



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1742936 A2

(51)5 Н 02 Н 7/26

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(61) 1427477
(21) 4794906/07
(22) 26.02.90
(46) 23.06.92. Бюл. № 23
(71) Новомосковский филиал Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева
(72) Г.И. Бабокин, В.И. Шуцкий, Е.Б. Колесников и Д.М. Шпрехер
(53) 621.316.925 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1427477, кл. Н 02 Н 7/26, 1986.
(54) ТРЕХФАЗНАЯ АВТОНОМНАЯ СЕТЬ С ЗАЩИТОЙ
(57) Сущность изобретения: за счет введения четвертого и пятого датчиков тока, четырех ключей, блока управления ключами,

2

генератора высокой частоты, измерительного блока, блока команд, узла пуска, второго и третьего исполнительного органа и их соответствующего соединения обеспечивается контроль целостности кабельной сети непосредственно перед подключением на нее преобразователя частоты. В случае повреждения сети (двухфазное или трехфазное короткое замыкание) в сети исключается подключение к ней источника энергии — преобразователя частоты. Повышается надежность функционирования трехфазной сети за счет исключения аварий, связанных с включением преобразователя частоты на поврежденную во время нерабочей паузы кабельную сеть и электродвигателя. 3 з.п. ф-лы, 7 ил.

Изобретение относится к электротехнике, в частности к релейной защите, может быть использовано в трехфазной автономной сети с изолированной нейтралью с частотно-регулируемым асинхронным электроприводом для защиты от токов короткого замыкания и является усовершенствованием сети по основному авт.св. № 1427477.

Известна трехфазная автономная сеть с защитой, содержащая тиристорный преобразователь частоты, состоящий из последовательного соединенных управляемого выпрямителя, звена постоянного тока, инвертора, асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, трехжильный силовой кабель, соединяющий электродвигатель с преобразователем частоты, три датчика тока и трехфазный датчик напряжения,

подключенные к обмоткам статора упомянутого электродвигателя, блок электромагнитной мощности, блок определения полярности тока, включенный в звене постоянного тока преобразователя частоты, логический элемент И и первый исполнительный орган.

Однако в случае применения известного устройства в частотно-регулируемом электроприводе подачи горных машин, где по условиям технологического процесса требуются частые остановки двигателя с последующим пуском, оно работает недостаточно надежно. Это вызвано тем, что в устройстве момент появления короткого замыкания контролируется по совпадению двух факторов: переход электродвигателя в генераторный режим (отрицательное значение знака электромагнитной мощности) и

(19) SU (11) 1742936 A2

отсутствие измерения направления тока в звене постоянного тока преобразователя, и если пуск двигателя произойдет при наличии короткого замыкания в силовом кабеле, соединяющем электродвигатель и преобразователь, которое произошло во время остановки двигателя, то при этом электродвигатель в генераторный режим не перейдет и срабатывания устройства не произойдет. В результате станет возможным включение преобразователя на короткозамкнутую незащищенную сеть.

Цель изобретения – обеспечение надежной работы в частотно-регулируемом электроприводе горных машин.

На фиг. 1 изображена функциональная схема трехфазной автономной сети с защитой; на фиг. 2 – измерительный блок; на фиг. 3 – блок управления ключами; на фиг. 4 – таблица состояний работы ключей; на фиг. 5 – блок команд; на фиг. 6 – временные диаграммы работы блока команд; на фиг. 7 – узел пуска.

Трехфазная автономная сеть с защитой (фиг.1) содержит датчик 1-5 тока, трехфазный датчик 6 напряжения, блок 7 измерения электромагнитной мощности, блок 8 определения полярности тока, элемент И 9, первый исполнительный орган 10, второй исполнительный орган 11, третий исполнительный орган 12, преобразователь 13 частоты, состоящий из последовательно соединенных управляемого выпрямителя 14, звена 15 постоянного тока, инвертора 16, электродвигатель 17, трехжильный силовой кабель 18, соединяющий электродвигатель с преобразователем, измерительный блок 19, ключи 20-23, блок 24 управления ключами, генератор 25 высокой частоты, блок 26 команд и узел 27 пуска.

Блок 19 (фиг.2) содержит первый и второй диоды 28 и 29, аноды которых подключены к выходам соответствующих датчиков 4-5 тока, катоды диодов объединены и подключены к первому входу компаратора 30, к второму входу которого подключены блок 31 уставки, выход компаратора 30 является выходом блока 19.

Блок 24 (фиг.3) выполнен в виде последовательно соединенных генератора 32 тактовых импульсов, счетчика 33, дешифратора 34, первого 35 и второго 36 элементов ИЛИ. Вход генератора 32 тактовых импульсов является входом блока 24. Первый вход дешифратора 34 присоединен к управляющему входу третьего ключа 22 и к первому входу первого элемента ИЛИ 35, выход которого подключен к управляющему входу первого ключа 20. Второй выход дешифратора 34 присоединен к управляюще-

му входу второго ключа 21 и к первому входу второго элемента ИЛИ 36, выход которого подключен к управляющему входу четвертого ключа 23, третий выход дешифратора 34 подключен к вторым входам первого 35 и второго 36 элементов ИЛИ.

Блок 26 (фиг.5) содержит первый одновибратор 37, вход которого подключен к выходу узла 27 пуска, а его выход присоединен соответственно к входам второго 38 и третьего 39 одновибратора, к третьему исполнительному органу 12 и к разрешающим входам блока 24 управления и генератора 25 высокой частоты. Выход второго 38 одновибратора присоединен к R-входу триггера 40, S-вход которого присоединен к выходу измерительного блока 19, инверсный выход триггера 40 подключен к первому входу второго элемента И 41, первый вход которого подсоединен к выходу третьего одновибратора 39. Выход элемента И 41 подсоединен к входу второго исполнительного органа 11.

Узел 27 (фиг.7) содержит кнопку 42 и резистор 43, причем один вывод резистора 43 соединен с положительной шиной источника питания, а второй объединен с контактом кнопки 42 и является выходом узла 27. Второй контакт кнопки 42 соединен с общей шиной источника питания.

Устройство имеет входы и выходы 44-57.

Трехфазная автономная сеть с защитой работает в следующих режимах: нормальный рабочий режим с переменной частотой f и напряжением U при $U/f = \text{const}$; режим пуска электродвигателя, режим генераторного торможения, режим короткого замыкания (аварийный режим), режим контроля целостности кабеля непосредственно перед подключением преобразователя частоты к электродвигателю.

При нормальном режиме работы электропривода (отсутствие короткого замыкания в линии) происходит потребление энергии электродвигателя 17 от преобразователя 13 частоты (направление тока в звене постоянного тока показано на фиг. 1 сплошной линией), и с выхода блока 8 определения полярности тока подается сигнал уровня логической "1" на первый вход элемента И 9, на второй вход которого поступает сигнал с выхода блока 7. Работа блока 7 состоит в определении знака электромагнитной мощности. Знак этого сигнала соответствует знаку скольжения двигателя. Положительный знак мощности соответствует двигательному режиму $S > 0$, отрицательный – генераторному $S < 0$. При сигнале, соответствующем двигательному режиму, на выходе блока 7 имеем "0". В генератор-

ном режиме сигнал противоположный ("1"). Таким образом, в двигательном режиме на втором входе элемента И 9 сигнал соответствует уровню логического "0". В результате на отключающий вход первого исполнительного органа 10 сигнал не поступает.

При работе электропривода в режиме пуска работа устройства аналогична описанному.

В режиме генераторного торможения системы электродвигатель переходит в генераторный режим и начинает выдавать энергию в сеть, инвертор 16 переходит в выпрямительный режим, вследствие чего происходит изменение направления тока I в звене постоянного тока преобразователя 13 частоты (на фиг. 1 новое направление тока показано пунктиром).

С выхода блока 8 снимается сигнал, соответствующий уровню логического "0", который поступает на первый вход элемента И 9. В этом режиме происходит изменение знака электромагнитной мощности на отрицательный и блок 7 выдает на второй вход элемента И 9 сигнал "1". Но так как на его первом входе сигнал нулевого уровня, на выходе элемента И 9 также "0", срабатывания первого исполнительного органа 10 не происходит.

В начале аварийного режима (короткого замыкания) на второй вход элемента И 9 поступает сигнал "1" с выхода блока 7 о переходе электродвигателя в генераторный режим (режим подпитки короткого замыкания). В звене постоянного тока преобразователя частоты изменения направления тока не происходит, так как энергия рассеивания в точке короткого замыкания и не поступит в преобразователь. Блок 8 выдает сигнал "1" на первый вход элемента И 9. На выходе элемента И 9 появляется сигнал "1", который поступает на отключающий вход исполнительного органа 10. Исполнительный орган срабатывает, линия 18 отключается от преобразователя 13 частоты.

В режиме контроля целостности кабеля непосредственно перед подключением преобразователя 13 частоты к электродвигателю 17 узел 27 пуска выдает положительный импульс на второй вход блока 26 команд (эпюра 58а,б, фиг. 6).

Блок 26 команд обеспечивает логические операции по вводу в работу генератора 25 высокой частоты, блока 24 управления и включения второго исполнительного органа 11 и подключение на время контроля датчиков 4 и 5 тока к силовому кабелю 18 посредством включения третьего исполнительного органа 12.

Первый одновибратор 37 при подаче на его вход положительного импульса с узла 27 выдает на своем выходе положительный сигнал, соответствующий уровню логической "1", длительность которого определяется временем, необходимым для контроля целостности кабеля (эпюра 59а,б).

Этот импульс по своему фронту включает третий исполнительный орган 12 (подключая устройство контроля к жилам силового кабеля) и запускает в работу второй одновибратор 38. Второй одновибратор 38 вырабатывает короткий положительный импульс (эпюра 61а,б) и устанавливает RS-триггер 40 в исходное состояние. На инверсном выходе триггера 40 присутствует сигнал уровня логической "1" (эпюра 62а,б). Одновременно с этим первый одновибратор 37 разрешает работу генератора 25 высокой частоты и генератора 32 тактовых импульсов блока 24 управления. Генератор 32 тактовых импульсов формирует целое число импульсов, количество которых

определяется временем действия разрешающего сигнала на его входе, которые поступают на вход двухразрядного счетчика 33 импульсов. Счетчик 33 осуществляет счет импульсов от 0 до 4. После подачи четвертого импульса счетчик автоматически обнуляется. С выходов двух разрядов счетчика импульсы поступают на дешифратор 34, который формирует поочередно импульсы на своем выходе. Поступая на управляющие входы ключей 20-23, эти импульсы обеспечивают последовательность состояния ключей, указанную на фиг. 4. Тогда благодаря такому порядку работы ключи 20-23 генератора 25 высокой частоты в определенные моменты времени будут поочередно подсоединяться через датчики 4 и 5 тока к двум соответствующим жилам силового кабеля 18, соединяющего преобразователь 13 частоты и асинхронный электродвигатель 17, а через кабель к двум соответствующим фазам статорной обмотки двигателя.

Уровень сигнала на выходе датчиков 4 и 5 тока определяется отношением напряжения на выходе генератора 25 к полному сопротивлению двух жил силового кабеля и двух фаз статорной обмотки двигателя. Известно, что у кабеля индуктивное сопротивление во много раз меньше активного, и если учесть, что источником является генератор высокой частоты, то индуктивное сопротивление обмотки статора двигателя будет намного больше его активного сопротивления и последним можно пренебречь. Следовательно, сигнал на выходе датчиков 4 и 5 тока будет определяться отношением напряжения на выходе генератора 25 высо-

кой частоты к сумме удвоенных значений активного сопротивления кабеля и индуктивного сопротивления статорной обмотки двигателя. Если в силовом кабеле нет короткого замыкания, то сигнал на выходах датчиков 4 и 5 тока меньше уровня срабатывания блока 31 установки. В этом случае измерительный блок 19 выдает сигнал уровня логического "0" (эпюра 60а) на первый вход блока 25 команд (S-вход триггера 40). Состояние триггера 40 не изменится, на его инверсном выходе сигнал логической "1", (эпюра 62а), который поступает на первый вход элемента И 41. После окончания времени контроля по спаду импульса с выхода первого одновибратора 37 запустится третий одновибратор 39 и выдаст положительный сигнал логической "1" (эпюра 63а,б) на второй вход элемента И 41.

В результате на выходе элемента И 41 появится сигнал "1" (эпюра 64а), который вызовет включение второго исполнительного органа 11, подключая преобразователь частоты к питающей сети.

При наличии в подключенном силовом кабеле короткого замыкания между жилами уровень сигнала с выхода датчика 4 и 5 тока будет определяться отношением напряжения на выходе генератора высокой частоты к активному сопротивлению кабеля до места короткого замыкания, а так как активное сопротивление кабеля во много раз меньше индуктивного сопротивления обмотки статора асинхронного двигателя (АД), если источником является генератор высокой частоты, то сигнал с выхода датчика 4 и/или 5 тока превысит уровень срабатывания уставки 31, что приведет к появлению на выходе компаратора 30 сигнала соответствующего уровня логической "1", который поступит на вход триггера 40 блока 26 команд (эпюра 60б). Состояние триггера 40 изменится, на его инверсном выходе появится сигнал логического "0" (эпюра 62б), который поступает на второй вход элемента И 41, несмотря на наличие на втором входе элемента И 41 сигнала логической "1" (эпюра 63б), на его выходе будет сигнал нулевого уровня (эпюра 64б). В результате сигнал на разрешение включения второго исполнительного органа 11 не поступит. Преобразователь 13 частоты не включится в работу.

После окончания действия положительного импульса на выходе первого одновибратора 37 (эпюра 59а,б) блок команд выдает сигнал на отключение третьего исполнительного органа 12.

Данная трехфазная автономная сеть с защитой обеспечивает контроль целостности кабельной сети непосредственно перед

подключением на нее преобразователя частоты. В случае повреждения сети (двухфазное или трехфазное короткое замыкание) исключается подключение к ней источника энергии преобразователя частоты. Повышается надежность функционирования за счет исключения аварий, связанных с включением преобразователя частоты на поврежденную во время нерабочей паузы кабельную сеть и электродвигатель.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Трехфазная автономная сеть с защитой по авт.св. № 1427477, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что, с целью обеспечения надежной работы в частотно-регулируемом электроприводе горных машин путем контроля целостности силового кабеля непосредственно перед подключением тиристорного преобразователя частоты, дополнительно введены четвертый и пятый датчики тока, измерительный блок, блок команд, узел пуска, генератор высокой частоты, четыре ключа с блоком управления, при этом выходы четвертого и пятого датчика тока подключены к первому и второму входам измерительного блока соответственно, выход которого подключен к первому входу блока команд, второй вход которого подключен к выходу узла пуска, первый выход — к входу второго исполнительного органа, второй выход — к входу третьего исполнительного органа, третий выход — к входам генератора высокой частоты и блока управления, выходы последнего подключены к управляющим входам соответствующих ключей, первый выход генератора высокой частоты через последовательно соединенные первый ключ, четвертый датчик тока и первый вывод третьего исполнительного органа подключен к первой жиле силового кабеля и через последовательно соединенные второй ключ и второй вывод третьего исполнительного органа к второй жиле силового кабеля, второй выход генератора высокой частоты через третий ключ подключен к второму выводу третьего исполнительного органа, и через последовательно соединенные четвертый ключ, пятый датчик тока и третий вывод третьего исполнительного органа — к третьей жиле силового кабеля, второй исполнительный орган включен на входе управляемого выпрямителя тиристорного преобразователя частоты.

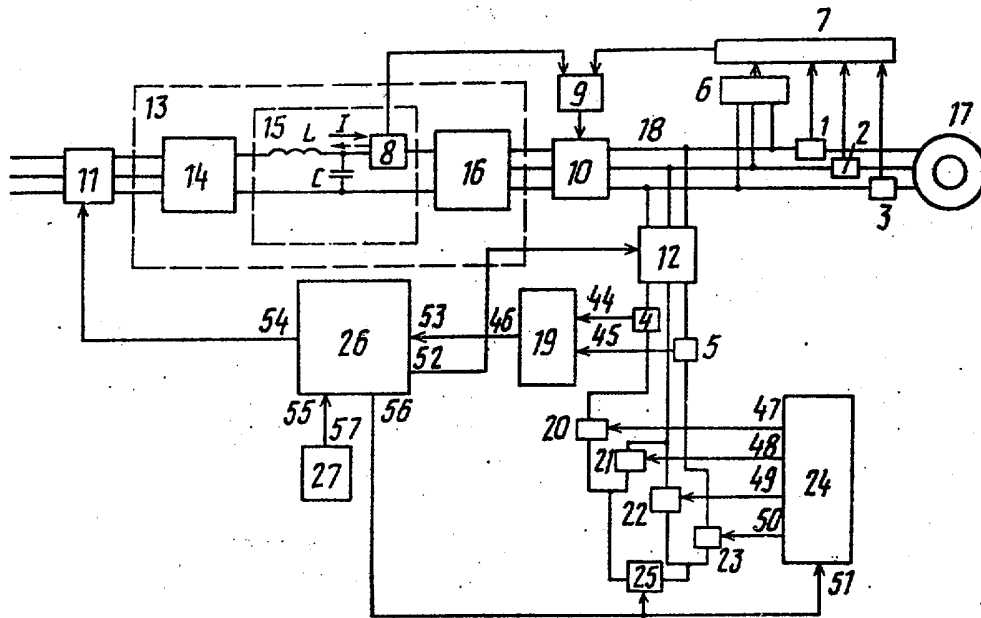
2. Автономная сеть по п.1, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что измерительный блок выполнен в виде двух диодов, блока уставки и компаратора, при этом аноды первого и второго диодов являются соответственно первым и вторым входами измерительного блока, катоды диодов объединены и под-

ключены к первому входу компаратора, к второму входу которого подключен блок установки, выход компаратора является выходом измерительного блока.

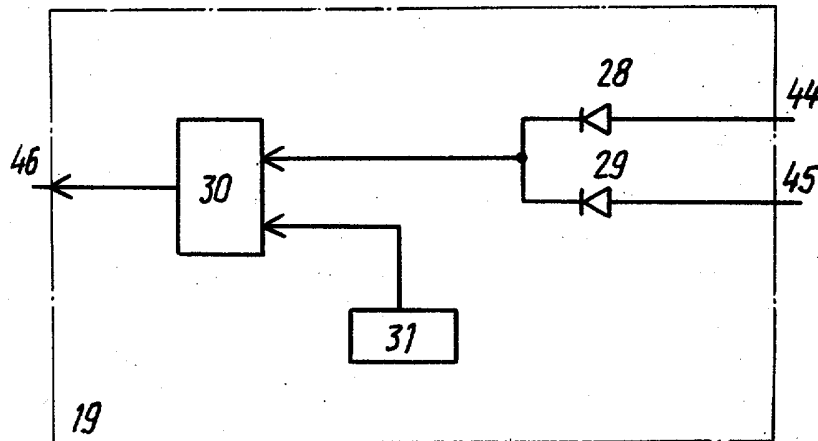
3. Автономная сеть по п.1, отличающаяся тем, что блок управления выполнен в виде последовательно соединенных генератора тактовых импульсов, счетчика импульсов и дешифратора, первого и второго элементов ИЛИ, при этом вход генератора тактовых импульсов, является входом блока управления, первый выход дешифратора подключен к первому входу первого элемента ИЛИ и является третьим выходом блока управления, первым выходом которого является выход первого элемента ИЛИ, второй выход дешифратора подключен к первому входу второго элемента ИЛИ и является вторым выходом блока управления, четвертым выходом которого является вы-

ход второго элемента ИЛИ, третий выход дешифратора подключен к вторым входам указанных элементов ИЛИ.

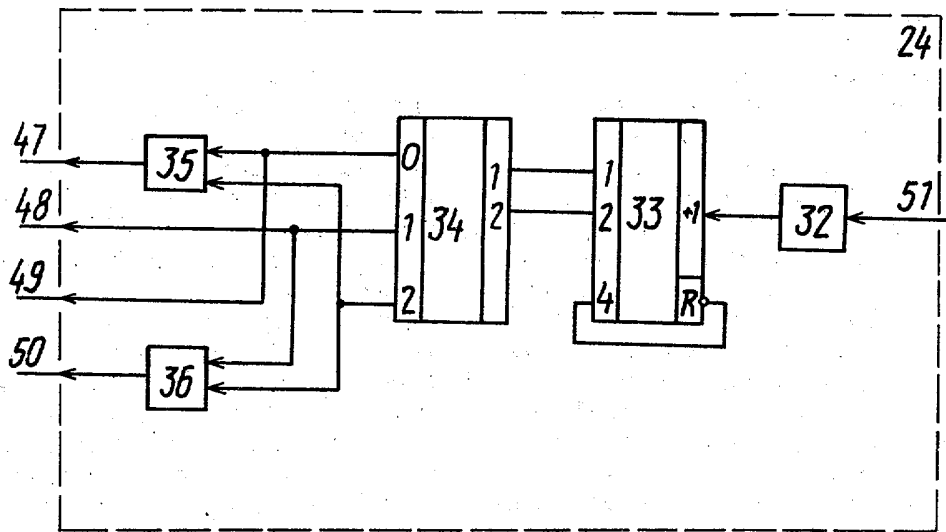
4. Автономная сеть по п.1, отличающаяся тем, что блок команд выполнен в виде RS-триггера, трех одновибраторов, второго элемента И, при этом S-вход RS-триггера является первым входом блока команд, вторым входом которого является вход первого одновибратора, выход которого подключен к входам второго и третьего одновибраторов и является вторым и третьим выходами блока команд, выход второго одновибратора подключен к R-входу RS-триггера, выход которого и выход третьего одновибратора подключены к входам второго элемента И, выход последнего является первым выходом блока команд.



Фиг.1



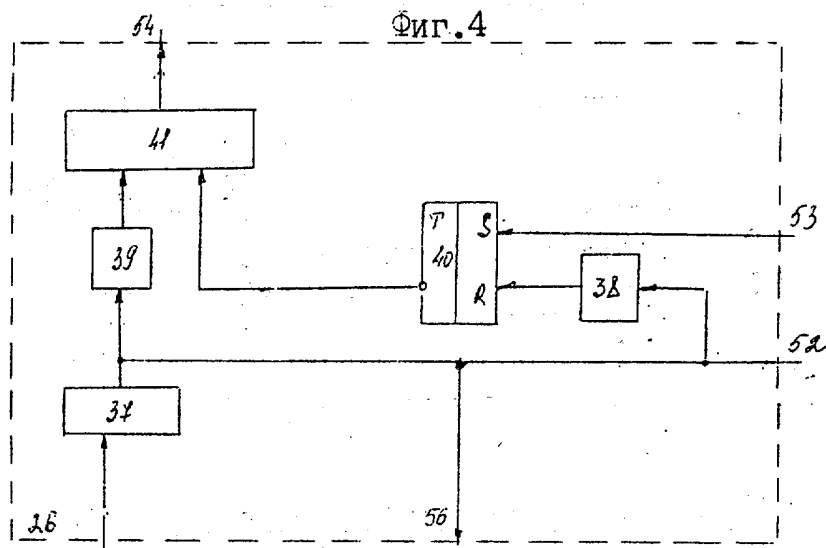
Фиг.2



Фиг. 3

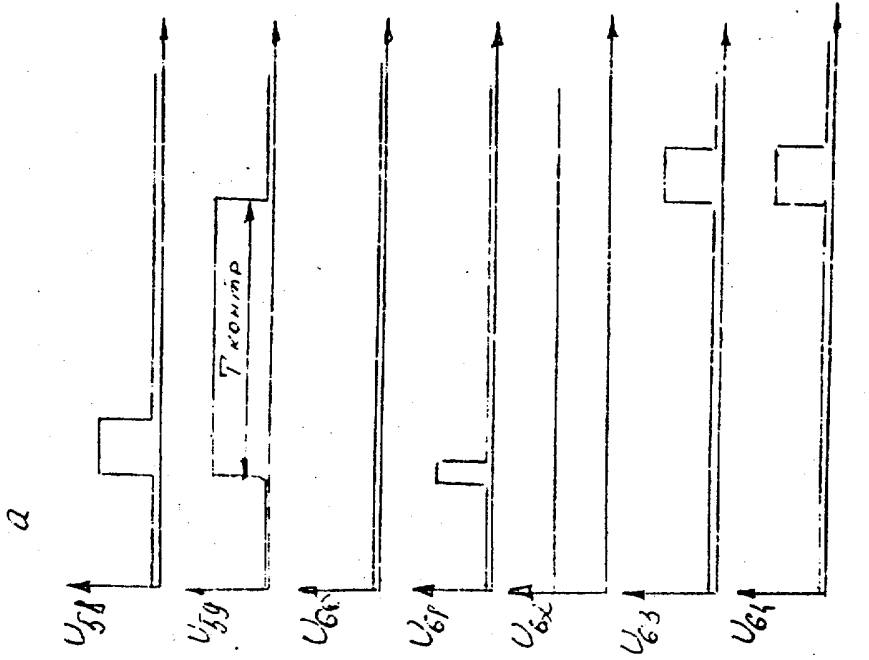
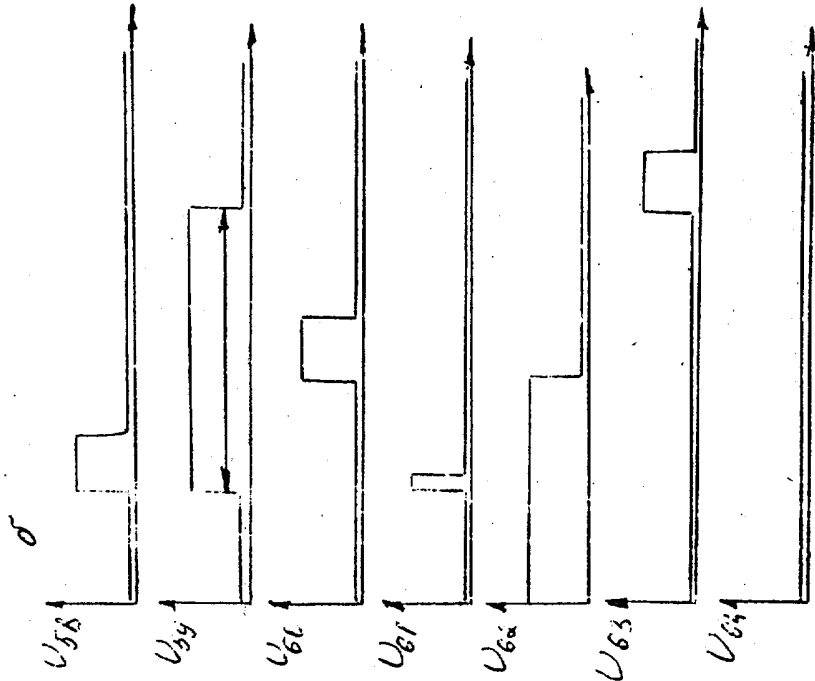
Трёхфазная автономная сеть с защитой

№ тактового импульса	Замкнут	Разомкнут
I	20, 22	21, 23
2	21, 23	20, 22
3	20, 23	21, 22
4	20, 22	21, 23



Фиг. 5

5



3

2

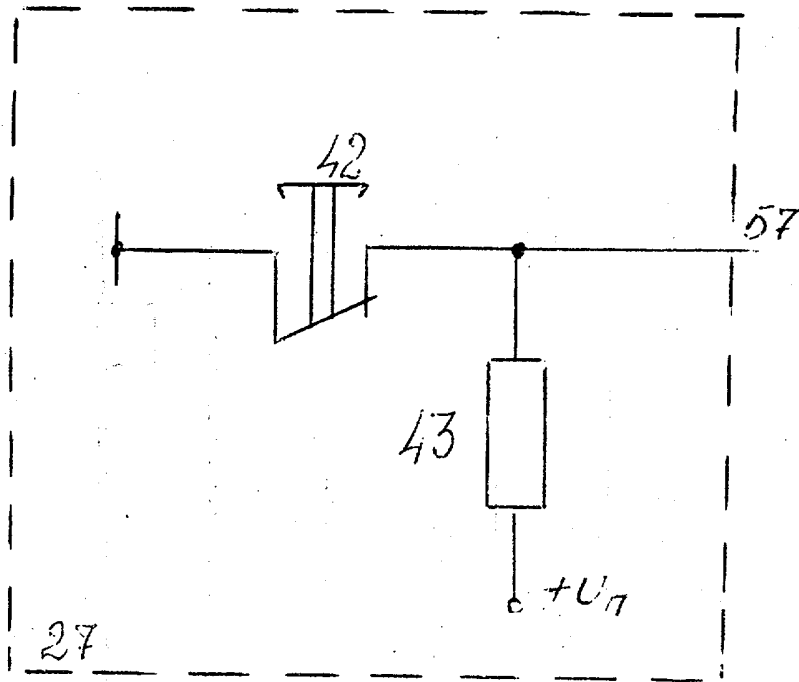


Fig. 7

30

35

40

45

50

Редактор Е.Пап

Составитель Л.Воропаева
Техред М.Моргентал

Корректор А.Осауленко

Заказ 2292

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101