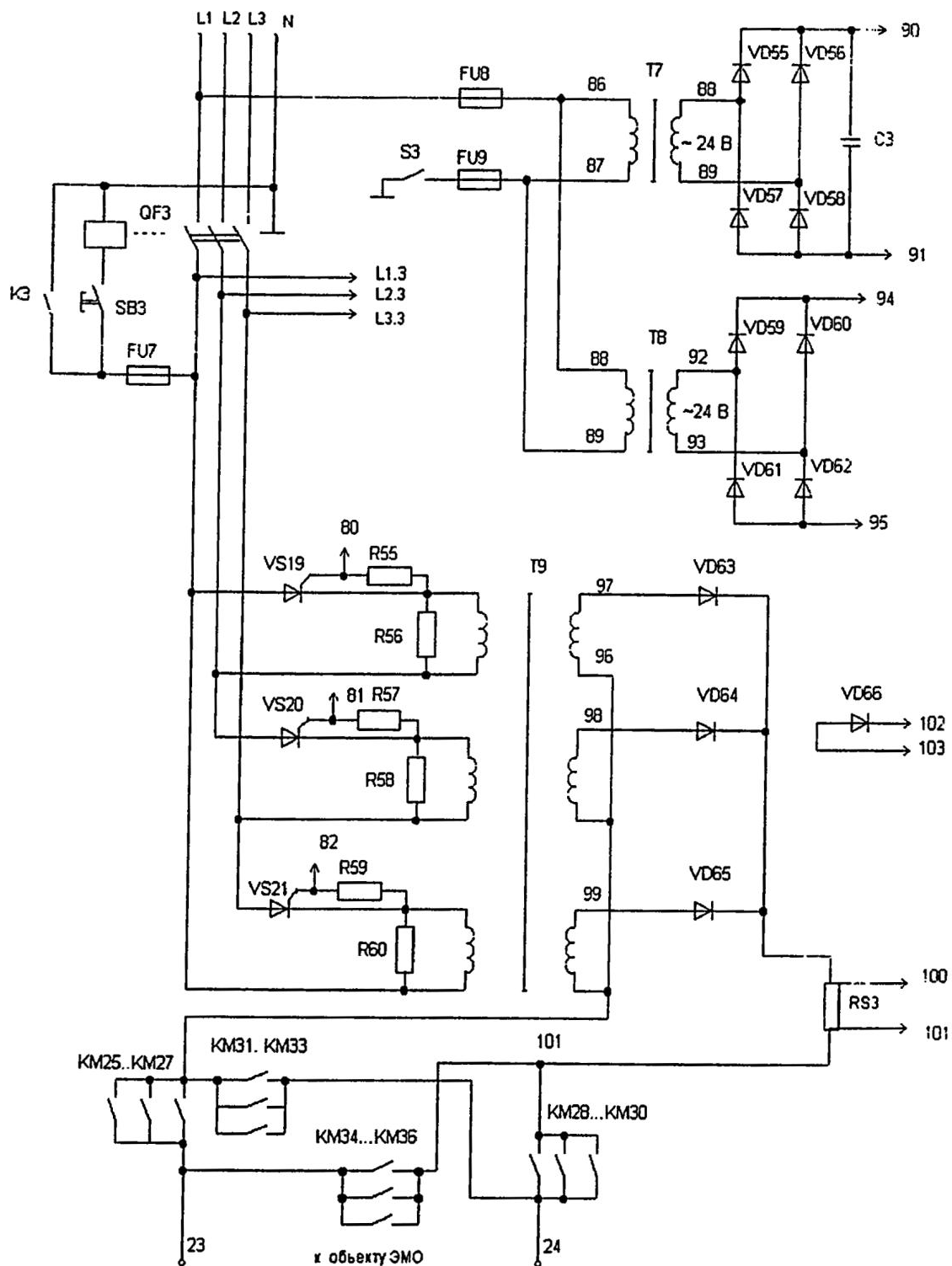
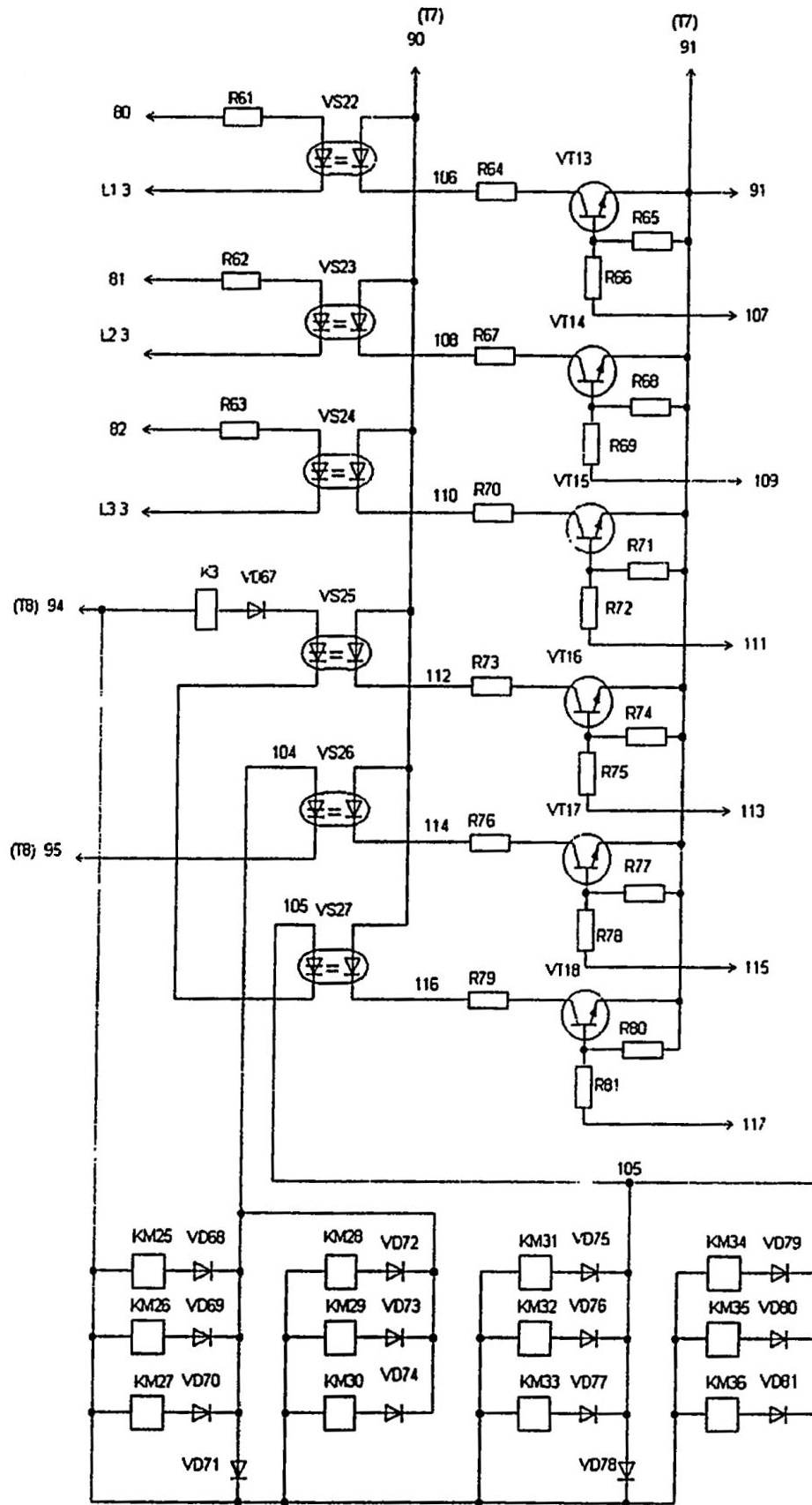
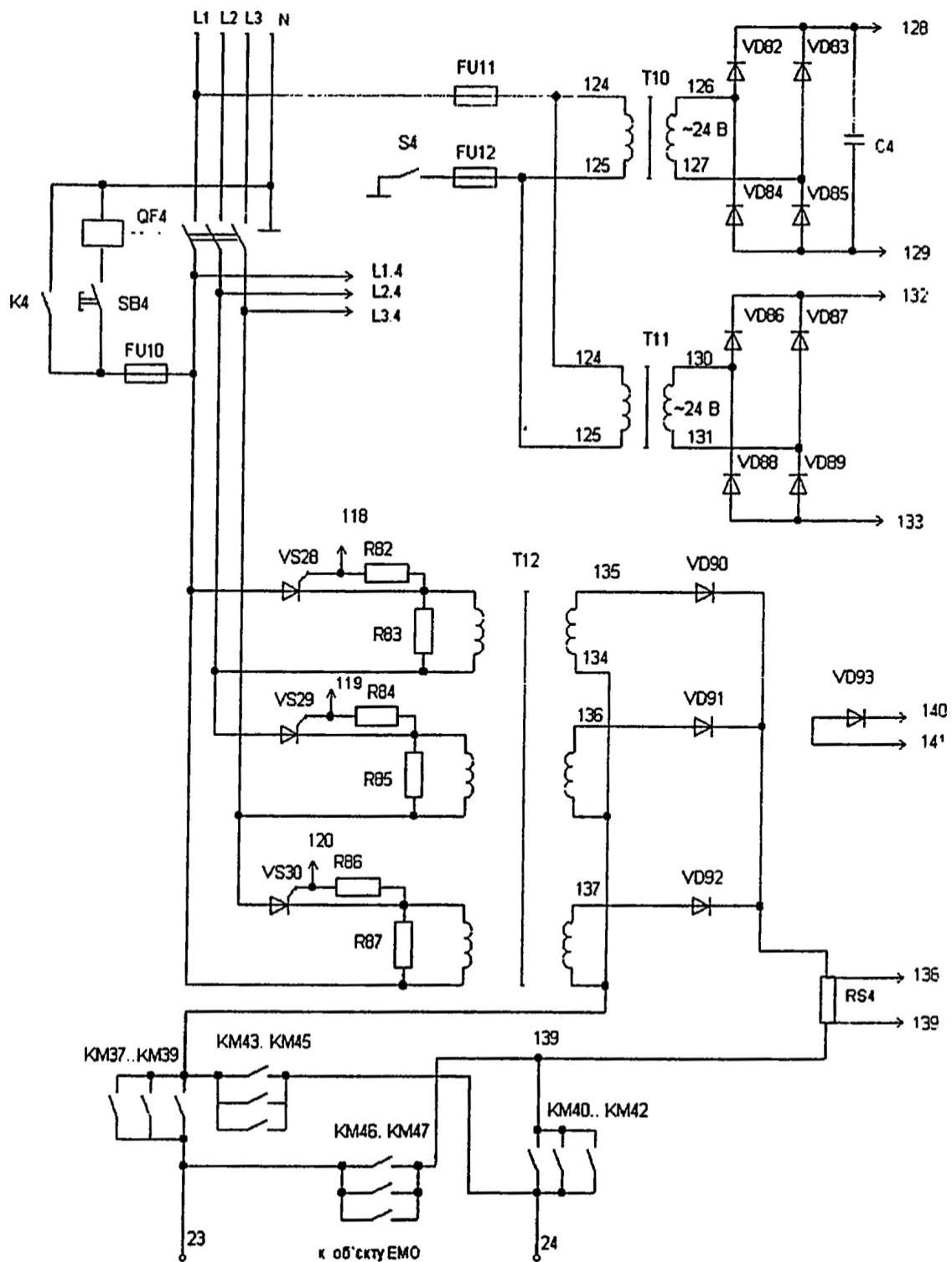


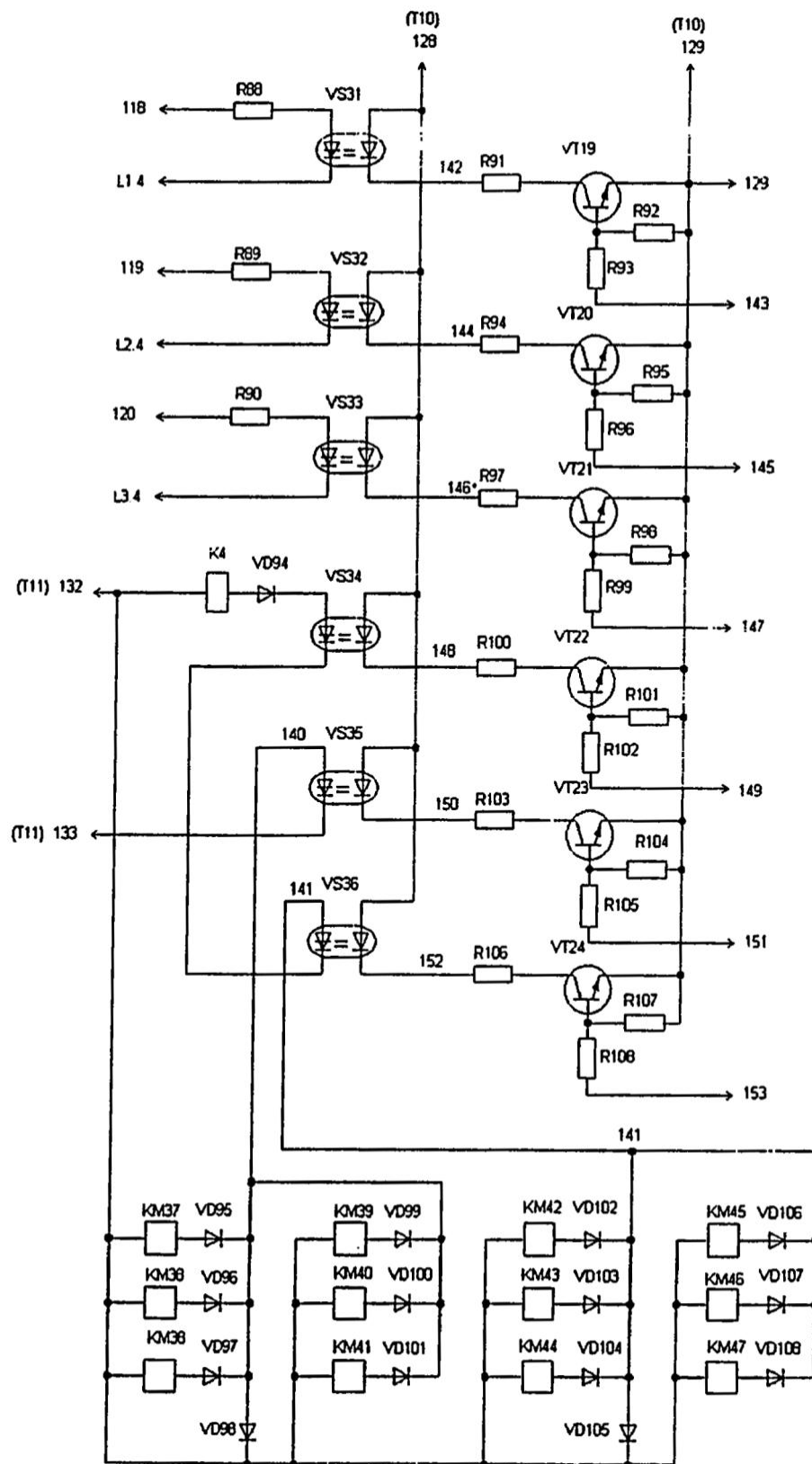
Fig. 6



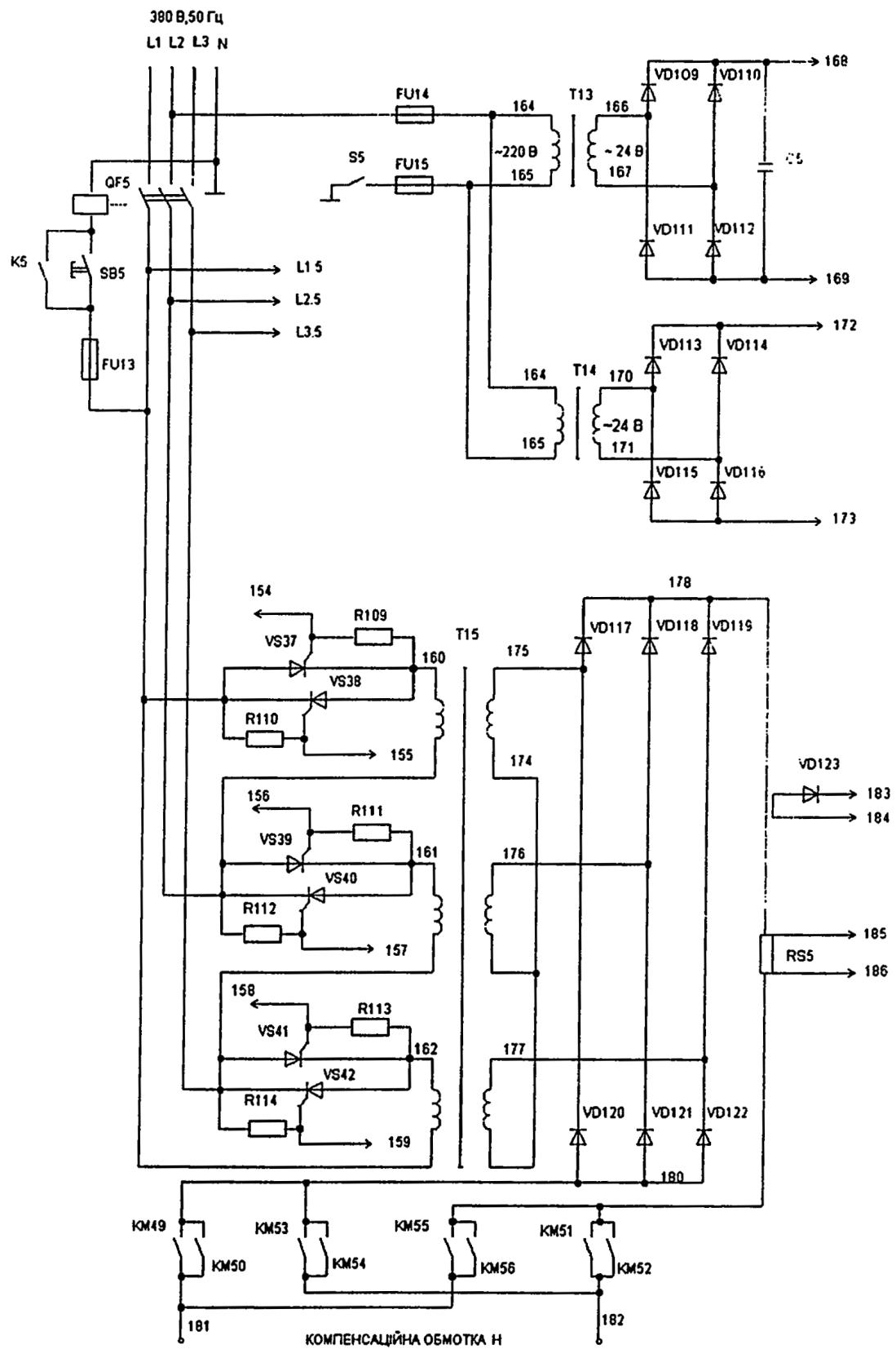
Фиг. 7



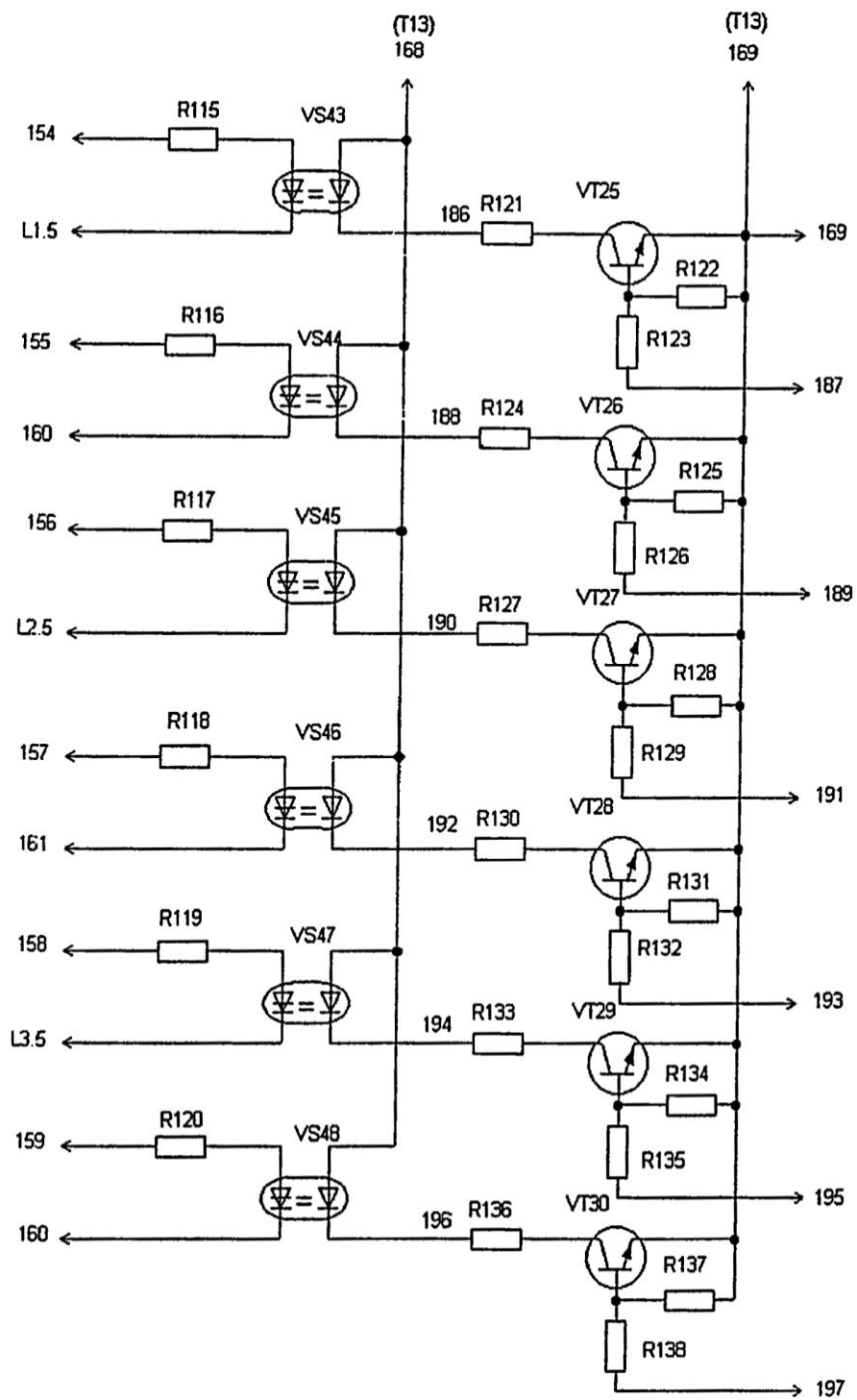
Фиг. 8



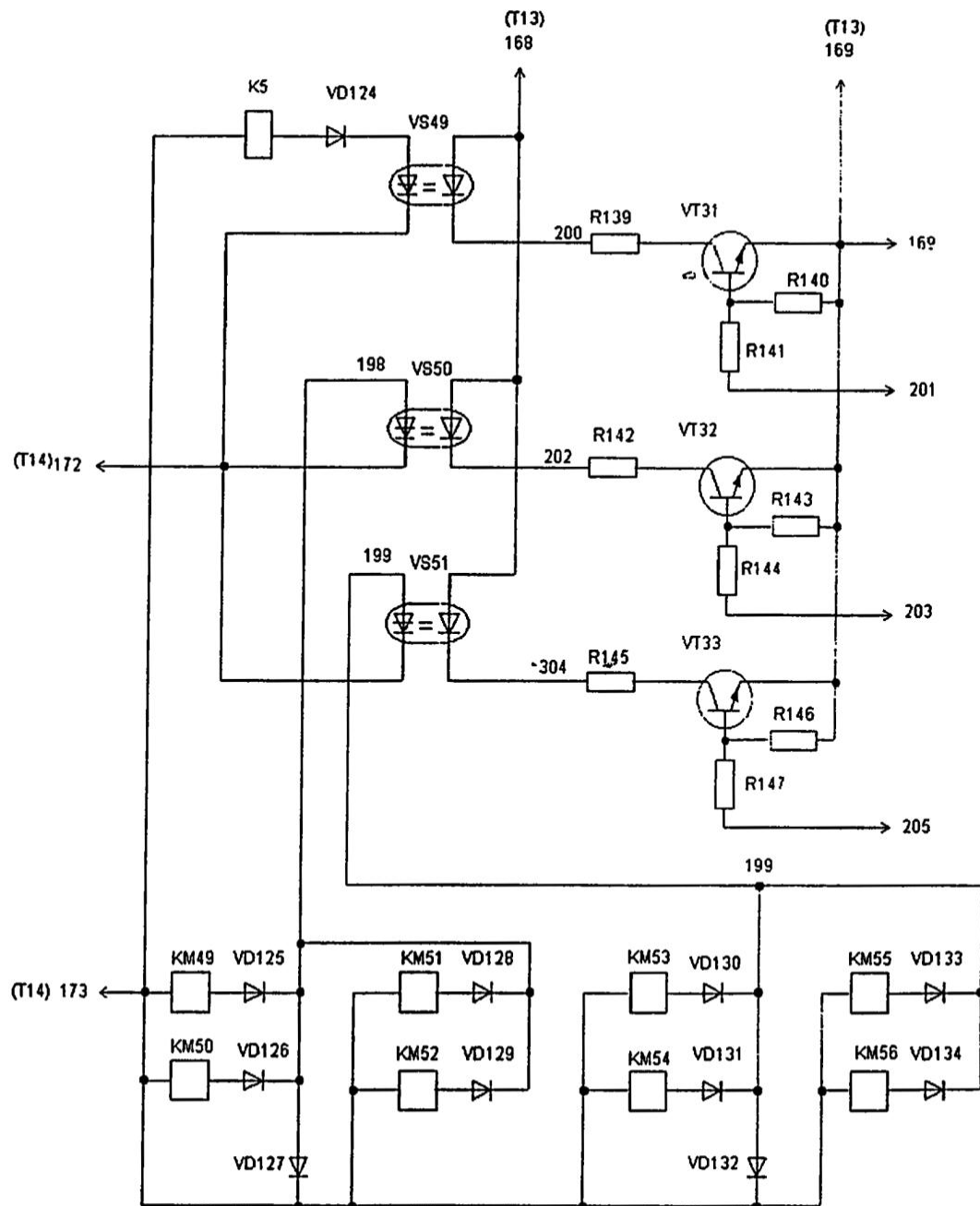
**Fig. 9**



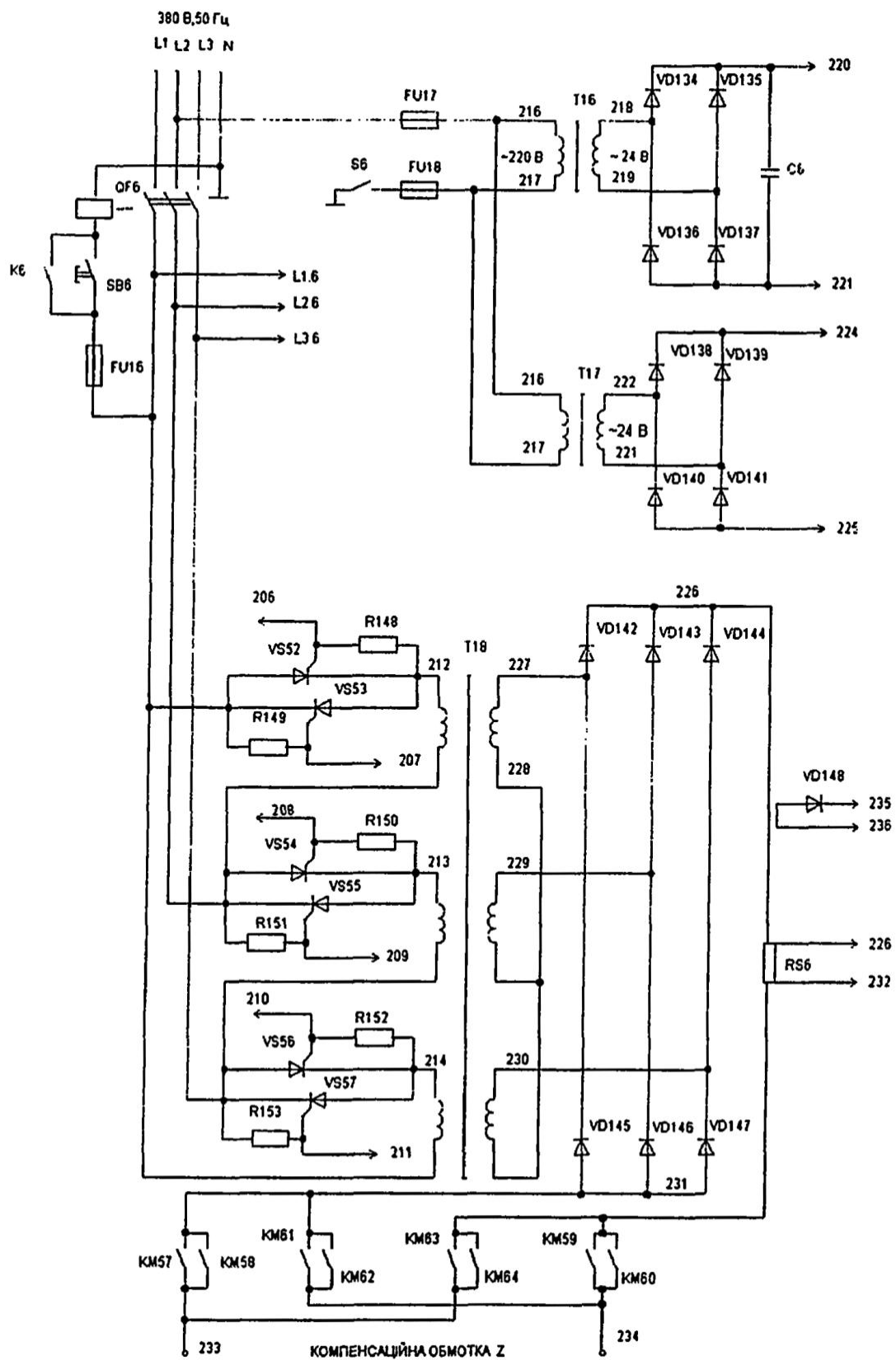
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фіг. 13



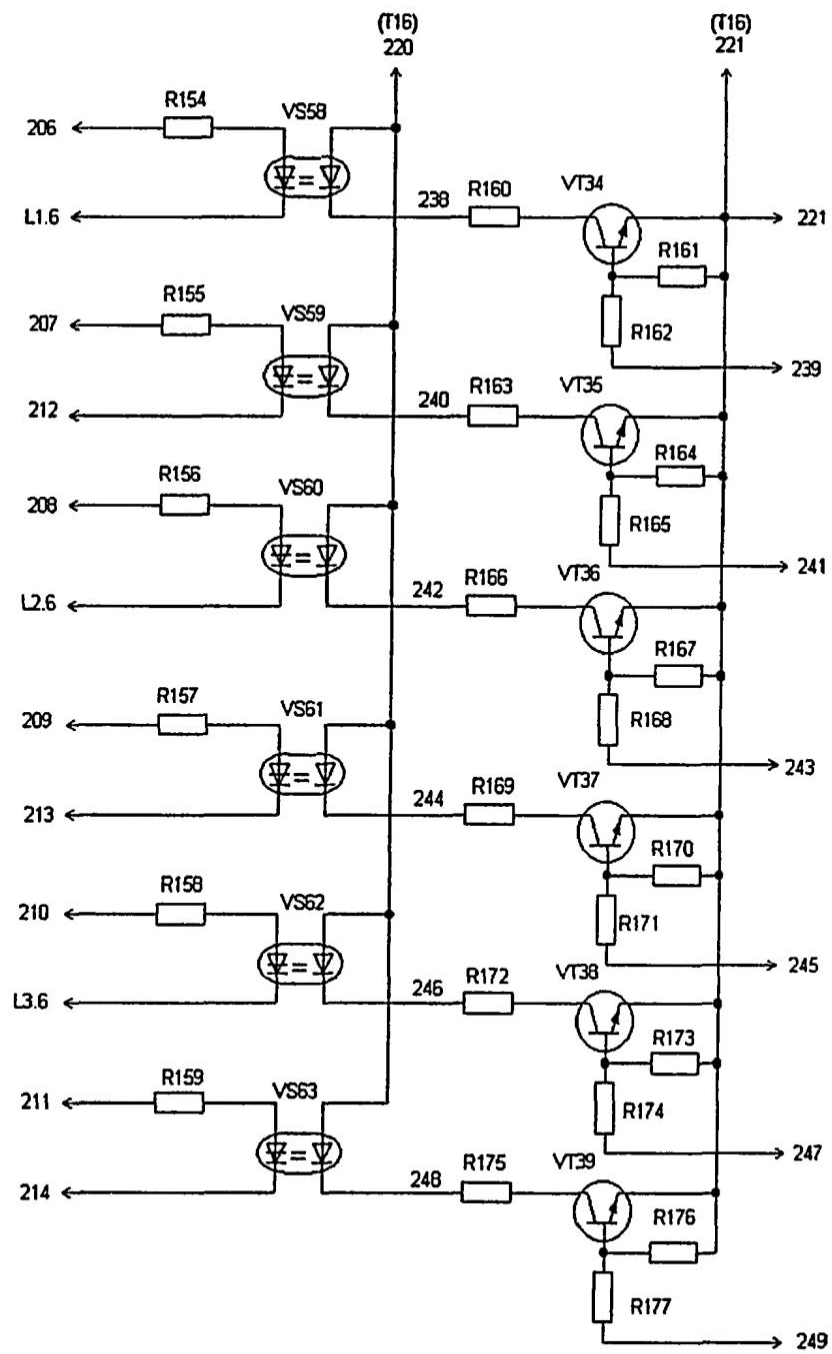
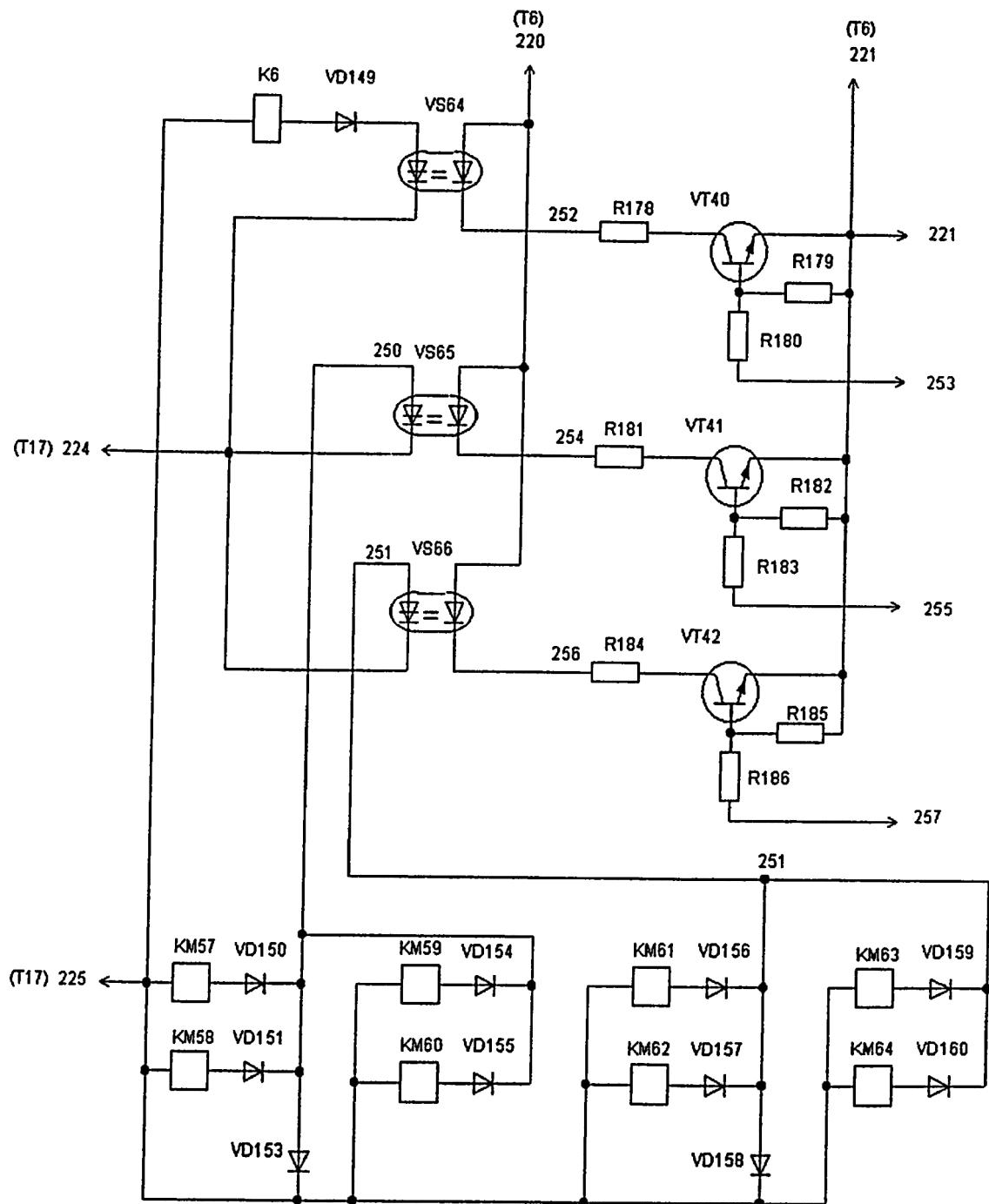
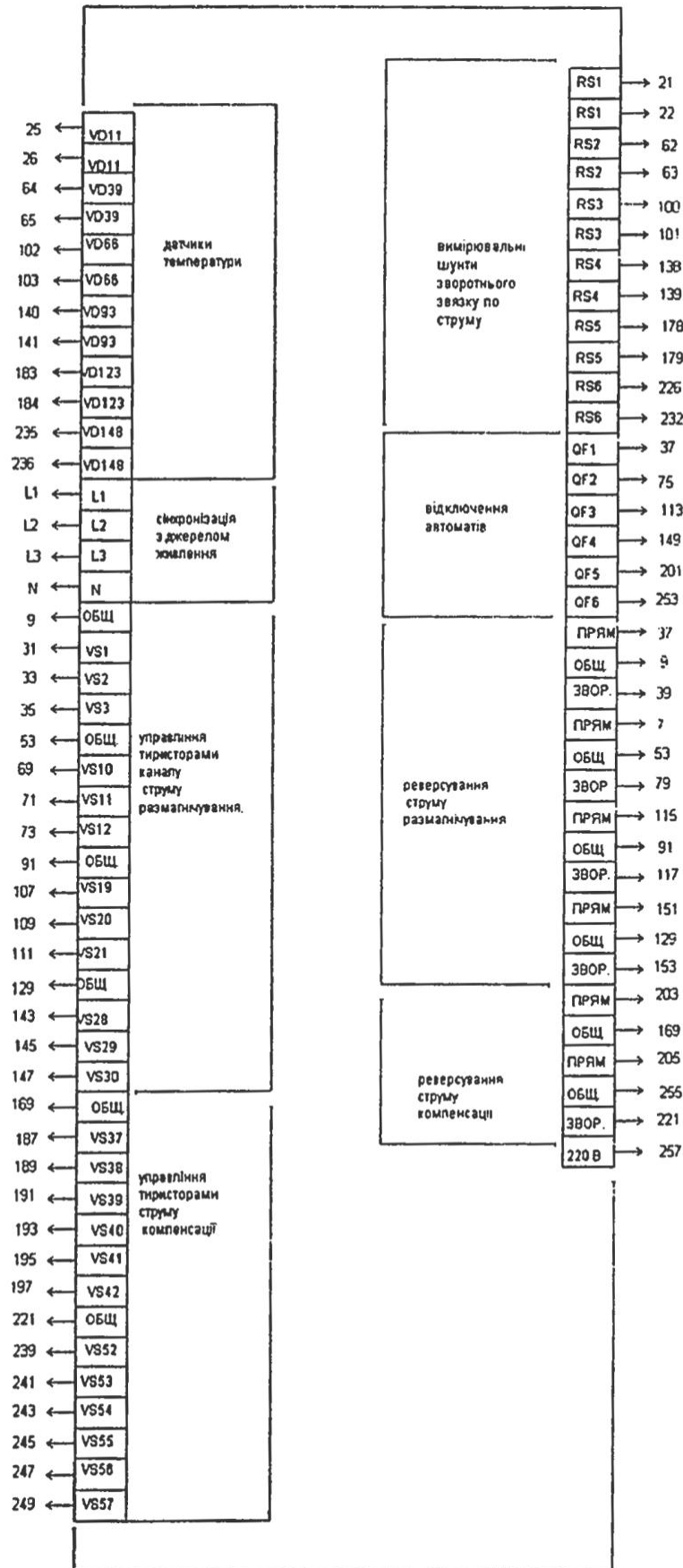


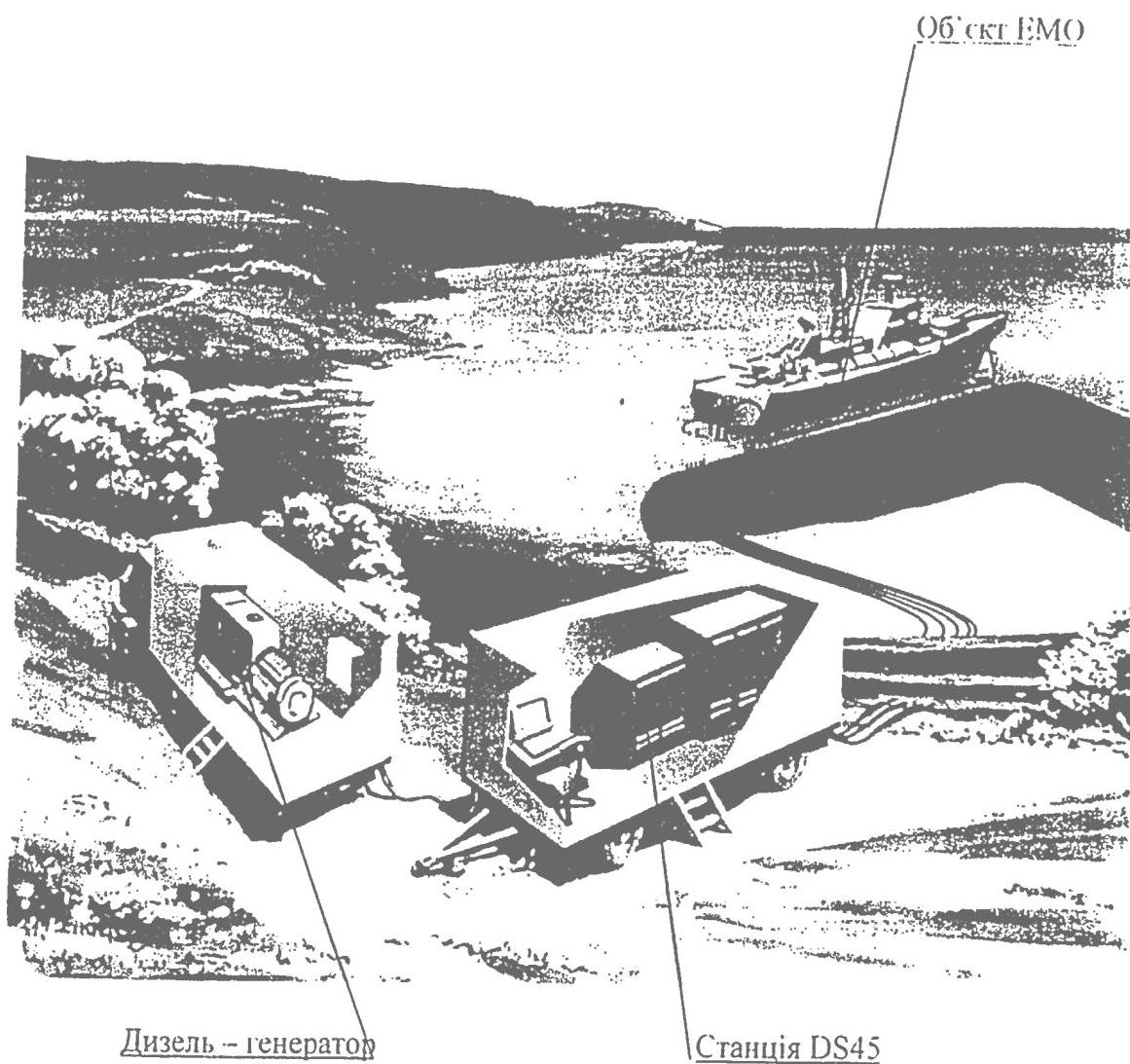
Fig. 14



Фиг. 15



Фіг. 16



Фіг. 17

---

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

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

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

---