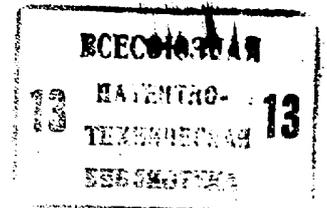




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

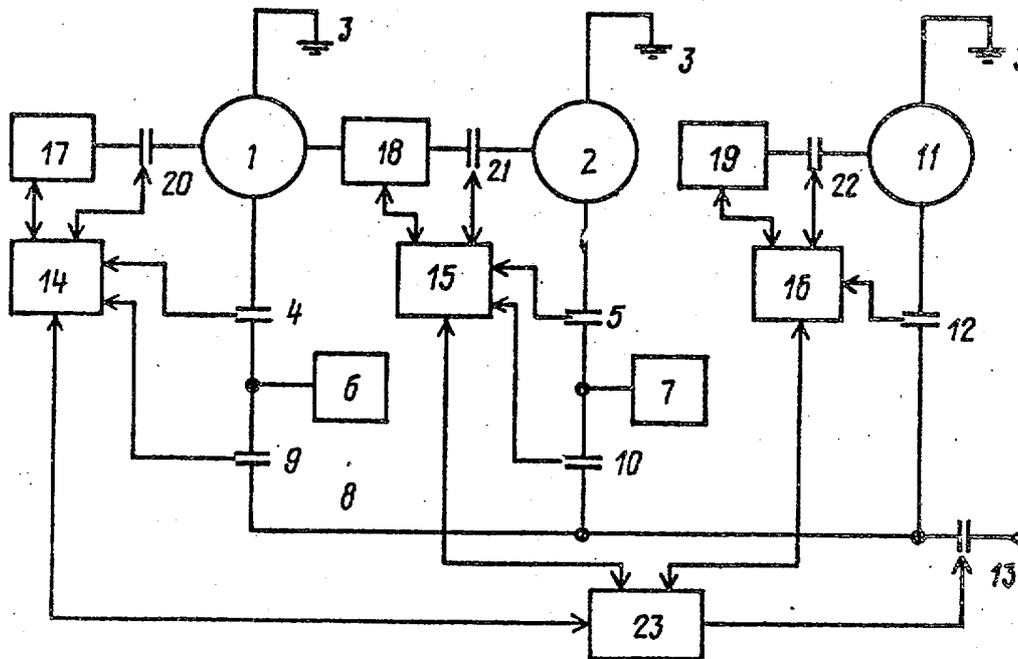


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

- (21) 2929304/24-07
- (22) 29.05.80
- (31) 43804
- (32) 30.05.79
- (33) US
- (46) 07.11.87. Бюл. 41
- (71) Сандстрэнд Корпорейшн (US)
- (72) Ричард П.Иджак, Джеймс Б.Том, Вильям Дж.Петерсон и Тимоти Ф.Гленнон (US)
- (53) 621.313.322(088.8)
- (56) Патент США № 2885569, кл. 307-87, 1959.
- (54) СИСТЕМА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
- (57) Изобретение относится к области электротехники, в частности к управ-

ляемым системам для генерирования и распределения электрической энергии. Цель изобретения - повышение надежности. В качестве блоков 14, 15, 16 управления для каждого параллельно работающего генератора 1, 2, 11 использованы микропроцессорные блоки. Система содержит также микропроцессорный блок 23 управления питанием шины 8 для определения условий работы системы распределения энергии. Блок 23 взаимодействует с блоками 14, 15, 16, осуществляя коррекцию работы этих блоков. Надежность повышена в результате исключения множественных средств связи между блоками управления. 8 ил.



Фиг.1

(19) **SU** (11) **1351524** **A3**

Изобретение относится к управлению для системы генерирования и распределения электрической энергии.

Цель изобретения - повышение надежности.

На фиг.1 изображена схема системы; на фиг.2 - блок-схема генератора с приводом от двигателя, применяемого в данной системе; на фиг.3 - блок-схема части блока управления генератором; на фиг.4 - схема, показывающая измерительные преобразователи тока в системе, соединенные с блоком управления генератором и блоком регулирования мощности в шине; на фиг.5 - блок-схема, аналогичная фиг.3, с дополнительными деталями; на фиг.6 - блок-схема системы, аналогичная фиг.1, показывающая дополнительные детали блока регулирования мощности в шине и его внутреннее соединение с системой распределения; на фиг.7 - блок-схема регулятора напряжения генератора; на фиг.8 - блок-схема, иллюстрирующая функции микропроцессора, связанные с регулятором напряжения.

Система генерирования и распределения электрической энергии описывается применительно к двухдвигательному атмосферному летательному аппарату с вспомогательной силовой установкой. Характерные особенности управления могут использоваться в других системах генерирования и распределения электрической энергии для атмосферных летательных аппаратов.

В системе (фиг.1) одна линия может обозначать многократные соединения между элементами. Система содержит генераторы 1 и 2, которые имеют выводы, обращенные к общему обратному проводу или корпусу ("земле") и соединенные через автоматические выключатели 4 и 5 с нагрузками 6 и 7 соответственно. Электро-распределительная шина 8 может селективно соединяться с нагрузками 6 и 7 через выключатели 9 и 10 связи с шиной.

Вспомогательный генератор 11 также имеет вывод, обращенный к корпусу 3 и соединенный через выключатель 12 вспомогательной мощности с электрораспределительной шиной 8. Внешний источник энергии (не показан) может соединяться с электросисте-

мой, когда атмосферный летательный аппарат находится на земле, через контактор 13.

Электросистема атмосферного летательного аппарата представляет собой трехфазную систему, работающую при частоте 400 Гц с четырехпроводной системой распределения. Соответственно этому однолинейные соединения и одноконтактные контакторы представляют собой четыре провода и трехполюсные реле, причем нейтраль остается непрерываемой.

Каждый из генераторов имеет блок 14-16 управления. Блоки управления генераторами контролируют рабочие состояния связанных с ними генераторов и управляют работой источников 17-19 токов возбуждения и реле 20-22 управления генераторами соответственно. Источник тока возбуждения и реле управления генератором могут составлять часть блока управления.

Размерные стрелки на каждом конце линий, взаимосоединяющих блок управления генератором со связанными источником тока возбуждения и реле управления генератором, показывают, что информация для состояния и управления передается в обоих направлениях. Линии с одной размерной стрелкой между схемой генератора и выключателями связи с шиной и блоком управления генератором показывают, что состояние выключателя или информация состояния представляет входной сигнал к блоку управления генератором.

Блок 23 регулирования мощности в шине соединяется для передачи информации о состоянии системы, взаимно соединяется с каждым блоком управления генератором и управляет работой выключателей связи с шиной, чтобы поддерживать оптимальное распределение энергии от источников, доступных нагрузкам 6 и 7. Каждый блок управления использует микропроцессор, чтобы обеспечивать сбор и организацию информации, относящейся к работе генератора и состоянию схемы, и для выделения и распределения соответствующих сигналов управления.

Согласно другой схеме электросистемы атмосферного летательного аппарата (фиг.2) двигатель 24 при-

водит во вращение привод 25 постоянных оборотов, который обеспечивает подводимый крутящий момент к генератору 26, включающему генератор 27 с постоянными магнитами, генератор 28 возбуждения и трехфазный силовой генератор 29. Привод может объединяться с генератором в одном корпусе. Таким образом, роторы каждого генератора (с постоянными магнитами, возбуждения и трехфазного силового) монтируются на общий вал, проводимый во вращение приводом 25 постоянных оборотов. Генератор с постоянными магнитами имеет вывод, который снабжает энергией блоки управления и возбудитель 28. Последний имеет фиксированные электромагниты и вращающийся якорь, причем выходной ток якоря выпрямляется и подается к вращающимся электромагнитам силового генератора 29, который, в свою очередь, имеет отдаваемую мощность, снимаемую от фиксированных обмоток. Ток возбуждения для возбудителя 28 обеспечивается от генератора с постоянными магнитами через контакты реле 20-22 управления генератором и регулятор напряжения. Выход генератора соединяется с цепью нагрузки через три контакта автоматического выключателя 4 (5, 12) генератора.

На фиг.3 иллюстрируются вводы системы распределения и главного генератора к блоку управления генератором. Выходное напряжение генератора для каждой из трех фаз снимается в точке регулирования, которая может быть клеммой автоматического выключателя 4 (5, 12) генератора. Фазные напряжения через схемы 30 ограничения пиков подаются к мультиплексору 31.1 аналоговых сигналов и преобразователю 31.2 из аналоговой формы в цифровую. Эти фазные напряжения вместе с другими входными сигналами последовательно выбираются мультиплексором, преобразуются в цифровую информацию и подаются к микропроцессору 32 через информационную шину и окна ввода-вывода.

Фазные токи воспринимаются трансформаторами тока (не показаны на фиг.3) и через схемы 33 ограничения пиков, подаются к мультиплексору 31.1 и преобразователю 31.2 из ана-

логовой формы в цифровую. Линейные токи схемы распределения также воспринимаются трансформаторами тока и вместе с сигналами генератора тока подаются к дифференциальному компаратору 34 токов, который обеспечивает соответствующий входной сигнал к микропроцессору в случае появления разбаланса избыточного тока.

Выходной сигнал генератора с постоянными магнитами воспринимается детекторами 35 и 36 недостаточной и избыточной частот, которые, если частота находится вне выбранных пределов, обеспечивают сигналы к микропроцессору. Альтернативно выходной сигнал генератора с постоянными магнитами может преобразовываться в сигнал в цифровой форме и подаваться непосредственно к микропроцессорам. Блок электромагнитного измерительного преобразователя, связанный с приводом 25 постоянных оборотов, обеспечивает сигнал к детекторной схеме 37 недостаточного числа оборотов, которая также обеспечивает ввод информации к микропроцессору. Другие сигналы состояния генератора обеспечиваются от тумблера включения генератора, органа управления в кабине летательного аппарата, обеспечивающего возможность функционирования реле управления генератором, когда запускается двигатель, и от вспомогательных контактов автоматического выключателя генератора и выключателя связи с шиной.

Отдаваемая мощность генератора с постоянными магнитами также используется для внутренних источников питания блока 38 управления генератором. Эти источники питания питаются энергией от шины аккумуляторной батареи летательного аппарата, когда генератор не работает.

Фазные напряжения генератора от точки регулирования подаются к регулятору 39 напряжения, в котором получается среднее напряжение трех фаз, которое подается через мультиплексор и преобразователь из аналоговой формы в цифровую к микропроцессору. Сигнал рассогласования напряжения, образованный микропроцессором, выдается через преобразова-

тель 40 из цифровой формы в аналоговую к регулятору напряжения. Регулируемый ток возбуждения для возбуждителя подается через реле 41 управления генератором к обмотке возбуждения возбуждителя 28. Детектор 42 короткого замыкания вращающегося выпрямителя, соединенный со схемой возбуждения, обеспечивает дополнительный входной сигнал к микропроцессору.

Фазные токи в различных точках системы воспринимаются, например, трансформаторами тока и подаются к блокам управления генераторами и блоку регулирования мощности в шине. Эти входные сигналы относительно состояний системы и генераторов к блокам управления дают основание для функций управления и обеспечивают избыточную информацию, используемую в проверке работы системы. На фиг.4 иллюстрируется расположение трансформаторов тока, обеспечивающих информацию относительно состояния системы и генератора для блока 14 управления генератором 1 и блока 23 регулирования мощности в шине. Токи от генератора измеряются трансформатором 43 тока генератора, подсоединенным между генератором и эталоном потенциала "земли" 3. Ток нагрузки измеряется трансформатором 44 тока в фидере 45 нагрузки. Эти входные сигналы токов подаются к блоку 14 управления генератором 1. Токи в шине 8 связи воспринимаются на соединении с выключателем 9 связи с шиной трансформатором 46 тока. Ток, текущий в фидере 47 между выключателем 9 связи с шиной и соединением с фидером 45 нагрузки, воспринимается трансформатором 48 тока, соединенным с блоком 23 регулирования мощности в шине.

На фиг.5 показаны входные и выходные сигналы блока управления генератором. Различные аналоговые сигналы, представляющие состояние генератора, подаются через мультиплексор 31.1 и преобразователь 31.2 из аналоговой формы в цифровую к микрокомпьютеру 49. Таковые включают фазные напряжения точки регулирования, воспринимаемые схемами 30 ограничения пиков, и линейные и генераторные токи от соответствующих

трансформаторов тока, воспринимаемые схемами 33 ограничения пиков. Сигнал числа оборотов для привода 25 постоянных оборотов от электромагнитного измерительного преобразователя подается через преобразователь 50 частоты в напряжение. Аналогично сигнал числа оборотов от генератора 27 с постоянными магнитами подается через преобразователь 51 частоты в напряжение. Температура масла, используемого в приводе постоянных оборотов и для охлаждения генератора, воспринимается как на входе, так и на выходе общего корпуса генератора и привода. Аналоговые сигналы температуры предусматривают дополнительные мультиплексорные блоки. Под управлением микрокомпьютера аналоговый мультиплексор 31.1 последовательно сканирует входные сигналы состояния генератора, и эти сигналы через преобразователь 31.2 аналоговой формы в числовую подаются к входу данного микрокомпьютера. Сигналы числа оборотов от блока электромагнитного измерительного преобразователя и генератора с постоянными магнитами могут преобразовываться непосредственно в цифровую форму и подаваться к микрокомпьютеру 49 (показано пунктирными линиями).

Цифровые устройства ввода, например переключатели, соединяются через входные буферы 52 с микрокомпьютером 49. Эти устройства ввода включают вспомогательные контакты на реле управления генератором, автоматическом выключателе генератора и выключателе связи с шиной. Тумблер включения генератора, расположенный в кабине летательного аппарата орган управления, обеспечивает дискретные входные сигналы как в замкнутом, так и в разомкнутом положении. Контактный измерительный преобразователь давления масла обеспечивает еще один входной сигнал, показывающий доступность масла для приведения в действие привода постоянных оборотов и охлаждения генератора.

Среднее фазное напряжение генератора (фиг.5) образуется в схеме 53 считывания среднего значения и через фильтр 54 подается к аналоговому мультиплексору. Сигнал рассогласования через преобразователь 40 из

цифровой формы в аналоговую подается к суммирующему переходу 55, где он суммируется со средним фазным напряжением, и эта сумма подается к широтно-импульсному модулятору 56, который управляет выходным усилителем 57, обеспечивающим ток возбуждения к обмотке возбуждения возбудителя. Энергия схемы возбуждения подается генератором с постоянными магнитами через реле 41 управления генератором. Выходные сигналы преобразователя 40 из цифровой формы в аналоговую и выходного усилителя 57 подаются к входам аналогового мультиплексора 31.1 и сравниваются микрокомпьютером 49 с желаемыми величинами в случае проверки работы системы. Детектор 42 короткого замыкания воспринимает несрабатывание диода и обеспечивает входной сигнал к микрокомпьютеру, чтобы приводить в действие реле 41 управления генератором.

Выходные сигналы от микрокомпьютера 49 подаются через выходные буферы 58. Главные выходные сигналы включают сигналы, управляющие работой реле управления генератором и замыканием и размыканием автоматических выключателей блока управления генератором и связи с шиной. Выходной сигнал "Выключить световой сигнал" обеспечивает визуальную индикацию в кабине летчика состояния, в котором генератор должен выключаться. При необходимости дополнительной проверки работы системы сигналы выходных буферов через многожильный кабель 59 подаются к входному мультиплексору 31.1 аналоговых сигналов.

Связь с блоком регулирования мощности в шине обеспечивается через промежуточное устройство 60 связи и последовательный канал 61 передачи данных (информационная шина), который может содержать двухпроводную скрученную пару. Когда данные передаются между блоками управления последовательным образом, необходима только двухпроводная линия, даже в том случае, если данные могут представлять многие различные состояния системы или сигналы управления. В трехгенераторной системе блок регулирования мощности в шине может иметь период цикла 4 мс. В течение

каждого цикла информация системы обменивается и проверяется связью через канал передачи данных.

5 Внутренний генератор синхронизирующих импульсов (не показан) обеспечивает синхронизацию для микрокомпьютера, мультиплексора и демультиплексора и других схем синхронизирующего устройства. Сигналы синхронизации, передаваемые через 10 информационную шину 61 от блока регулирования мощности в шине, координируют работу блоков управления системой. Эти синхронизирующие сигналы 15 считаются, чтобы устанавливать точные периоды синхронизации, которые могут иметь общий начальный момент времени, или пусковой период.

20 Взаимосвязь блока 23 регулирования мощности в шине с данной системой, иллюстрирующая взаимный обмен данными с блоками 14 и 15 управления генераторами и вводы от автоматических выключателей 4 и 5 генераторов и выключателей 9 и 10 связи с шиной, иллюстрируются на фиг.6. Для левого генератора 1 вспомогательный контакт автоматического выключателя 4 обеспечивает ввод к блоку 30 регулирования мощности в шине. Другой вспомогательный контакт обеспечивает ввод к блоку 14 управления левым генератором, а этот автоматический выключатель контролируется 35 блоком управления генератором. Выключатель связи с шиной имеет вспомогательные контакты, которые обеспечивают вводы к блоку 14 управления левым генератором и блоку 23 регулирования мощности в шине, а автоматический выключатель связи 40 управляется блоком управления левым генератором в соответствии с информацией, образованной в блоке управления левым генератором, и информацией, принятой от блока регулирования мощности в шине. Аналогичные схемы обеспечиваются для 45 автоматического выключателя 5 генератора и выключателя 10 связи с шиной для правого генератора 2. Блоки 14 и 15 управления генераторами соединяются через информационные шины 61 и 62 соответственно с блоком 50 регулирования мощности в шине.

55 Состояние вспомогательных контактов, соединенных с блоками управления генератором и регулирования

мощности в шине, обеспечивает избыточную информацию, которая проверяется на точность блоками управления по каналам передачи данных. Измерение напряжений и токов добавляет дополнительные уровни избыточной информации.

Вспомогательный генератор 26 соединяется с шиной связи через выключатель 12 вспомогательной мощности, который имеет вспомогательные контакты, обеспечивающие вводы к блоку 23 регулирования мощности в шине и блоку 16 управления вспомогательным генератором. Этот выключатель вспомогательной мощности управляется выходным сигналом блока 16 управления вспомогательным генератором. Последовательная информационная шина 63 обеспечивает связь между блоком 16 управления вспомогательным генератором и блоком 23 регулирования мощности в шине.

Источник 64 внешней энергии может использоваться, когда атмосферный летательный аппарат находится в приземленном состоянии. Этот источник энергии соединяется через контактор 13 внешней энергии с шиной 8. Вспомогательный контакт на контакторе внешней энергии обеспечивает ввод к блоку 23 регулирования мощности в шине, а этот блок управления, в свою очередь, управляет контактором внешней энергии. Фазные напряжения источника внешней энергии обеспечивают дополнительный входной сигнал в блоке регулирования мощности в шине.

Другие вводы для блока регулирования мощности в шине включают органы управления в кабине летчика, представляющие передаточный переключатель шины, переключатель внешнего источника энергии и автоматические выключатели связи с шиной. Выходные сигналы в дополнение к информации, передаваемой к вспомогательным блокам управления через информационные шины и управляющие контакторы 13 внешней энергии, включают сигналы из кабины летчика, показывающие отказ системы шины и доступность внешней энергии. При необходимости могут обеспечиваться другие выходные сигналы из кабины летчика.

Когда атмосферный летательный аппарат находится в приземленном

состоянии, электрическая энергия обеспечивается от внешнего источника 64 энергии или от вспомогательного генератора 11. При подаче в систему внешней энергии контактор 13 внешней энергии и выключатели 9 и 10 связи с шиной замыкаются, подавая энергию через нагрузки 6 и 7 (фиг.1). При использовании вспомогательного генератора 11 выключатель 12 вспомогательной мощности и выключатели 9 и 10 связи с шиной замыкаются.

Когда запускаются двигатели атмосферного летательного аппарата в порядке подготовки для взлета, генераторы 1 и 2 обеспечивают снабжение системы энергией после достижения соответствующего числа оборотов двигателя. В этот момент времени электрические нагрузки передаются от источника внешней энергии или вспомогательного генератора к приводимым в действие двигателями генераторам путем размыкания выключателей 9 и 10 связи с шиной и замыкания автоматических выключателей 4 и 5 генераторов. В случае отказа двигателя или генератора в полете все нагрузки могут обеспечиваться энергией от одного из приводимых в действие двигателем генераторов или от комбинации из одного приводимого в действие двигателем генератора и вспомогательного генератора 11 путем соответствующей манипуляции выключателями связи с шиной и автоматическими выключателями генераторов.

Рассмотрим комбинацию обработки аналогового сигнала и сигнала микропроцессора в регуляторе напряжения. Напряжения трех фаз А, В и С (фиг.7) подаются к схеме 53 считывания среднего значения, и аналоговый средний сигнал подается через фильтр 65 нижних частот, фильтр 54 и преобразователь 31.2 аналоговой формы в цифровую к микрокомпьютеру. Для нормального регулирования генераторов (фиг.8) среднее напряжение трех фаз сравнивается с опорным у суммирующего перехода 66. Разность интегрируется в интеграторе 67, обеспечивающем ошибку напряжения, подаваемую через логическую схему 68, преобразователь 40 из цифровой формы в аналоговую и аналоговый переключатель 69 к входу суммирующего

перехода 55. Среднее фазное напряжение от фильтра 65 через аналоговый переключатель 70 к другому вводу суммирующего перехода 55. Выход суммирующего перехода 55 через фильтр 71 соединяется с широтно-импульсным модулятором 56 и выходным усилителем 57 (фиг.5), чтобы обеспечивать регулируемый ток к обмотке возбуждения возбудителя.

Данный микрокомпьютер имеет дополнительные входы, представляющие самый большой фазный ток 72, самое высокое фазное напряжение 73 и самое низкое фазное напряжение 74, которые обеспечивают возможность дополнительных режимов работы регулятора напряжения, чтобы справляться с ненормальными состояниями. Большой фазный ток и функция самого высокого фазного напряжения, устанавливаемая функциональным блоком 75, суммируются на переходе 76, обеспечивая предел тока обмотки возбуждения.

В случае отказа одной фазы в генераторе средний фазный сигнал от фильтра 65 включает гармоники, которые не должны подаваться к регулятору тока возбуждения возбудителя. Это состояние также дает в результате большой фазный ток, детектируемый компаратором 77, который обеспечивает сигнал регулирования режима, чтобы размыкать аналоговый переключатель 70. Это снимает входной сигнал среднего напряжения с суммирующего перехода 55. Система продолжает функционировать при сигнале ошибки напряжения от суммирующего перехода 76, регулирующего ток возбуждения.

В случае, если напряжение одной фазы является низким, регулятор будет пытаться установить избыточный ток возбуждения. Это состояние воспринимается путем сравнения самого высокого фазного напряжения с опорным в суммирующем переходе 78, обеспечивающем сигнал к логической схеме 68 и ограничивающем сигнал управления к обмотке возбуждения возбудителя.

Самое высокое и самое низкое фазные напряжения сравниваются в суммирующем переходе 79. Когда разность является избыточной, и выходной сигнал компаратора 80 размыкает аналоговый переключатель 69, уменьшая усилие для сигнала рассогласования

напряжения путем подсоединения в эту схему резистора 81. Это предупреждает регулятор от попыток устанавливать избыточный ток возбуждения.

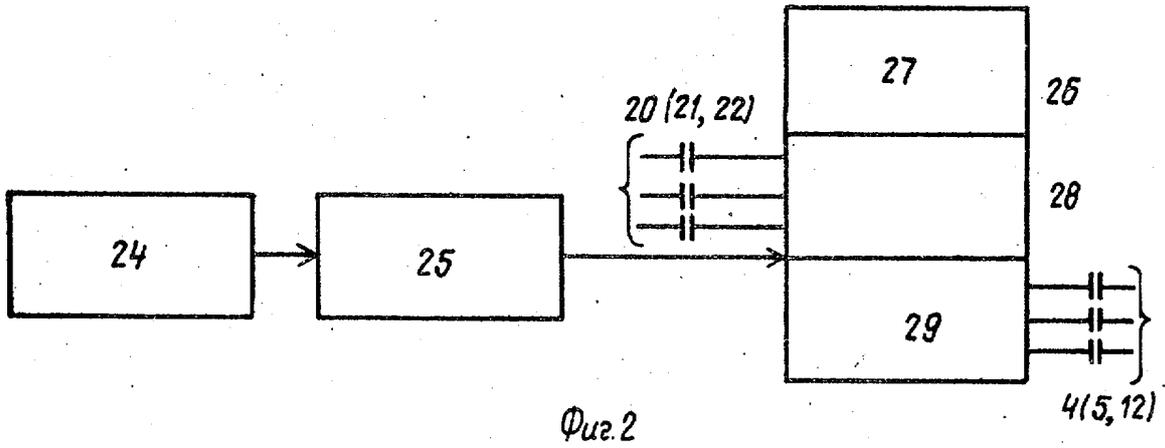
Блоки управления генератором и регулирования мощности в шине на базе микропроцессора более полно и более точно коррелируют информацию, относящуюся к состоянию генератора и системы распределения, чем на практике с управлением на трудномонтируемых проводных схемах. В результате электрическая система эксплуатируется при меньшей циклической работе выключателей и меньшем числе перерывов в работе, чем это достигалось при использовании известных систем.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

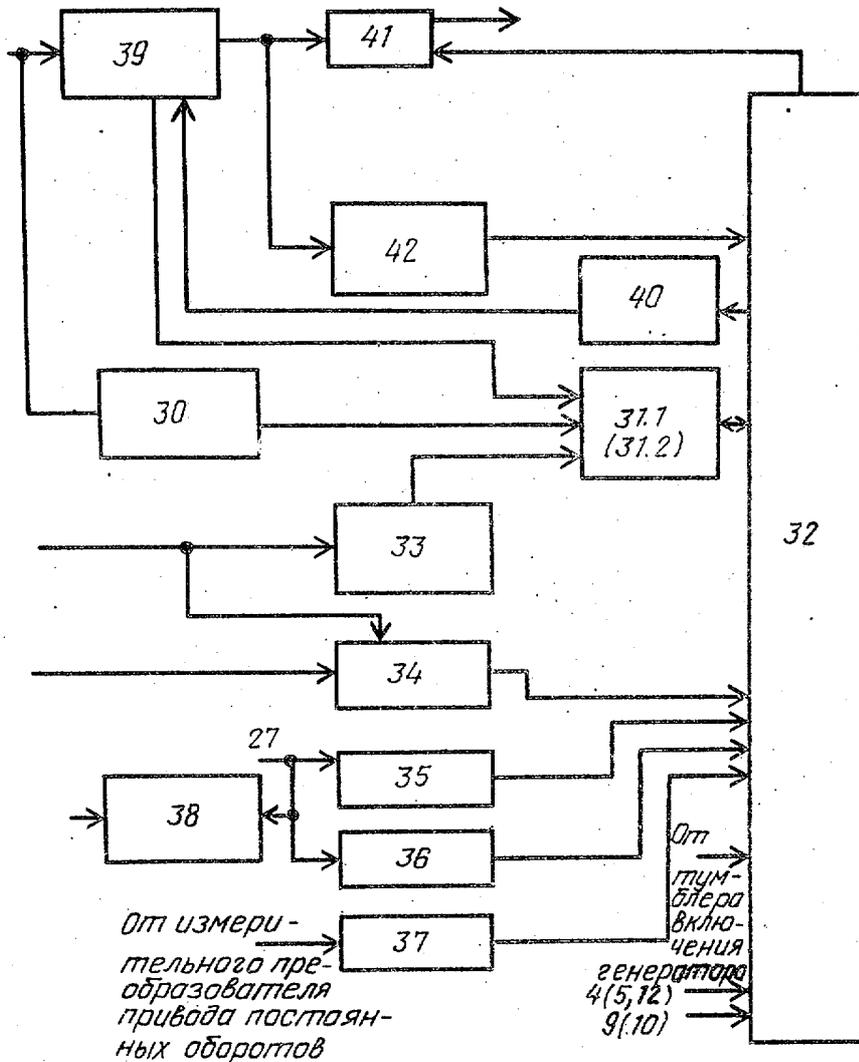
Система генерирования и распределения электрической энергии, включающая по крайней мере два генератора, в цепи по крайней мере одного генератора имеется цепь нагрузки и генераторный выключатель для соединения цепи нагрузки с генератором, электрическую шину и шинный выключатель для соединения цепи нагрузки через шину с другим генератором, блок управления для каждого из генераторов, средство соединения схемы каждого из генераторов с входами блока управления для определения условий работы генератора, средства для соединения выходов блока управления для каждого из генераторов для управления работой соответствующего генератора, а также генераторным и шинным выключателями, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности, в качестве блока управления для каждого генератора использован микропроцессорный блок, а система снабжена микропроцессорным блоком управления питанием шины, средствами для соединения входов микропроцессорного блока управления питанием шины с системой распределения энергии для определения условий работы системы распределения, информационными шинами для обеспечения взаимодействия микропроцессорного блока управления питанием шины с каждым из микропроцессорных блоков управления генератором для передачи информации об условиях

работы генератора и системы распре- деления и выходных сигналов блока уп-

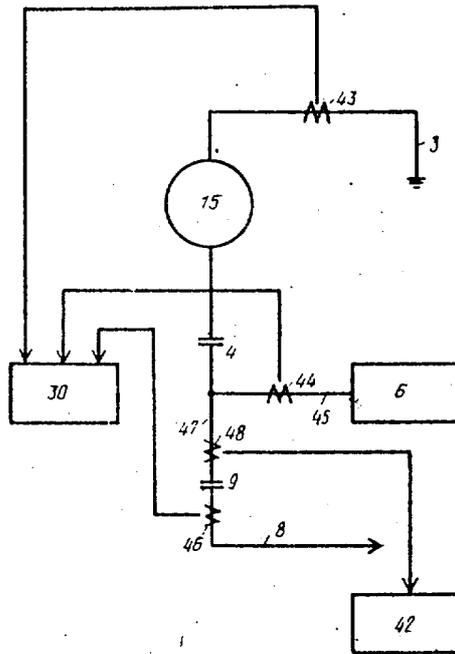
равления для корреляции работы этих блоков управления.



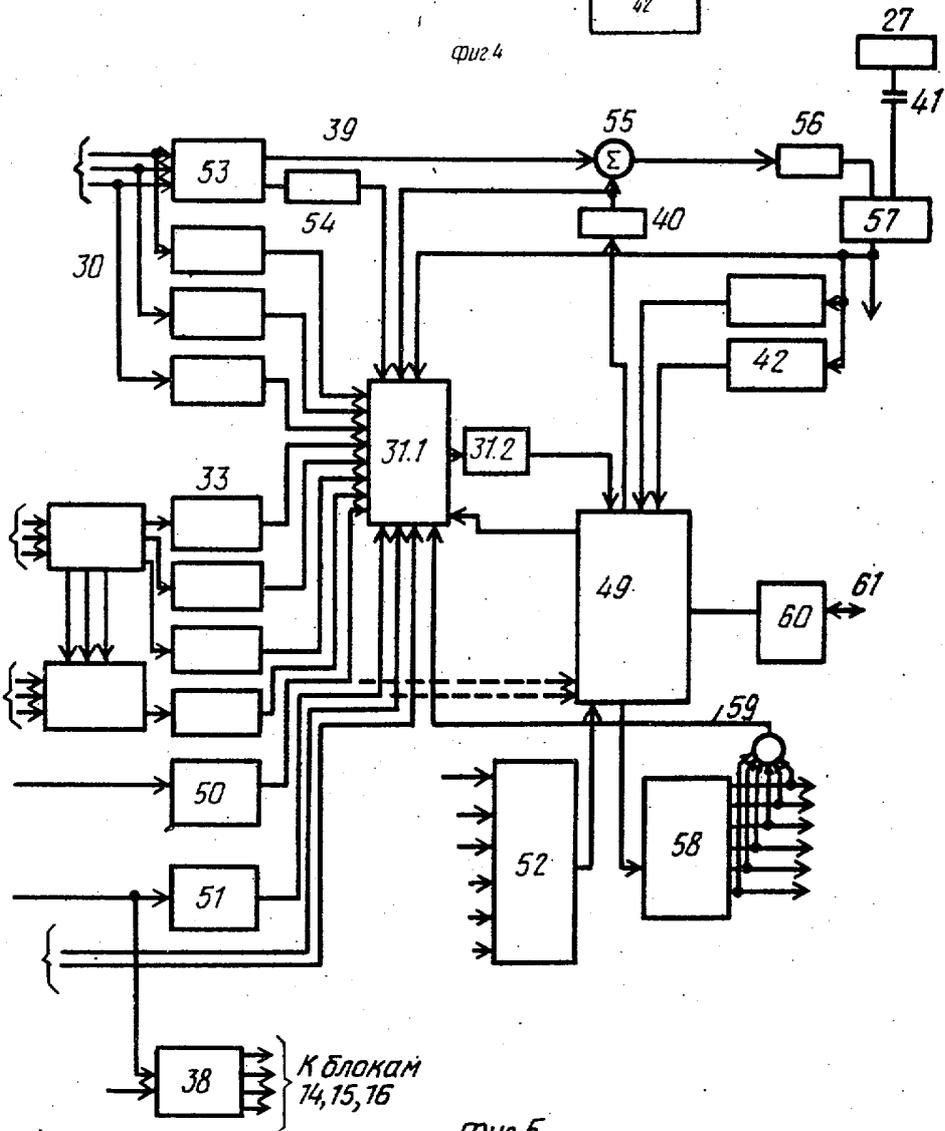
Фиг. 2



Фиг. 3

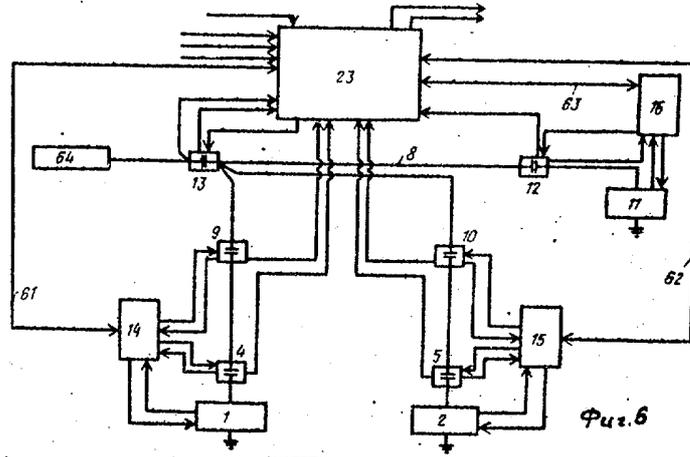


Фиг. 4

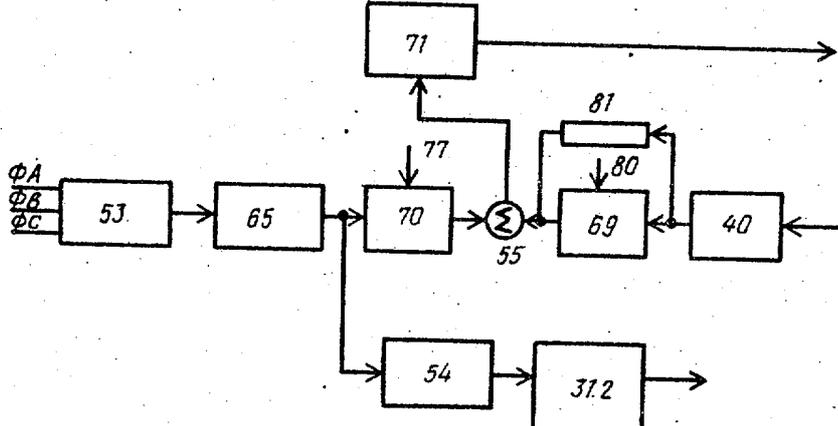


Фиг. 5

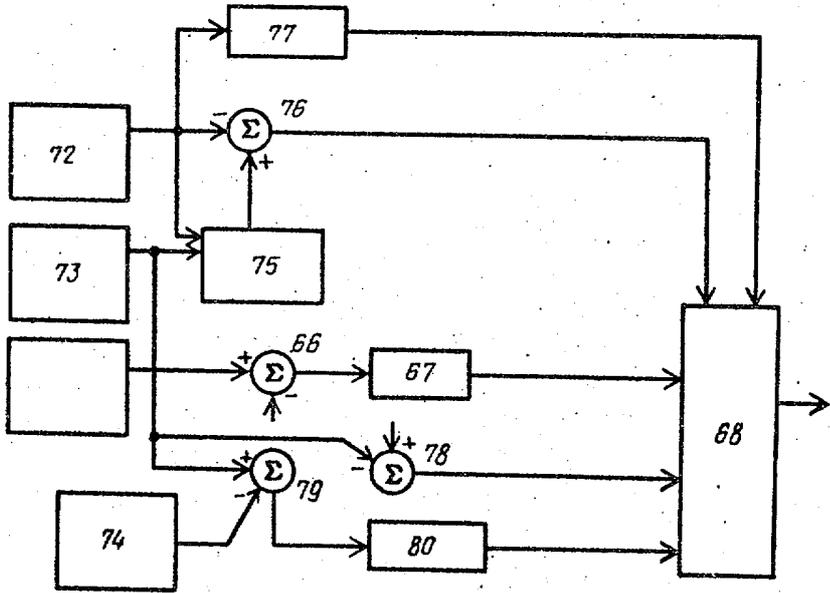
1351524



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Составитель К.Фотина

Редактор В.Петраш

Техред А.Кравчук

Корректор Н.Король

Заказ 5302/59

Тираж 618

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