



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1347118** **A1**

(5D 4 H 02 J 3/18

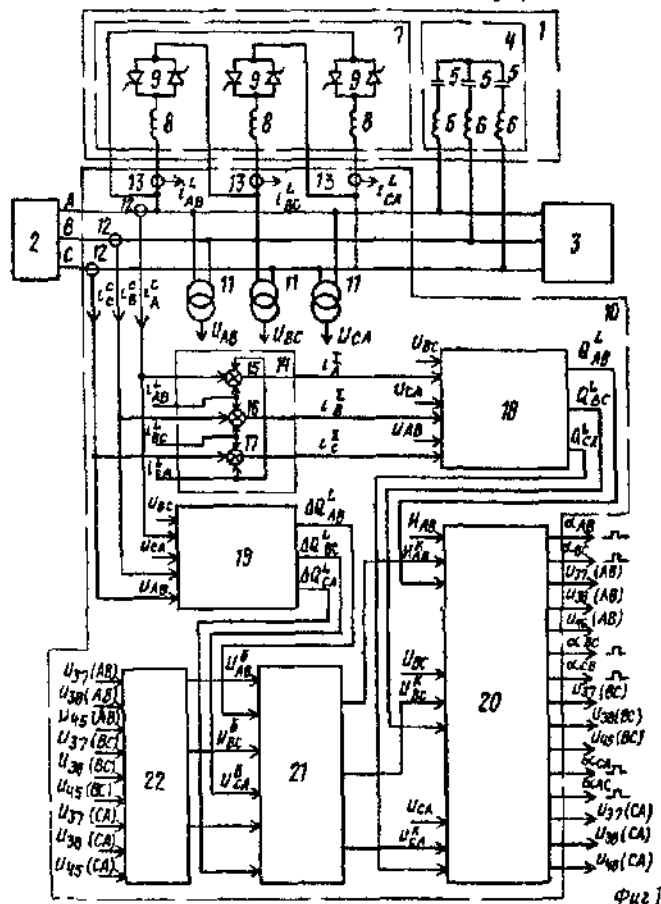
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4078485/24-07
(22) 18.06.86
(46) 23.10.87. Бюл. № 39
(71) Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт силовых полупроводниковых устройств
(72) А.Л.Шитов и С.Н.Черевань
(53) 621.316.761.2(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1261044, кл. H 02 J 3/18, 1985.
Патент СССР № 776582, кл. H 02 J 3/18, 1974.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕ-
АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
(57) Изобретение относится к электро-
технике, в частности к устройствам
повышения качества электроэнергии и
компенсации реактивной мощности в се-
тях с резкопеременными нагрузками.
Цель изобретения - повышение точно-
сти и упрощение настройки при резко-
переменной нагрузке. Устройство со-
держит контур управления тиристор-
но-реакторной группой компенсатора
по возмущению. Контур регулирования



РИФ. К

SU 1347118 A1

по реактивной мощности сети и узел коррекции 21 коэффициента передачи (K) первого контура по сигналу второго контура, обеспечивающий автоматическое поддержание значения $K = 1$. Имеется датчик зоны управления 22, блокирующий узел коррекции 21 при

чрезмерных набросах реактивной мощности нагрузки. Для настройки контура управления с помощью узла коррекции предусматриваются регулируемые резисторы, потенциометры и светодиоды. 5 ил.

1

2

Изобретение относится к электротехнике, в частности к устройствам повышения качества электроэнергии, и может быть использовано для компенсации реактивной мощности в сетях с мощными резкопеременными нагрузками промышленных предприятий.

Цель изобретения - повышение точности при одновременном упрощении настройки при резкопеременной нагрузке.

На фиг.1 дана блок-схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - схема узла управления; на фиг.3 - схема узла коррекции; на фиг.4 - схема датчика зоны управления; на фиг.5 - временные диаграммы, поясняющие работу устройства.

Устройство состоит из компенсатора 1, содержащего подключенные к сети 2 параллельно дуговой электропечи 3 трехфазные силовые фильтры 4, каждый из которых выполнен из цепочек, включенных в звезду и образованных из последовательно соединенных конденсаторов 5 и фильтровых реакторов 6, и тиристорно-реакторную группу 7, состоящую из цепочек, соединенных в треугольник и образованных из последовательно соединенных компенсирующих реакторов 8 и встречно-параллельно включенных тиристоров 9, и из регулятора 10, содержащего три датчика 11 напряжения сети (трансформаторы напряжения), три датчика 12 тока сети (трансформаторы тока), три датчика 13 тока, каждый из которых включен в соответствующую цепь последовательно соединенных компенсирующего реактора 8 и встречно-параллельно включенных тиристоров 9, узел сумматоров 14, состоящий из первого 15, второго 16 и третьего 17 сумма-

торов, выполненных на операционных усилителях, выходы которых являются соответствующими выходами узла сумматоров, а входы подключены к выходам датчиков 12 тока сети и датчикам 13 тока компенсирующих реакторов, первый блок 18 измерения регулируемого параметра, входами подключенный к выходам узла сумматоров 14 и выходам датчиков 11 напряжения сети, второй блок 19 измерения регулируемого параметра, входами подключенный к выходам датчиков 12 тока сети и к выходам датчиков 11 напряжения сети, блок 20 управления, блок 21 коррекции и датчик 22 зоны управления.

Блок 20 управления (фиг.2) содержит каналы 23 - 25, каждый из которых состоит из первого 26 и второго 27 выходных каскадов, распределителя 28 импульсов, состоящего из первого 29 и второго 30 элементов И-НЕ, выходы которых являются соответственно первым и вторым выходами распределителя импульсов, нуль-органа 31, выполненного на компараторе, выходом подключенного к первому неинверсному входу первого 29 и к первому инверсному входу второго 30 элементов И-НЕ, вторые неинверсные входы которых образуют первый вход распределителя импульсов, инерционного RC-звена 32 (выполнен на резисторе и конденсаторе), соединяющего второй вход распределителя импульсов с входом нуль-органа 31, из схемы 33 сравнения и формирования импульсов, содержащей одновибратор 34, выход которого является выходом схемы сравнения и формирования импульсов, элемент И-НЕ 35, выходом подключенный к входу одновибратора 34, компаратор 36, выходом подключенный к вто-

рому неинверсному входу элемента И-НЕ 35, первый инверсный вход которого является третьим входом схемы сравнения и формирования импульсов, сумматор 37, выход которого подключен к неинверсному входу компаратора 36 и является первым дополнительным выходом канала блока управления, амплитудный детектор 38, вход которого соединен с инвертирующим входом компаратора 36 и образует первый вход схемы сравнения и формирования импульсов, а выходом соединен с вторым дополнительным выходом канала блока управления и с первым входом сумматора 37, второй вход которого является вторым входом схемы сравнения и формирования импульсов и сигнальным входом канала блока управления, из генератора 39 функций, включающего суммирующий интегратор 40 с установкой начального значения, выполненный на операционном усилителе 41, выход которого является выходом суммирующего интегратора и выходом генератора функций, с параллельно соединенными конденсатором 42 и ключом 43 в отрицательной обратной связи, с резисторами 44 на инвертирующем входе и с источником 45 опорного напряжения на инвертирующем входе, и ключи 46, каждый из которых соединяет вход задания амплитуды генератора функций с соответствующим входом суммирующего интегратора 40, причем управляющие входы ключей 46 являются управляющими входами генератора функций и выход источника опорного напряжения является третьим дополнительным входом канала блока управления, из синхронизатора 47, выполненного в виде линейного дешифратора 48, первые восемь выходов которого являются выходами синхронизатора, пятиразрядного двоичного счетчика 49, выходами четырех первых разрядов подключенного к выходам линейного дешифратора 48, и схемы 50 фазовой автоподстройки частоты, у которой вход является входом синхронизатора и в обратной связи счетным входом и выходом пятого разряда включен двоичный счетчик 49, причем вход синхронизатора 47 и вход распределителя 28 импульсов соединены между собой и образуют вход синхронизации канала блока управления, выходы синхронизатора 47 соединены соответственно с управля-

щими входами генератора 39 функций, выход четвертого разряда двоичного счетчика 49 синхронизатора 47 соединен с управляющим входом ключа 43 многовходового интегратора 40 с установкой начального значения в генераторе 39 функций и с третьим входом схемы 33 сравнения и формирования импульсов, вход задания амплитуды генератора 39 функций является входом регулировки коэффициента усиления канала блока управления, выход генератора 39 функций соединен с первым входом схемы 33 сравнения и формирования импульсов, выход схемы 33 сравнения и формирования импульсов соединен с первым входом распределителя 28 импульсов, первый и второй выходы которого соединены через первый 26 и второй 27 соответственно выходные каскады с соответствующими основными выходами канала блока управления.

Блок 21 коррекции (фиг.3) содержит канал 51, канал 52 и канал 53, каждый из которых состоит из сумматора 54, вход которого является выходом канала блока коррекции, из первого 55 и второго 56 потенциометров, выходы которых соединены соответственно с первым и вторым входами сумматора 54, из источника 57 опорного напряжения, выходом подключенного к второму потенциометру 56, из нуля-индикатора 58, выполненного в виде встречно-параллельно включенных светодиодов 59 и 60, подключенных через балластный резистор 61 к выходу нуля-индикатора, из ключа 62, управляющий вход которого является входом блокировки канала блока коррекции, и из инвертирующего интегратора 63, выполненного на операционном усилителе 64 с конденсатором 65 в отрицательной обратной связи и с регулируемым резистором 66 на инвертирующем входе, при этом инвертирующий интегратор 63 входом подключен через ключ 62 к сигнальному входу канала блока коррекции, а выходом подключен к входу нуля-индикатора 58 и первому потенциометру 55.

Датчик 22 зоны управления (фиг.4) содержит каналы 67 - 69, каждый из которых содержит двухпороговый элемент 70, выход которого является выходом канала датчика зоны управления, а сигнальный вход - сигнальным

входом канала датчика зоны управления, делитель 71 напряжения в виде последовательно соединенных трех резисторов, выходами которого являются точки соединения среднего резистора с крайними, а входами являются не подсоединенные к среднему резистору отводы крайних резисторов, светодиод 73, подключенный через балластный резистор 72 к выходу двухпорогового элемента 70, при этом входы максимального и минимального уровней датчика зоны управления соединены через делитель 71 напряжения с входами верхнего порогового уровня и нижнего порогового уровня соответственно двухпорогового элемента 70. Причем, каждый канал 23 (24, 25) блока 20 управления соединен входом синхронизации с выходом соответствующего датчика 11 напряжения сети, входом регулировки коэффициента усиления - с выходом соответствующего канала 51 (52, 53) блока 21 коррекции, сигнальным входом - с соответствующим выходом первого блока 18 измерения регулируемого параметра, основными выходами - с управляющими переходами тиристоров 9 соответствующей фазы тиристорно-реакторной группы 7 и первым, вторым и третьим дополнительными выходами - с сигнальным входом, входом минимального уровня и входом максимального уровня соответственно соответствующего канала 67 (68, 69) датчика 22 зоны управления; каждый канал 51 (52, 53) блока 21 коррекции соединен сигнальным входом с соответствующим выходом второго блока 19 измерения регулируемого параметра и входом блокировки - с выходом соответствующего канала 67 (68, 69) датчика 22 зоны управления.

Устройство работает следующим образом.

Каждый трехфазный силовой фильтр 4 компенсатора 1 (фиг. 1) шунтирует токи высшей гармоники из амплитудного спектра дуговой электропечи 3 и тиристорно-реакторной группы 7 той частоты, на которую он настроен, причем конденсаторы 5 силовых фильтров являются источниками реактивной мощности Q^L . В компенсаторе 1 на компенсирующий реактор каждой фазы тиристорно-реакторной группы 7 подают соответствующее линейное напряжение U_{AB} (U_{BC} , U_{CA}) при включении

соответствующих тиристоров 9, углы управления α которых отсчитываются от положительного максимума анодного напряжения на тиристорах и меняются от нуля до $\pi/2$. При этом реактивные мощности сдвига по основной гармонике Q_{AB}^L , Q_{BC}^L и Q_{CA}^L , потребляемые компенсирующими реакторами 8 фаз AB, BC и CA соответственно тиристорно-реакторной группы 7, в общем виде описываются выражением

$$Q^L = \frac{U_{m\lambda}^2}{2\omega L} \left(1 - \frac{2\alpha}{\pi} - \frac{\sin 2\alpha}{\pi} \right), \quad (1)$$

где $U_{m\lambda}$ - амплитуда линейного напряжения.

В общем случае реактивная мощность компенсатора 1 равна $Q^L/3 - Q^L$ и является переменной величиной, функцией от угла управления тиристорами 9. Управление фазами тиристорно-реакторной группы 7 осуществляется в соответствии с интегральными выражениями

$$Q_{AB}^L = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n}^{t_n+T} (U_{BC} i_A^{\Sigma} + U_{CA} i_B^{\Sigma} - U_{AB} i_C^{\Sigma}) dt}{T/2};$$

$$Q_{BC}^L = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/3}^{t_n+2T/3} (U_{CA} i_B^{\Sigma} + U_{AB} i_C^{\Sigma} - U_{BC} i_A^{\Sigma}) dt}{T/2}; \quad (2)$$

$$Q_{CA}^L = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+5T/6}^{t_n+T} (U_{AB} i_C^{\Sigma} + U_{BC} i_A^{\Sigma} - U_{CA} i_B^{\Sigma}) dt}{T/2};$$

где t_n - моменты максимумов полуволи линейного напряжения U_{AB} ;

i_A^{Σ} , i_B^{Σ} ,

i_C^{Σ} - текущие значения токов в общих шинах питания.

Текущие значения токов i_A^{Σ} , i_B^{Σ} , i_C^{Σ} могут быть измерены с помощью датчиков тока путем непосредственного подключения их к общим шинам питания параллельно соединенных нагрузки и силовых фильтров или с помощью датчиков 13 тока компенсирующих реакторов 8 и датчиков 12 тока сети. В предлагаемом устройстве осуществляется измерение токов i_{AB}^L , i_{BC}^L и i_{CA}^L в фазах AB, BC и CA тиристорно-реакторной группы 7 датчиками 13 тока и измерение токов i_A^C , i_B^C и i_C^C в соответствующих линиях A, B и C сети - датчиками 12 тока. Значения

этих токов поступают на входы сумматоров 15 ~ 17 и узла сумматоров 14 таким образом, что на выходе первого сумматора 15 формируется сигнал $i_A^Z = i_A^C - i_{AB}^L + i_{CA}^L$, на выходе второго сумматора 16 - $i_B^Z = i_B^C - i_{BC}^L + i_{AB}^L$ и на выходе третьего сумматора 17 - $i_C^Z = i_C^C - i_{CA}^L + i_{BC}^L$. Сигналы текущих значений токов i_A^Z , i_B^Z и i_C^Z в общих шинах питания с выходов узла сумматоров 14 и линейных напряжений U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} с выходов датчиков 11 напряжения сети поступают на соответствующие входы первого блока 18 измерения регулируемого параметра, на выходах которого формируются сигналы Q_{AB}^L , Q_{BC}^L и Q_{CA}^L , вычисленные в соответствии с уравнениями (2). Для симметричных нагрузок (тиристорный электропривод) алгоритм управления фазами тиристорно-реакторной группы 7 можно осуществить по выражениям

$$Q_{AB}^L = \frac{1}{3\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/2}^{t_n+T} (U_{BC} i_A^Z + U_{CA} i_B^Z + U_{AB} i_C^Z) dt}{T/2};$$

$$Q_{BC}^L = \frac{1}{3\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/6}^{t_n+5T/6} (U_{BC} i_A^Z + U_{CA} i_B^Z + U_{AB} i_C^Z) dt}{T/2};$$

$$Q_{CA}^L = \frac{1}{3\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/3}^{t_n+2T/3} (U_{BC} i_A^Z + U_{CA} i_B^Z + U_{AB} i_C^Z) dt}{T/2}.$$

Сигналы Q_{AB}^L (Q_{BC}^L , Q_{CA}^L) с соответствующего выхода первого блока 18 измерения регулируемого параметра поступают на сигнальный вход соответствующего канала 23 (24, 25) блока 20 управления, который преобразует входной сигнал в угол подачи управляющего импульса на тиристоры 9 соответствующей фазы тиристорно-реакторной группы 7. Работа канала 23 блока 20 управления, показанного на фиг. 2, иллюстрируется временными диаграммами напряжений на фиг. 5. Сигнал линейного напряжения U_{AB} (диаграмма напряжения U_{AB}) с выхода соответствующего датчика 11 напряжения поступает на вход синхронизации канала 23 блока 26 управления, где подается на вход синхронизатора 47 и на вход распре-

делителя 28 импульсов. В синхронизаторе сигнал линейного напряжения U_{AB} поступает на вход схемы фазовой автоподстройки частоты 50 с пятиразрядным двоичным счетчиком 49 в обратной связи и захватывается по частоте так, что на выходе пятого разряда счетчика 49, работающего в коде 16 - 8 - 4 - 2 - 1, формируются прямоугольные импульсы с длительностью, равной полупериоду напряжения сети, и сдвинутые по фазе на 90° эл. град. относительно сигнала линейного напряжения U_{AB} , при этом частота счетных импульсов (диаграмма напряжения U_{50}) на счетном входе пятиразрядного двоичного счетчика равна $32 f_c$, где f_c - частота напряжения сети. В данном случае двоичный счетчик работает как делитель частоты. Сигналы в виде прямоугольных импульсов с выходов первых четырех разрядов двоичного счетчика 49 поступают на соответствующие входы линейного дешифратора 48. Во второй половине каждой полуволны линейного напряжения U_{AB} сигнал в виде "1" смещается через каждые $1/32T$ (T - период напряжения сети) последовательно с первого к восьмому выходам линейного дешифратора. Таким образом, на выходах синхронизатора формируется последовательность синхроимпульсов, которые поступают на управляющие входы генератора 39 функций, где воздействуют на управляющие входы соответствующих ключей 46. Каждый из ключей 46 коммутирует сигнал U_{AB}^K с выхода задания амплитуды генератора функций на соответствующий вход суммирующего интегратора 40. Прямоугольный импульс с выхода четвертого разряда двоичного счетчика 49 синхронизатора 47 в течение первой половины каждой полуволны линейного напряжения U_{AB} воздействует по управлению на ключ 43, который шунтирует конденсатор 42 в цепи отрицательной обратной связи операционного усилителя 41 суммирующего интегратора 40, на выходе которого и генератора 39 функций в это время устанавливается сигнал, равный U_{45} выхода источника 45 опорного напряжения, воздействующего на неинвертирующий вход операционного усилителя 41 (диаграмма напряжения U_{45}). При размыкании ключа 43 начинается процесс интегрирования разностного сигнала

$U_{AB}^k - U_{45}$, причем постоянная времени $R_{44}C_{42}$, где R_{44} - значение сопротивления резистора на соответствующем входе суммирующего интегратора 40; C_{42} - значение емкости конденсатора, изменяется управляемыми ключами 46 так, что на выходе генератора 39 функций во второй половине каждой полуволны линейного напряжения U_{AB} формируется кусочно-линейная кривая опорного сигнала (диаграмма напряжения U_{39}), описываемая в точках перегиба выражением

$$U_{39}(t_n) = U_{45} - (U_{AB}^k - U_{45}) \sum_{n=0}^n \frac{1/32 \tau}{R_{44}(n)C_{42}}, \quad (3)$$

где n - целое число, равное $0, 1, 2, \dots$.
8. В идеальном варианте для линейаризации фазы АВ тиристорно-реакторной группы 7 необходимо, чтобы генератор функций формировал на интервале второй половины каждой полуволны линейного напряжения U_{AB} опорный сигнал вида

$$U_{39}(t) = U_{45} - (U_{AB}^k - U_{45}) \left(\frac{1\omega t}{\pi} + \frac{\sin 2\omega t}{\pi} \right), \quad (4)$$

где время t отсчитывается от момента начала интервала (t_0), т.е. переменная часть этого выражения должна быть пропорциональна переменной части выражения (1) для реактивной мощности сдвига по основной гармонике фазы тиристорно-реакторной группы. Если выражение (3) для $U_{39}(t_n)$ в точках перегиба равно выражению (4) для $U_{39}(t)$, то оно будет с высокой точностью аппроксимировать выражение (4). Причем точность аппроксимации увеличивается с увеличением числа выходов синхронизатора 47 и ключей 46 и входов суммирующего интегратора 40. Таким образом, в предлагаемом устройстве с помощью генераторов 39 функций каналов 23 - 25 блока 20 управления осуществляется с высокой точностью линейаризация статических характеристик фаз тиристорно-реакторной группы 7. Это обеспечивается еще и тем, что управление каждого из ключей 46 жестко синхронизировано с сетевым напряжением, которое при резкопеременной нагрузке изменяется как по частоте, так и по фазе. Из выражения (4) видно, что размах опорного напряжения U_{39} на выходе генератора функций 39

зависит от величины сигнала U_{AB}^k на его входе задания амплитуды. Сигнал опорного напряжения (диаграмма напряжения U_{39}) с выхода генератора 39 функций поступает на первый вход схемы 33 сравнения и формирования импульсов, где подается на вход амплитудного детектора 38, формирующего на своем выходе сигнал U_{38} по нижнему уровню опорного сигнала U_{39} , и на инвертирующий вход компаратора 36. На второй вход схемы 33 сравнения и формирования импульсов, служащей для формирования импульсов с углом управления α , с сигнального входа канала 23 поступает сигнал Q_{AB}^L в виде напряжения, пропорционального реактивной мощности фазы АВ тиристорно-реакторной группы 7, необходимой для компенсации реактивной мощности в сети. Сигнал Q_{AB}^L поступает на второй вход сумматора 37, на первый вход которого поступает сигнал U_{38} с выхода амплитудного детектора 38. На выходе сумматора 37 формируется сигнал $U_{37} = U_{38} + Q_{AB}^L$ (диаграмма напряжения U_{37}), который подается на неинвертирующий вход компаратора 36, где сравнивается с опорным сигналом U_{39} . При $U_{37} > U_{39}$ на выходе компаратора 36 формируется сигнал в виде "1", передний фронт которого определяет угол α (α_1 и α_2 на фиг. 5) подачи импульса управления на тиристоры. Амплитудный детектор 38 и сумматор 37 необходимый для формирования сигнала, пропорционального реактивной мощности фазы тиристорно-реакторной группы 7 относительно нижнего уровня опорного сигнала U_{39} . С выхода компаратора 36 сигнал в виде "1" поступает на неинверсный вход элемента И-НЕ 35, на инверсный вход которого поступают импульсы с выхода четвертого разряда двоичного счетчика 49, при этом они запрещают формирование сигналов в виде "0" на выходе элемента И-НЕ 35 в первой половине каждой полуволны линейного напряжения U_{AB} .

По перепадам сигнала на выходе элемента И-НЕ 35 с "1" на "0" одновибратор 34 формирует прямоугольные импульсы управления (диаграмма напряжения U_{33} , U_{34}), которые поступают на первый вход распределителя 28 импульсов и передаются при положительной полярности сигнала линейного

напряжения U_{AB} на первый выход, а при отрицательной полярности - на второй выход распределителя 28 импульсов в виде уровня сигнала "0" (диаграмма напряжения U_{19} и U_{30}). Сигналы в виде "0" с выходов распределителя 28 импульсов поступают на входы выходных каскадов (26,27), которые запускаются и формируют мощные импульсы управления на управляющих переходах соответствующих тиристоров 9 фазы АВ тиристорно-реакторной группы 7. Тиристоры 9 подключают компенсирующий реактор 8 фазы АВ к линейному напряжению U_{AB} , при этом через него протекает ток i_{AB}^L (диаграмма тока i_{AB}^L , где α_1 и α_2 - углы управления тиристорами). Аналогично работают остальные каналы.

Если фазы тиристорно-реакторной группы 7 генерируют реактивную мощность сдвига по основной гармонике, отличающуюся по величине от измеренной по выражениям (2), то имеется недокомпенсация реактивной мощности нагрузки в виде ошибки, равной реактивной мощности сети. При этом ошибка управления каждой из фаз тиристорно-реакторной группы 7 в виде реактивной мощности сдвига по основной гармонике определяется в соответствии с выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{AB}^L &= \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/2}^{t_n+T} (U_{BC} i_A^c + U_{CA} i_B^c - U_{AB} i_C^c) dt}{T/2}; \\ \Delta Q_{BC}^L &= \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/6}^{t_n+5T/6} (U_{CA} i_B^c + U_{AB} i_C^c - U_{BC} i_A^c) dt}{T/2}; \\ \Delta Q_{CA}^L &= \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\int_{t_n+T/3}^{t_n+2T/3} (U_{AB} i_C^c + U_{BC} i_A^c - U_{CA} i_B^c) dt}{T/2}. \end{aligned} \quad (5)$$

выведенными аналогично выражениям (3), что осуществляется следующим образом. Сигналы текущих значений токов сети i_A^c , i_B^c , i_C^c с выходов датчиков 12 тока и текущих значений линейных напряжений U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} с выходов датчиков 11 напряжения сети поступают на входы второго блока 19 измерения регулируемого параметра, в котором эти сигналы преобразуются и на его выходах формируются сигналы ошибки, пропорциональные значениям

ΔQ_{AB}^L , ΔQ_{BC}^L и ΔQ_{CA}^L , определяемых по выражениям (5). Сигналы ошибок ΔQ_{AB}^L , ΔQ_{BC}^L и ΔQ_{CA}^L с выходов второго блока 19 измерения регулируемого параметра поступают на сигнальные входы соответствующих каналов 51 - 53 блока коррекции, который воздействует поканально на коэффициент передачи блока 20 управления так, чтобы эти ошибки уменьшились до нуля. Работа блока 21 коррекции на примере канала 51 состоит в следующем. Ошибка в канале 51 поступает через ключ 62, который замкнут в режиме управления, на вход интегратора 63, являющегося И-регулятором и одновременно элементом памяти при размыкании ключа 62 в случае выхода фазы АВ тиристорно-реакторной группы из режима управления. Сигнал U_{63} с выхода интегратора 63 поступает на вход нуля-индикатора 58, используемого в процессе настройки, и через потенциометр 55 - на первый вход сумматора 54, на второй вход которого через потенциометр 56 поступает сигнал с выхода источника 57 опорного напряжения, при этом на выходе сумматора 54 и выходе канала 51 блока 21 коррекции формируется сигнал коррекции $U_{AB}^k = U_{55} + U_{56}$, где U_{55} и U_{56} - сигналы в виде напряжения с выходов потенциометров 55 и 56. Сигнал U_{56} , который устанавливается на выходе потенциометра 56, является постоянной составляющей сигнала коррекции U_{AB}^k , а сигнал U_{55} - переменной составляющей, поступающей с выхода И-регулятора, выполненного на интеграторе 63. Сигнал коррекции воздействует через вход регулировки коэффициента усиления канала 23 блока 20 управления на вход задания амплитуды генератора 39 функции. Сигналы коррекции U_{BC}^k и U_{CA}^k с выходов других каналов блока 21 коррекции аналогично подаются на входы регулировки коэффициента усиления каналов ВС и СА блока 20 управления, где поступают на входы задания амплитуды генераторов 39 функций. В зависимости от величины сигнала коррекции U_{AB}^k (U_{BC}^k , U_{CA}^k) генератор 39 функции соответствующего канала блока 20 управления формирует опорный сигнал, описываемый выражением (3) в точках перегиба, величиной размаха, при которой ошибка управления ΔQ_{AB}^L (ΔQ_{BC}^L , ΔQ_{CA}^L) на сигнальных вхо-

дах блока 21 коррекции обращается в ноль, т.е. коэффициент передачи блока 20 управления устанавливается таким, что общий коэффициент передачи контура управления по возмущению становится равным единице.

Датчик 22 зоны управления (фиг.4) блокирует воздействие сигналов ошибок управления ΔQ_{AB}^L , ΔQ_{BC}^L и ΔQ_{CA}^L на блок 21 коррекции, когда измеренные с помощью первого блока 18 измерения регулируемого параметра сигналы Q_{AB}^L , Q_{BC}^L и Q_{CA}^L для управления фазами АВ, ВС и СА тиристорно-реакторной группы 7 принимают значения, меньшие нуля либо большие величины $U_{mA}^2/2\omega L$, т.е. когда сигнал управления выходит из диапазона управления по мощности. Сигналы U_{45} с выхода источника опорного напряжения через третий дополнительный выход и U_{38} с выхода амплитудного детектора 38 через второй дополнительный выход каждого канала 23 - 25 блока 20 управления поступают на вход максимального уровня соответствующего канала 67 - 69 датчика зоны 22 управления, где подаются через делитель 71 напряжения на входы верхнего и нижнего порогов двухпорогового элемента 70, на сигнальный вход которого поступает сигнал U_{37} с выхода сумматора 37 через первый дополнительный выход соответствующего канала 23 (24,25) блока 20 управления. Сигналы U_{45} и U_{38} являются максимальным и минимальным значениями опорного сигнала U_{39} с выхода генератора 39 функций и определяют для фазы тиристорно-реакторной группы 7 зону управления, при которой диапазон изменения сигнала соответствует диапазону изменения мощности фазы тиристорно-реакторной группы 7 от нуля до $U_{mA}^2/2\omega L$. При срабатывании двухпорогового элемента 70 с его выхода сигнал напряжения в виде "1" поступает через балластный резистор 72 на светодиод 73, который сигнализирует об управляемости фазы тиристорно-реакторной группы, и поступает через выход канала 67 (68,69) датчика 22 зоны управления на вход блокировки соответствующего канала 51 (52,53) блока 21 коррекции. При этом обеспечивается работа канала 51 (52,53) блока коррекции по соответствующему сигналу ошибки управления ΔQ_{AB}^L (ΔQ_{BC}^L , ΔQ_{CA}^L), поступающему

с соответствующего выхода второго блока 19 измерения регулируемого параметра на сигнальный вход канала блока коррекции.

Настройка коэффициента передачи контура управления по возмущению с помощью блока коррекции осуществляется путем регулирования положения движков резисторов 66 и потенциометров 55 и 56. Контроль настройки осуществляется по светодиодам 73 и 59.

Предлагаемое устройство, снижающее колебания напряжения за счет более точной работы регулятора, уменьшает в итоге отрицательные последствия от колебаний напряжения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для компенсации реактивной мощности, содержащее подключенные к питающей сети параллельно нагрузке силовые фильтры, состоящие из конденсаторов и фильтровых реакторов, и тиристорно-реакторную группу с блоком управления, включающим выходные каскады, распределители импульсов, схемы сравнения, генераторы функции и синхронизаторы, каждый из которых выходами соединен с управляющими входами соответствующего генератора функции, а входом - с соответствующим входом синхронизации блока управления, датчики тока сети, датчики суммарного тока нагрузки и силовых фильтров, датчики напряжения сети, первый блок измерения регулируемого параметра, входами соединенный с выходами датчиков суммарного тока нагрузки и силовых фильтров и датчиков напряжения сети, а выходами - с сигнальными входами блока управления, входы синхронизации которого подключены к выходам датчиков напряжения сети, второй блок измерения регулируемого параметра, входами подключенный к выходам датчиков тока сети и датчиков напряжения сети, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и упрощения настройки при резкопеременной нагрузке, оно снабжено блоком коррекции и датчиком зоны управления, а каждый генератор функции выполнен в виде ключей и многовходового интегратора с установкой начального значения, выход которого является

выходом генератора функции и каждый вход соединен через соответствующий управляющий ключ с входом задания амплитуды генератора функции, каждый синхронизатор выполнен в виде дешифратора, двоичного счетчика и схемы фазовой автоподстройки частоты, вход которой является входом синхронизатора, а выход соединен с входом двоичного счетчика, соединенного с выходом с входом дешифратора, выходы которого являются выходами синхронизатора, соединенными с управляющими входами ключей генератора функции, а датчик зоны управления выполнен в виде делителя напряжения и двухпорогового элемента, входы которого соединены с выходами делителя напряжения, а выход является выходом датчика зоны управления, блок коррекции

выполнен в виде сумматоров, источников опорного напряжения, ключей блокировки и интеграторов, причем выходы сумматоров являются выходами узла коррекции, управляющие входы ключей блокировки являются входами блокировки узла коррекции, входы интеграторов подключены через соответствующие ключи блокировки к соответствующим сигнальным входам узла коррекции, а выходы подключены к первому входу соответствующего сумматора, второй вход которого соединен с выходом соответствующего источника опорного напряжения и при этом сигнальные входы блока коррекции соединены с выходами второго блока измерения регулируемого параметра, а выходы - с дополнительными входами генераторов функции блока управления.

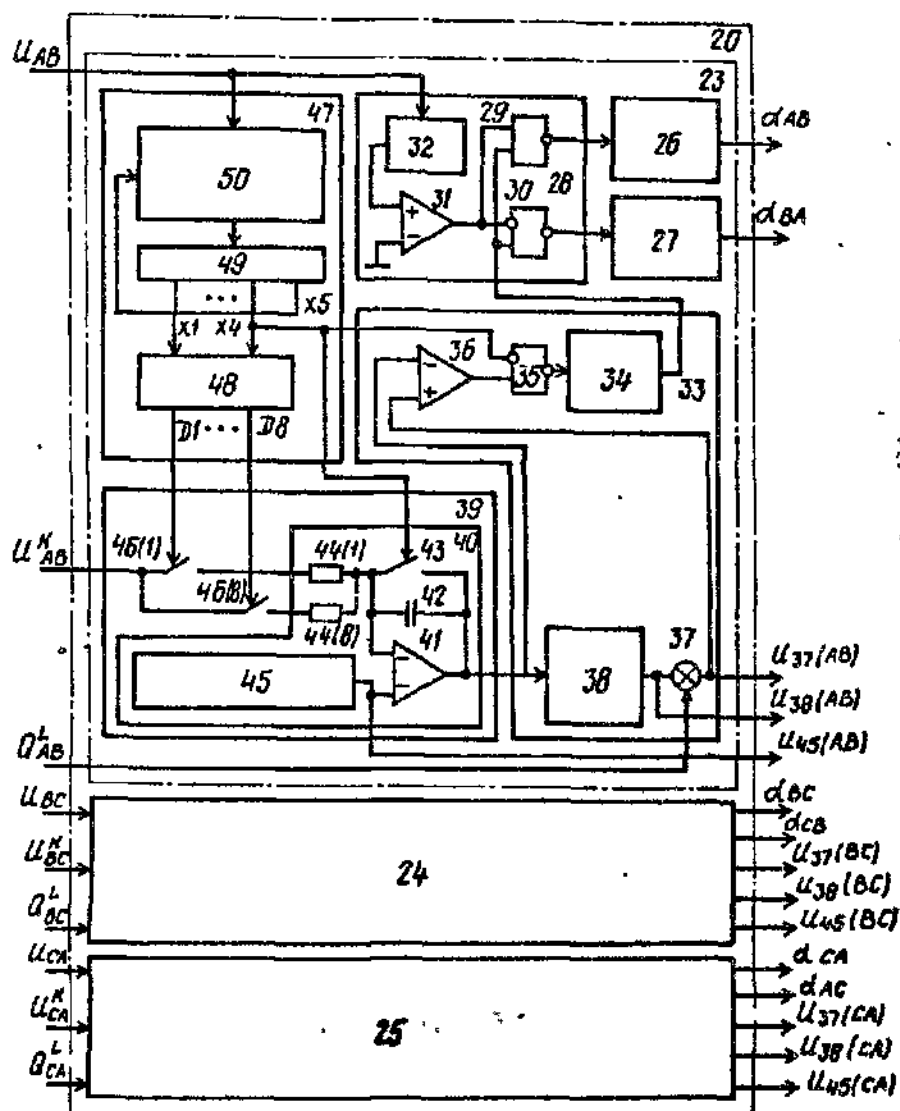
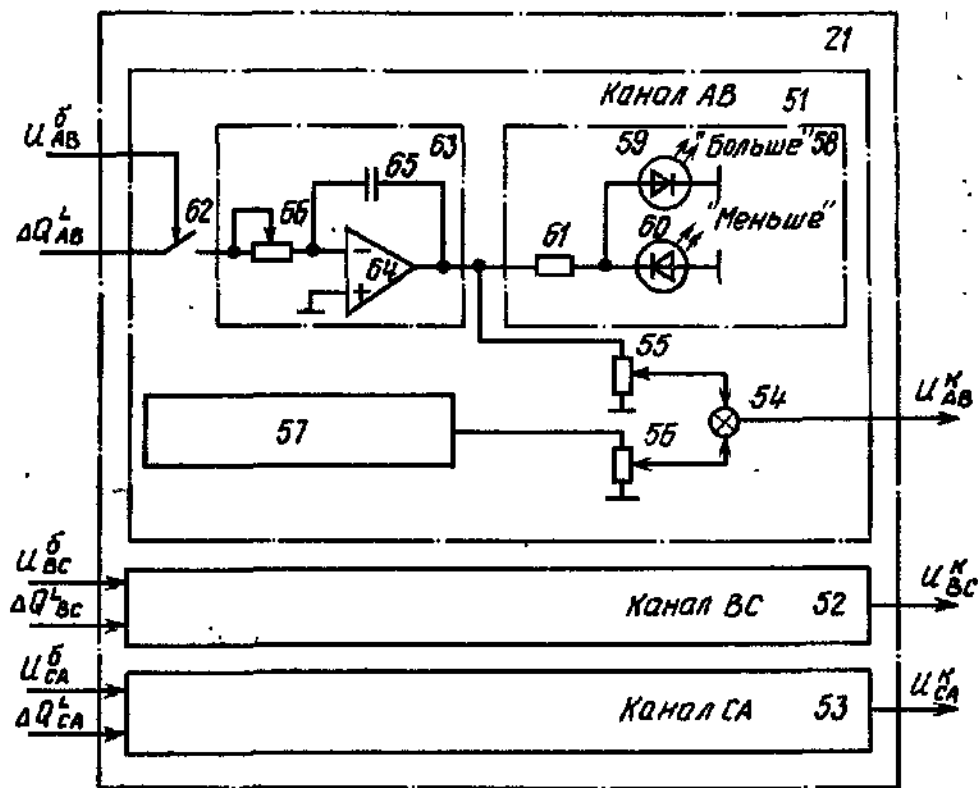
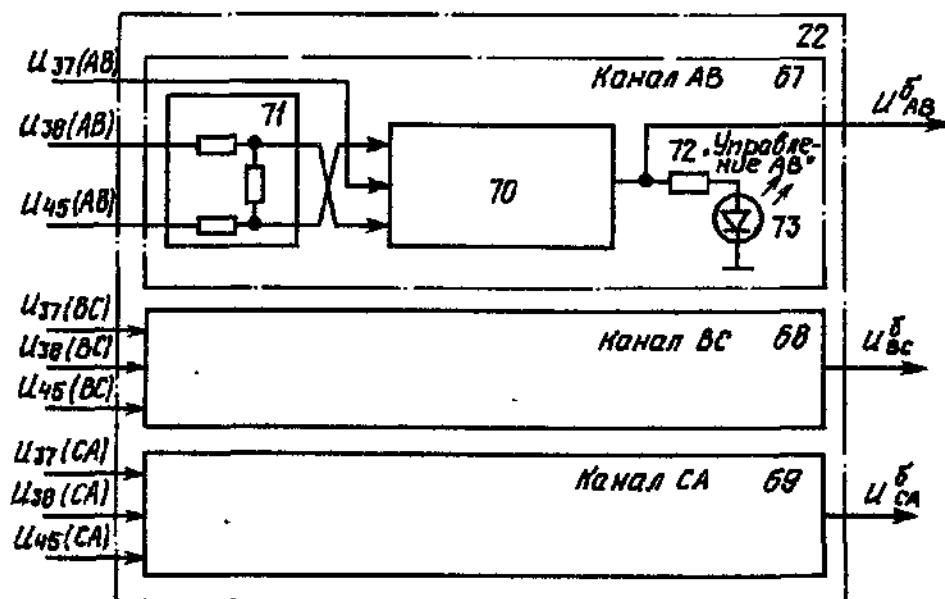


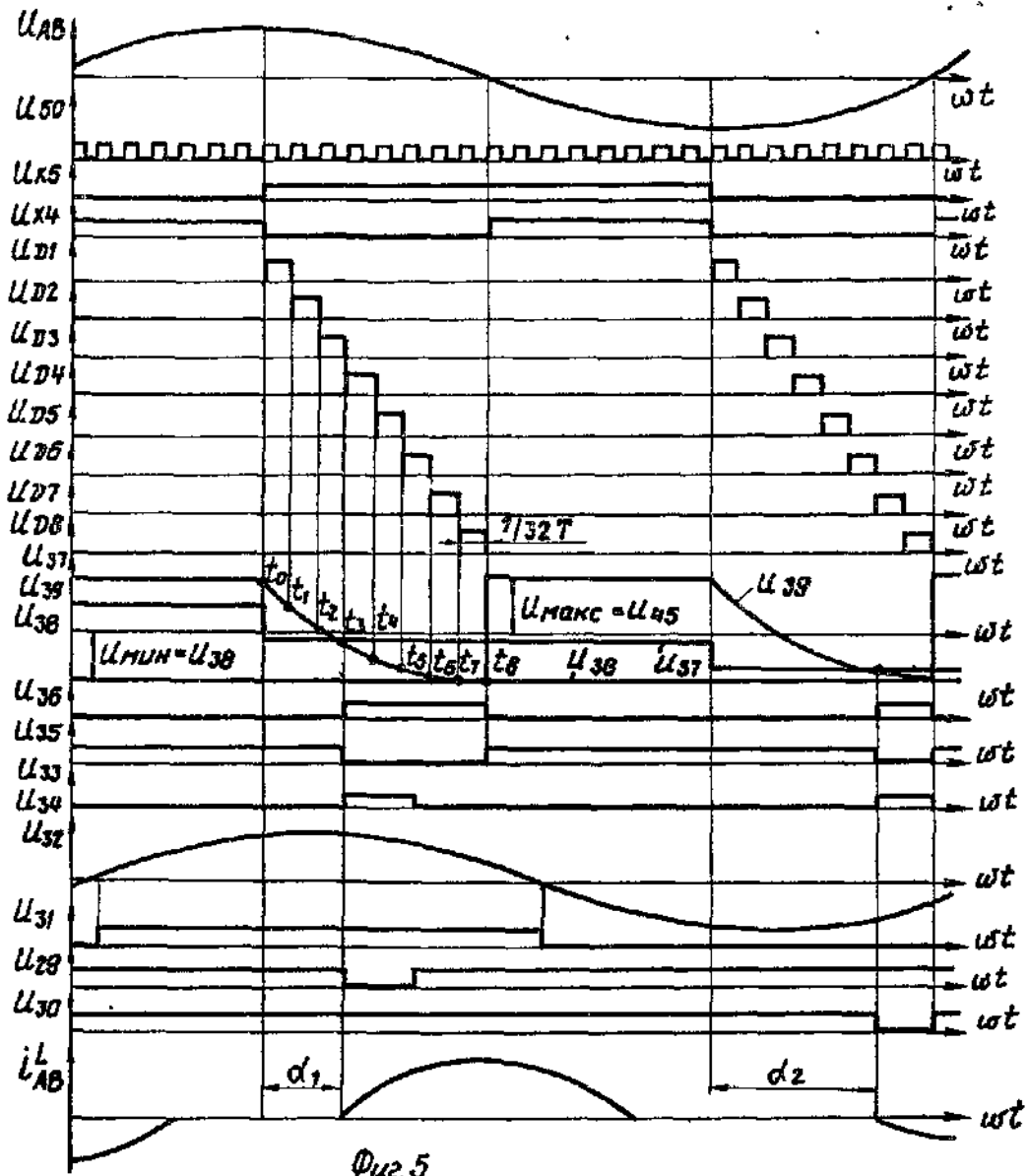
Fig 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Составитель С.Егоров
 Редактор А.Ворович Техред А.Кравчук Корректор М.Шароши

Заказ 5123/48 Тираж 617 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4

