



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4109673/24-07
(22) 29.08.86
(46) 15.04.89. Бюл. № 14
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Т.Н.Стрелова и Е.В.Калентионюк
(53) 621.316.13(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 762087, кл. Н 02 J 3/06, 1980.
Авторское свидетельство СССР № 1142874, кл. Н 02 J 3/06, 1983.
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЯЗИ ДВУХ ЭНЕРГОСИСТЕМ
(57) Изобретение относится к области электротехники. Цель изобретения - повышение динамической устойчивости связываемых энергосистем и надежности электроснабжения потребителей в аварийных режимах. Устройство содержит две асинхронизированные синхронные машины, связанные общим валом. В нормальном режиме на одну из асинхронизированных синхронных машин возлагаются функции обеспечения заданного перетока активной мощности, а на вторую - регулирование требуемой скорости вращения вала в зависимости от отклонения частот связываемых энергосистем. На обе машины возложены функции поддержания заданного уровня напряжения на шинах энергосистем. В аварийных режимах при набросах мощности выше допустимой устройство изменяет не только величины токов в обмотках возбуждения асинхронизированных синхронных машин, но и частоту напряжения возбуждения на максимально допустимое значение. Это дает возможность быстро изменять мощность машин для восстановления баланса или в максимальной степени уменьшения величины небаланса, что приводит к повышению динамической устойчивости связываемых энергосистем. 7 ил.

1
Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для гибкой связи энергосистем с различающимися частотами.

Цель изобретения - повышение динамической устойчивости связываемых энергосистем и надежности электроснабжения потребителей в аварийных режимах.

На фиг.1 представлена схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - схема регулятора возбуждения; на фиг.3 - схема второго блока управления; на фиг.4 - схема первого блока управле-

2
ния; на фиг.5 - блок-схема датчика предельной частоты; на фиг.6,7 - характеристики переходного процесса устройства при аварийных возмущениях в одной из связываемых энергосистем.
Устройство для связи двух энергосистем 1 и 2 состоит из двух асинхронизированных синхронных машин (АСМ) 3 и 4 с жестко соединенными валами и турбиной 5, статорные обмотки которых подключены к соответствующим энергосистемам, а роторные обмотки с датчиками 6 и 7 тока ротора соот-

ветственно через управляемые преобразователи 8 и 9 частоты подключены соответственно к выходам регуляторов 10 и 11 возбуждения, входы которых соединены с выходами датчика 12 углового положения и скорости вращения вала, датчика частоты своей энергосистемы 13 или 14, датчика 6 или 7 тока ротора. Кроме того, входы регулятора 10 соединены с выходами суммирующего элемента 15 и интегрирующего элемента 16, вход которого соединен вторым выходом суммирующего элемента 15, а вход последнего соединен с датчиком 17 напряжения энергосистемы 1. Последующие входы регулятора 10 соединены соответственно с выходами суммирующего элемента 18, интегрирующего элемента 19, с одним из выходов блока 20 управления, второй выход последнего присоединен к второму входу суммирующего элемента 18, первый вход которого соединен с датчиком 21 активной мощности энергосистемы 1. Вход интегрирующего элемента 19 соединен с вторым выходом суммирующего элемента 18. Входы блока 20 управления соединены с выходами датчиков 21 и 22 активной мощности энергосистем 1 и 2 соответственно. Датчика 23 активной мощности, датчика 24 реактивной мощности энергосистемы 1, датчиков 25 и 26 сброса и наброса мощности энергосистемы 2 и с вторым выходом регулятора 10 возбуждения.

Входы регулятора 11 возбуждения АСМ 4 соединены с выходами суммирующего элемента 27 и интегрирующего элемента 28, вход которого соединен с вторым выходом суммирующего элемента 27, а вход последнего соединен с датчиком 29 напряжения энергосистемы 2. Последующие входы регулятора 11 возбуждения соединены соответственно с выходами суммирующего элемента 30, интегрирующего элемента 31, блока 32 управления.

Вход интегрирующего элемента 31 соединен с вторым выходом суммирующего элемента 30, а входы последнего соединены с датчиками 13 и 14 частоты энергосистем 1 и 2 соответственно и датчиком 12 углового положения и скорости вращения вала. Входы блока 32 управления соединены с выходами датчиков 21 и 22 активной мощности энергосистем 1 и 2 соответ-

ственно, датчика 33 реактивной мощности энергосистемы 2, датчиков 34 и 35 сброса и наброса мощности энергосистемы 1 и с вторым выходом регулятора 11 возбуждения.

Регулятор 10 (или 11) возбуждения (фиг.2) содержит преобразователи 36 и 37 координат, сумматор 38, усилитель 39. На входы преобразователя 36 поступают сигналы с датчика 12 углового положения и скорости вращения вала и с датчика 13 (или 14) частоты энергосистем 1 (или 2), с выхода преобразователя 36 сигнал подается в блок 20 (или 32) управления, с выхода которого подается на вход преобразователя 37. На последующие входы преобразователя 37 поступают суммарный сигнал с выходов элементов 15, 16 и суммарный сигнал с выходов элементов 18 и 19 (или суммарный сигнал от элементов 27, 28 и суммарный сигнал от элементов 30 и 31). Гармонические сигналы управления частоты скольжения АСМ 3 (или 4), получаемые на выходе преобразователя 37, суммируются в сумматоре 38 с сигналом обратной связи по току ротора от датчиков 6 (или 7). Сигнал с выхода сумматора 38 поступает на вход усилителя 39, на выходе которого формируется управляющий сигнал напряжения возбуждения, поступающий на вход управляемого преобразователя 8 (или 9) частоты.

Блоки 32 и 20 управления (фиг.3, 4) содержат элементы 40-43 сравнения, релейные элементы 44-49, логические элементы И 50-53, элементы 54 и 55 памяти, логический элемент 56 ИЛИ, дифференцирующий элемент 57, суммирующий элемент 58, инвертор 59, датчик 60 предельной частоты, размыкающие контакты 61-64 и замыкающие контакты 65-68 релейных элементов 45-49 соответственно. Один из входов блока 32 управления соединен с входом элемента 40 сравнения, выход последнего соединен с одним из входов релейного элемента 44, выход которого соединен с одним из входов двух логических элементов 50 и 51, второй вход элемента 50 и второй вход элемента 51 через инвертор 59 присоединен к второму входу блока 32 управления. Выход элемента 50 соединен с входом релейного элемента 45, а выход элемента 51 - с входом релейного

элемента 46. Третий вход блока 32 управления присоединен к входу элемента 41 сравнения, выход которого соединен с одним из входов релейного элемента 47, выход которого соединен с одним из входов двух логических элементов 52 и 53. Второй вход элемента 52 присоединен к второму входу блока 32 управления, второй вход элемента 53 присоединен к второму входу инвертора 59. Выход элемента 52 соединен с входом релейного элемента 48, а выход элемента 53 соединен с входом релейного элемента 49. Вход элемента 54 памяти присоединен к четвертому входу блока 32 управления, а вход элемента 55 памяти присоединен к пятому входу блока 32. Входы суммирующего элемента 58 присоединены к выходам элементов 54 и 55 памяти и четвертому входу блока 32, выход суммирующего элемента 58 присоединен к одному из входов элемента 42 сравнения, второй вход которого присоединен к пятому входу блока 32. Выход элемента 42 сравнения присоединен к второму входу релейного элемента 47 и к одному из входов логического элемента 56, второй вход которого через последовательно соединенные элемент сравнения 43 и дифференцирующий элемент 57 присоединен к пятому входу блока 32 управления. Выход элемента 56 присоединен к второму входу релейного элемента 44. Один из выходов датчика 60 предельной частоты через параллельно соединенные замыкающие контакты 65 и 68 релейных элементов 45 и 49 соответственно, а второй выход через параллельно соединенные замыкающие контакты 66 и 67 релейных элементов 46, 48 соответственно подключены к выходу блока 32 управления, который через цепочку последовательно соединенных размыкающих контактов 61-64 релейных элементов 45, 46 и 48, 49 соответственно присоединен к шестому входу блока 32 управления, при этом выход блока 32 присоединен к входу, а шестой вход блока 32 присоединен к второму выходу регулятора 11 возбуждения. Элементы 34 сброса, 35 наброса мощности энергосистемы 1, датчик 21 активной мощности шин энергосистемы 1 присоединены соответственно к первому, третьему и четвертому входам блока 32 управления, к второму и пятому вхо-

дам которого присоединены соответственно датчики реактивной 33 и активной 22 мощности шин энергосистемы 2.

Блок 20 управления (фиг.4) дополнительно содержит релейный элемент 69, суммирующий элемент 70, нормально разомкнутые контакты 71 и нормально замкнутые контакты 72 релейного элемента 69.

Входы релейного элемента 69 присоединены к выходам элементов 40, 41 сравнения. Входы суммирующего элемента 70 блока 20 управления соединены с первым и седьмым входами блока 20, а выход суммирующего элемента 70 через замыкающие контакты 71 релейного элемента 69 присоединен к второму выходу блока 20 управления, который через размыкающий контакт 72 релейного элемента 69 соединен с седьмым входом блока 20, который соединен с задатчиком 23 активной мощности. Вторым выходом блока 20 управления присоединен к второму входу суммирующего элемента 18. Элементы сброса 25 и наброса 26 мощности энергосистемы 2, датчик 22 активной мощности шин энергосистемы 2 присоединены соответственно к первому, третьему и четвертому входам блока 20, к второму и пятому входам которого присоединены соответственно датчики 24 реактивной и 21 активной мощностей шин энергосистемы 1. Один из выходов блока 20 присоединен к входу, а шестой вход блока 20 присоединен к второму выходу регулятора 10 возбуждения.

Датчик 60 предельной частоты, показанный на фиг.5, содержит синхронный генератор частоты 73, выходы которого соединены со входами двух интеграторов 74, 75, на выходе последних получают гармонические сигналы $e^{i\omega t}$, $e^{-i\omega t}$ соответственно.

В нормальных режимах устройство работает следующим образом.

Механическая мощность у турбины 5, преобразованная машинами 3 и 4 в электрическую, может в зависимости от режима работы объединенной энергосистемы передаваться одновременно в обе энергосистемы 1 и 2 или только в одну из них. Значение активной мощности, передаваемое через устройство, задается задатчиком 23 активной мощности, сигнал с выхода которого через размыкающий контакт 72 релейного элемента 69 поступает на вто-

рой вход суммирующего элемента 18, на первый вход последнего поступает сигнал с датчика 21 активной мощности шин энергосистемы 1. С одного из выходов суммирующего элемента 18 и с выхода интегрирующего элемента 19 на вход последнего поступает сигнал с второго выхода элемента 18, а с одного из выходов суммирующего элемента 15, на входы которого поступают сигналы с датчика 17 напряжения энергосистемы 1 и заданное значение напряжения на шинах энергосистемы 1 и с выхода интегрирующего элемента 16, на вход последнего поступает сигнал с второго выхода суммирующего элемента 15, на входы преобразователя 37 координат регулятора 10 возбуждения поступают сигналы, пропорциональные отклонению перетока активной мощности через АСМ 3 устройства от заданного значения и интегралу этого отклонения, отклонению напряжения на шинах энергосистемы 1 от заданного значения и интегралу этого отклонения, т.е. при работе устройства элементы 15 и 16 обеспечивают пропорционально-интегральное регулирование напряжения на шинах энергосистемы 1, элементы 18 и 19 - пропорционально-интегральное регулирование перетока активной мощности через устройство.

На входы преобразователя 36 координат регулятора 10 возбуждения поступают сигналы с датчика 12 углового положения и скорости вращения вала и с датчика 13 частоты энергосистемы 1. С выхода преобразователя 36 регулятора 10 гармонический сигнал частоты скольжения, равной разности частот энергосистемы 1 и частоты вращения вала устройства, поступает на шестой вход блока 20 управления и через цепочку нормально замкнутых контактов 61-64 обесточенных релейных элементов 45, 46 и 48, 49 соответственно подается на вход преобразователя 36 координат регулятора 10 возбуждения, куда поступают также суммарные сигналы с выходов элементов 15, 16 и 18, 19. Гармонические сигналы управления частоты скольжения АСМ 3, получаемые на выходе преобразователя 37, суммируются в сумматоре 38 сигналом обратной связи по току ротора от датчика 6, сигнал с выхода сумматора 38 поступает на вход усилителя 39, на выходе которого

формируется управляющий сигнал напряжения возбуждения, поступающий на вход управляемого преобразователя 8 частоты, с выхода которого подводится к роторным обмоткам возбуждения АСМ 3.

С одного из выходов суммирующего элемента 30, в котором формируется задание на требуемую частоту вращения вала устройства в зависимости от отклонения частот связываемых энергосистемы 1 и 2 как полусумма частот энергосистем 1 и 2, на входы которого поступают сигналы с датчиков 13 и 14 частоты энергосистемы 1 и 2, датчика 12 углового положения и скорости вращения вала и с выхода интегрирующего элемента 31, на вход последнего поступает сигнал с второго выхода суммирующего элемента 30, а с одного из выходов суммирующего элемента 27, на вход которого поступают сигнал с датчика 29 напряжения энергосистемы 2 и заданное значение напряжения на шинах энергосистемы 2 и с выхода интегрирующего элемента 28, на вход которого поступает сигнал со второго выхода элемента 27, на входы преобразователя 37 координат регулятора 11 возбуждения поступают сигналы, пропорциональные отклонению скорости вращения вала от требуемого значения и интегралу этого отклонения, отклонению напряжения на шинах энергосистемы 2 от заданного значения и интегралу этого отклонения, таким образом элементы 27 и 28 обеспечивают пропорционально-интегральное регулирование напряжения на шинах энергосистемы 2, элементы 30 и 31 - пропорционально-интегральное регулирование скорости вращения вала устройства.

На входы преобразователя 36 регулятора 11 возбуждения поступают сигналы с датчика 12 углового положения и скорости вращения вала и с датчика 14 частоты энергосистемы 2. С выхода преобразователя 36 гармонический сигнал частоты скольжения, равной разности частот энергосистемы 2 и частоты вращения вала устройства, поступает на шестой вход блока 32 управления и через цепочку размыкающих контактов 61-64 обесточенных релейных элементов 46, 45 и 48, 49 подается на вход преобразователя 37 координат регулятора 11, куда поступают также

суммарные сигналы с выходов элементов 27, 28 и 30, 31. Гармонические сигналы управления частоты скольжения АСМ 4, получаемые на выходе преобразователя 37, суммируются в сумматоре 38 с сигналом обратной связи по току ротора от датчика 7. Сигнал с выхода сумматора 38 поступает на вход усилителя 39, на выходе которого формируется управляющий сигнал напряжения возбуждения, поступающий на вход управляемого преобразователя 9 частоты, с выхода которого подводится к роторным обмоткам возбуждения АСМ 4.

Итак, на АСМ 3 возлагаются функции обеспечения заданного перетока активной мощности, на АСМ 4 - регулирование требуемой скорости вращения вала в зависимости от отклонения частот связываемых энергосистем, на обе АСМ 3 и 4 - поддержание заданного уровня напряжения на шинах энергосистем 1 и 2.

В аварийных режимах устройство работает следующим образом.

Например, при коротком замыкании в энергосистеме 1 в момент времени t , электромагнитная мощность АСМ 3 резко снижается. Величина сброса мощности ΔP_{c_t} фиксируется элементом 34 сброса мощности энергосистемы 1. Сигнал с выхода элемента 34 поступает в элемент 40 сравнения блока 32 управления, где сравнивается с величиной сброса мощности, допустимой по условию сохранения устойчивости. При этом, если величина ΔP_{c_t} больше допустимой величины сброса по условию сохранения устойчивости, то с выхода элемента 40 сигнал поступает на первый вход релейного элемента 44. Элемент 44 срабатывает, подавая сигналы на первые входы логических элементов 50 и 51. Срабатывание элементов 50 и 51 зависит от знака величины реактивной мощности Q_2 энергосистемы 2. Например, если $Q_2 > 0$, то на вход элемента 50 поступает положительный сигнал от датчика 33 реактивной мощности энергосистемы 2 и сигнал от элемента 44, а на выходе появляется сигнал, поступающий в релейный элемент 45. Элемент 45 срабатывает, размыкая свой размыкающий контакт 61 и замыкая замыкающий контакт 65. При этом снимается управляющий сигнал с выхода преобразователя 36

координат регулятора 11 возбуждения, а на вход преобразователя 37 координат регулятора 11 поступает сигнал $e^{j\omega t}$ от датчика 60 предельной частоты. На последующие входы преобразователя 37 поступают также суммарные сигналы с выходов элементов 27, 28 и 30, 31. На выходе преобразователя 37 появляется управляющий сигнал на изменение предельно возможной частоты напряжения возбуждения АСМ 4, который суммируется в сумматоре 38 с сигналом обратной связи по току ротора от датчика 7, суммарный сигнал поступает в усилитель 39, с выхода которого поступает в управляемый преобразователь 9 частоты, с выхода последнего подводится к роторным обмоткам возбуждения АСМ 4. Этим обеспечивается поворот вектора напряжения возбуждения АСМ 4 относительно вектора напряжения энергосистемы 2 и соответственно увеличение активной мощности АСМ 4. Элементы 54 и 55 периодически запоминают мощности нормального установившегося режима, поэтому в рассматриваемом переходном режиме на выходе элементов 54 и 55 имеются сигналы, пропорциональные доаварийным значениям мощностей P_{30} , P_{40} АСМ 3 и 4 соответственно, поступающие на вход суммирующего элемента 58, куда поступает также текущее значение мощности АСМ 3 P_{3t} . На выходе элемента 58 появляется сигнал $(P_{30} + P_{40} + P_{3t})$, пропорциональный доаварийным мощностям обеих АСМ и текущему значению мощности АСМ 3, поступающий на первый вход элемента 42 сравнения, на второй вход которого поступает сигнал с выхода датчика 22 о текущем значении мощности АСМ 4 P_{4t} . Когда значение P_{4t} сравнивается со значением $(P_{30} + P_{40} + P_{3t})$, что свидетельствует о возникшем балансе мощностей на валу устройства, то на выходе элемента 42 появляется сигнал, поступающий на вход логического элемента 56, с выхода которого сигнал поступает на второй вход релейного элемента 44, который возвращается в исходное положение, снимается сигнал с элемента 50 и релейный элемент 45 приходит в исходное состояние, тем самым размыкая свой контакт 65 и замыкая контакт 61, отключая от регулятора 11 возбуждения датчик 60 предельной частоты и подключая через цепочку

размыкающих контактов 61, 62, 63, 64 релейных элементов 45, 36, 48, 49 выход преобразователя 36 координат регулятора 11 к входу преобразователя 37 регулятора 11, на выходе которого формируется гармонический сигнал управления частоты скольжения $e^{j(\omega_i - \omega_c)}$ аналогично нормальному режиму.

Таким образом, временное изменение частоты напряжения возбуждения позволяет восстановить баланс мощности на валу устройства, однако не всегда в аварийных режимах изменением частоты напряжения возбуждения можно восстановить баланс мощности.

Известно, что при компенсации электромагнитной инерционности роторов АСМ электромагнитная мощность АСМ определяется по уравнению

$$P = \frac{U_c}{x} E \sin \delta, \quad (1)$$

где E - ЭДС, наведенная потоком ротора в обмотке статора;

U - напряжение на шинах энергосистемы;

δ - угол между вектором ЭДС в обмотке статора и вектором напряжения шин энергосистемы

Величины ЭДС E и угла δ определяются значением напряжения возбуждения, приложенным к роторным обмоткам возбуждения АСМ, и углом вектора напряжения возбуждения U_f относительно вектора напряжения энергосистемы U_c . Поэтому при изменении угла вектора U_f относительно вектора U_c изменяется E и угол δ , что согласно (1) приводит к изменению активной мощности АСМ. При $\delta = 90^\circ$ активная мощность АСМ принимает максимальное значение. При дальнейшем увеличении δ свыше 90° активная мощность АСМ начинает уменьшаться, что приведет к еще большему небалансу мощности на валу устройства.

Поэтому, если угол δ достигает 90° , а возникший небаланс не ликвидируется, то дальнейший поворот вектора U_f относительно вектора U_c , а следовательно, и поворот вектора E относительно вектора U_c не приводит к увеличению активной мощности АСМ, а наоборот увеличивает небаланс. Чтобы этого не произошло, на второй вход логического элемента 56 поступает сигнал с выхода элемента 43 сравнения, на вход последнего поступает сигнал с дифференцирующего элемента 57,

который дифференцирует текущее значение мощности АСМ P_{4t} с выхода датчика 22. В элементе 43 значение $\frac{dP_{4t}}{dt}$ сравнивается наибольшим значени-

ем производной. Если $\frac{dP_{4t}}{dt} \leq$ этой ве-

личины, т.е. $\frac{dP_{4t}}{dt} \leq 0$, это значит, что

10 мощность АСМ 4 достигла максимального значения и на выходе элемента 43 появляется сигнал, поступающий на

15 второй вход элемента 56, с выхода которого сигнал возвращает в исходное положение релейный элемент 44. Таким образом, с максимальным быстродействием можно ликвидировать или уменьшить возникший небаланс мощности

20 на валу устройства. Оставшаяся величина небаланса мощности устраняется по цепям пропорционально-интегрального регулирования заданного перетока активной мощности через устройство и требуемой частоты вращения вала устройства.

При отключении КЗ получается наброс мощности ΔP_n на АСМ 3. Данная величина наброса фиксируется блоком 35 наброса мощности энергосистемы 1,

сравнивается в элементе 41 сравнения с заданной величиной, определяемой условиями устойчивости или качеством переходного процесса. Если величина наброса мощности ΔP_n больше заданной величины, то на выходе элемента

41 появляется управляющий сигнал на срабатывание релейного элемента 47, который срабатывает, подавая сигнал на логические элементы 52 и 53. Срабатывание элементов 52 и 53 зависит от знака величины реактивной мощности энергосистемы 2. Поскольку на элемент 52 поступает положительный сигнал от датчика 33, то на выходе элемента 52 появляется управляющий сигнал на срабатывание релейного элемента

48. Элемент 48 срабатывает, размыкая свой размыкающий контакт 63 и замыкая замыкающий контакт 67. При этом снимается управляющий сигнал с

50 выхода преобразователя 36 координат регулятора 11 возбуждения, а на вход преобразователя 37 координат регулятора 11 поступает сигнал $e^{j\omega_g}$ от датчика предельной частоты. На следующие входы блока 37 поступают также суммарные сигналы с выходов элементов 27, 28 и 30, 31. На выходе

55

блока 37 появляется управляющий сигнал на изменение предельно возможной частоты напряжения возбуждения АСМ 4, который суммируется в сумматоре 38 с сигналом обратной связи по току ротора от датчика 7, суммарный сигнал поступает в усилитель 39, с выхода которого поступает в управляемый преобразователь 9 частоты, с выхода последнего подводится к роторным обмоткам возбуждения АСМ 4. Этим обеспечивается поворот вектора напряжения возбуждения АСМ 4 относительно вектора напряжения энергосистемы 2 и соответственно уменьшение активной мощности АСМ 4. Уменьшение мощности АСМ 4 происходит до тех пор, пока на релейный элемент 47 не придет управляющий сигнал с блока 42 на возвращение релейного элемента 47 в исходное состояние. Тем самым снимается сигнал с логического элемента 52 и релейный элемент 48 возвращается в исходное состояние, размыкая свой контакт 67 и замыкая контакт 63, отключая от регулятора 11 возбуждения датчик 60 предельной частоты и подключая через цепочку размыкающих контактов 61-64 релейных элементов 45, 46 и 48, 49 выход преобразователя 36 координат регулятора 11 к входу преобразователя 37 регулятора 11, на выходе которого формируется гармонический сигнал управления частот скольжения $e^{j(\omega_i - \omega_p)}$ аналогично нормальному режиму.

Управляющий сигнал с элемента 42 достигает элемента 47 в том случае, если на валу устройства наступит баланс мощности, т.е. когда сравнивается в элементе 42 сравнения текущее значение мощности АСМ 4 P_{4t} датчика 22 со значением $(P_{40} + P_{30} - P_{3t})$ с выхода суммирующего элемента 58. На входы элемента 58 поступают сигналы с выходов элементов 54 и 55 памяти, пропорциональные доаварийным значениям мощностей P_{30} , P_{40} АСМ 3 и 4 соответственно, и сигнал, пропорциональный текущему значению мощности АСМ 3 P_{3t} . Элементы 54 и 55 памяти периодически запоминают мощности нормального установившегося режима с датчиков 21 и 22.

Такое управление мощностью обеспечивает плавный переход к нормальному установившемуся режиму без большого затормаживания машины.

Если, например, значение реактивной мощности Q_2 с датчика 33 отрицательное, то на логические элементы 50 и 52 поступают отрицательные сигналы, и через инвертор 59 на логические элементы 51 и 53 поступают положительные сигналы, поэтому при K_3 сигнал на выходе элемента 50 отсутствует, а появляется управляющий сигнал на выходе логического элемента 51; при набросе мощности на АСМ 3 отсутствует сигнал на выходе элемента 52 и появляется управляющий сигнал на выходе элемента 53.

Поэтому срабатывает при K_3 релейный элемент 46, а при набросе мощности - релейный элемент 49. В остальной работе устройства аналогична описанному.

При повреждении, вызванном K_3 в энергосистеме 2, устройство работает аналогично его работе при аварийном возмущении в энергосистеме 1, но при этом управление осуществляет блок 20 управления. При этом происходит дополнительное изменение задания на переток мощности через АСМ 3 устройства на время переходного процесса. Осуществляется это следующим образом. При K_3 в энергосистеме 2 сигнал с выхода элемента 25 сброса мощности энергосистемы 2 поступает в суммирующий элемент 70, куда поступает также сигнал от датчика 23 активной мощности и на выходе элемента 70 получается суммарный сигнал величины сброса мощности энергосистемы 2 ΔP_{c2} и задания перетока мощности в нормальном режиме. Если величина сброса ΔP_{c2} больше допустимой величины сброса по условиям сохранения устойчивости, то срабатывает релейный элемент 69, размыкая свой контакт 72 и замыкая контакт 71, тем самым подавая в суммирующий элемент 18 новое задание перетока активной мощности через АСМ 3 устройства, на время возмущения в энергосистеме 2. При снятии возмущения, которое отражается в набросе мощности на АСМ 4, данный наброс мощности ΔP_{H2} фиксируется элементом 26 наброса мощности. Если величина наброса мощности ΔP_{H2} больше заданной величины, определяемой условиями устойчивости или качеством переходного процесса, то элемент 41 сравнения срабатывает и подает управляющий сигнал на воз-

вращение релейного элемента 69 в исходное состояние, при этом контакт 71 размыкается, а контакт 72 замыкается в переток мощности через АСМ 3 устройства определяется задатчиком 23 активной мощности.

Преимуществом предлагаемого устройства по сравнению с известным является повышение динамической устойчивости связываемых энергосистем и надежности электроснабжения потребителей в аварийных режимах, в том числе и при установке на вал устройства турбины, за счет введения в его схему элементов сброса и наброса мощности, датчиков реактивной мощности, датчика активной мощности второй энергосистемы, второго блока управления, второго суммирующего элемента в первый блок управления. Это позволяет в переходном режиме изменять не только величины токов в обмотках возбуждения, но и частоту напряжения возбуждения на максимально допустимое значение, что дает возможность значительно быстрее изменять мощность машин АСМ для восстановления баланса или в максимальной степени уменьшения величины небаланса мощности на валу устройства по сравнению с известным, где изменение мощности АСМ обеспечивается только путем изменения токов в обмотках ротора. Поэтому предлагаемое устройство обеспечивает минимально возможное изменение скольжения как при набросе, так и сбросе мощности и позволяет сохранить динамическую устойчивость связываемых энергосистем, обеспечить необходимое качество переходного процесса и предотвратить отключение потребителей из-за нарушения устойчивости.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для связи двух энергосистем, содержащее две асинхронизированные синхронные машины с жестко соединенными валами, статорные обмотки которых подключены к соответствующим энергосистемам, два управляемых преобразователя частоты, подключенных к роторным обмоткам соответствующих машин, датчик углового положения и скорости вращения вала, два датчика частоты и напряжения, подключенных к шинам каждой энергосистемы, датчик

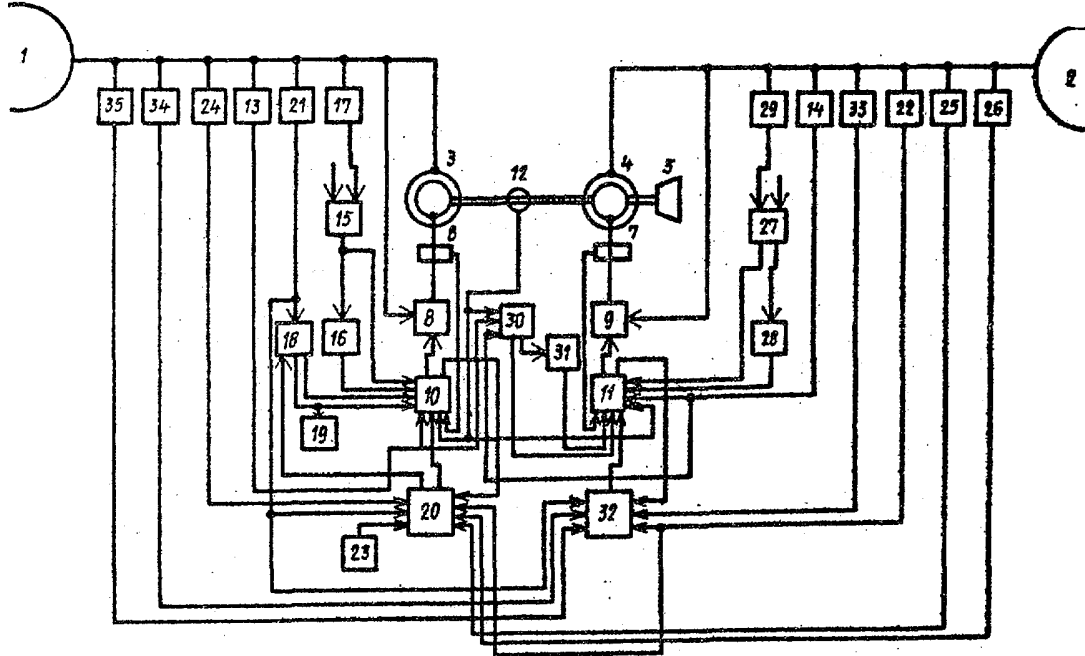
активной мощности, подключенный к шинам первой энергосистемы, четыре интегрирующих и четыре суммирующих элемента, задатчик активной мощности, блок управления, содержащий сумматор, два регулятора возбуждения, выход которых подсоединен к управляемому преобразователю частоты каждой из машин, причем каждый регулятор возбуждения содержит два преобразователя координат, сумматор и усилитель, при этом входы одного преобразователя координат являются двумя входами регулятора возбуждения, которые подсоединены к датчику углового положения и скорости вращения вала, к датчику частоты соответствующей энергосистемы, выход второго преобразователя координат через последовательно соединенные сумматор и усилитель подключен к выходу регулятора возбуждения, а входы второго преобразователя координат являются входами регулятора возбуждения, причем входы одного из регуляторов возбуждения подсоединены к двум суммирующим и двум интегрирующим элементам, при этом вход одного из суммирующих элементов присоединен к датчику напряжения, а второй выход подсоединен к входу одного из интегрирующих элементов, вход второго суммирующего элемента присоединен к датчику мощности, а второй выход подсоединен к входу второго интегрирующего элемента, входы второго регулятора возбуждения подсоединены к третьему и четвертому суммирующим и интегрирующим элементам, при этом вход третьего суммирующего элемента присоединен к датчику напряжения, а второй выход - к входу третьего интегрирующего элемента, входы четвертого суммирующего элемента подсоединены к датчикам частоты и датчику углового положения и скорости вращения вала, а второй выход - к входу четвертого интегрирующего элемента, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения динамической устойчивости связываемых энергосистем и надежности электроснабжения потребителей в аварийных режимах, оно дополнительно снабжено элементами сброса и наброса мощности, датчиками реактивной мощности, подключенными к шинам соответствующих энергосистем, датчиком активной мощности второй энергосис-

темы, вторым блоком управления, при этом регуляторы возбуждения снабжены дополнительным выходом, к которому подключен выход первого преобразователя координат, дополнительным входом, к которому подключен один из входов второго преобразователя координат, каждый из блоков управления дополнительно снабжен четырьмя элементами сравнения, шестью релейными элементами, четырьмя логическими элементами И, двумя элементами памяти, логическим элементом ИЛИ, дифференцирующим элементом, инвертором, датчиком предельной частоты, размыкающими и замыкающими контактами релейных элементов, причем вход одного из элементов сравнения присоединен к одному из входов блока управления, а выход соединен с одним из входов одного из релейных элементов, выход которого соединен с одним из входов двух логических элементов И, второй вход одного из них и второй вход второго через инвертор присоединен к второму входу блока управления, выход первого логического элемента И соединен с входом второго релейного элемента, выход второго логического элемента И соединен с входом третьего релейного элемента, третий вход блока управления присоединен к входу второго элемента сравнения, выход которого соединен с одним из входов четвертого релейного элемента, выход которого соединен с одним из входов третьего и четвертого логических элементов И, второй вход третьего логического элемента И присоединен к второму входу блока управления, второй вход четвертого логического элемента И - к второму выходу инвертора, выход третьего логического элемента И соединен с входом пятого релейного элемента, выход четвертого логического элемента И соединен с входом шестого релейного элемента, вход одного из элементов памяти присоединен к четвертому входу блока управления, а вход другого элемента памяти - к пятому входу блока управления, входы сумматора присоединены к выходам элементов памяти и четвертому входу блока управления, выход сумматора присоединен к одному из входов третьего элемента сравнения, второй вход которого присоединен к пятому входу блока управления, выход треть-

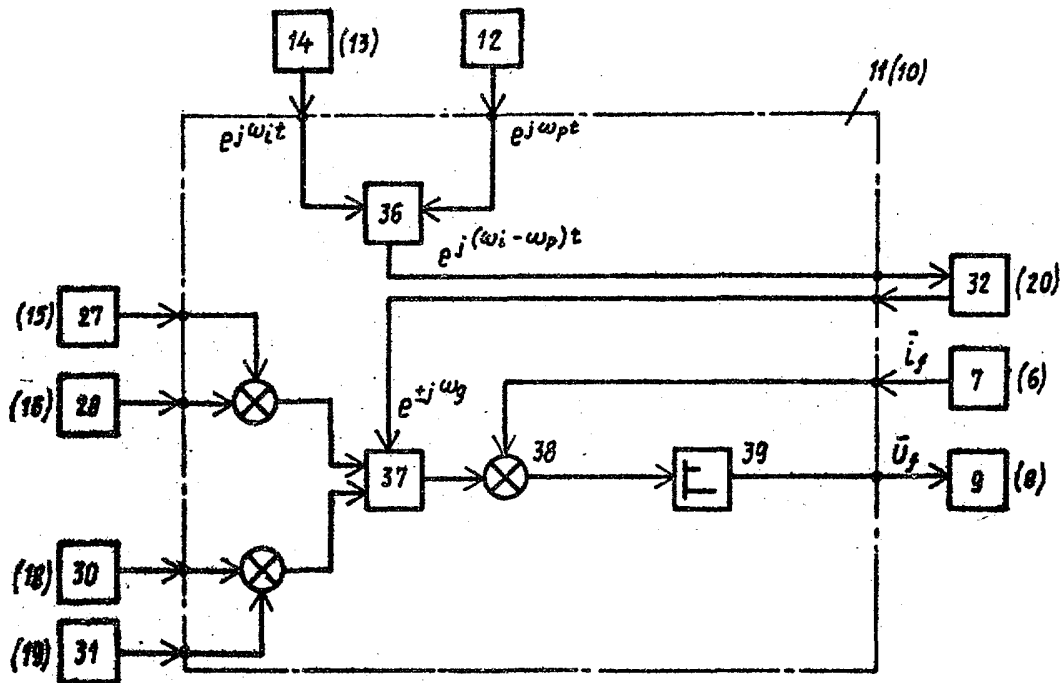
его элемента сравнения присоединен к второму входу четвертого релейного элемента и одному из входов логического элемента ИЛИ, второй вход которого через последовательно соединенные четвертый элемент сравнения и дифференцирующий элемент присоединен к пятому входу блока управления, выход логического элемента ИЛИ присоединен к второму входу первого релейного элемента, один из выходов датчика предельной частоты через параллельно соединенные замыкающие контакты второго и шестого релейных элементов, а другой выход через параллельно соединенные замыкающие контакты третьего и пятого релейных элементов подключены к выходу блока управления, который через цепочку последовательно соединенных размыкающих контактов второго, третьего, пятого и шестого релейных элементов присоединен к шестому входу блока управления, при этом выход одного из блоков управления присоединен к дополнительно входу, а шестой вход присоединен к второму выходу первого регулятора возбуждения, выход второго блока управления присоединен к дополнительно входу, а шестой вход - к второму выходу второго регулятора возбуждения, элементы сброса и наброса мощности, датчик активной мощности шин первой энергосистемы присоединены соответственно к первому, третьему и четвертому входам второго блока управления, к второму и пятому входам которого присоединены соответственно датчики реактивной и активной мощностей шин второй энергосистемы, элементы сброса и наброса мощности, датчик активной мощности шин второй энергосистемы присоединены соответственно к первому, третьему и четвертому входам первого блока управления, к второму и пятому входам которого присоединены соответственно датчики реактивной и активной мощностей шин первой энергосистемы, первый блок управления дополнительно снабжен седьмым релейным элементом с замыкающим и размыкающим контактами, вторым суммирующим элементом, причем входы седьмого релейного элемента присоединены к выходам первого и второго элементов сравнения, входы второго суммирующего элемента блока управления соединены с первым и седьмым

входами блока управления, а выход второго суммирующего элемента блока управления через замыкающие контакты седьмого релейного элемента при-

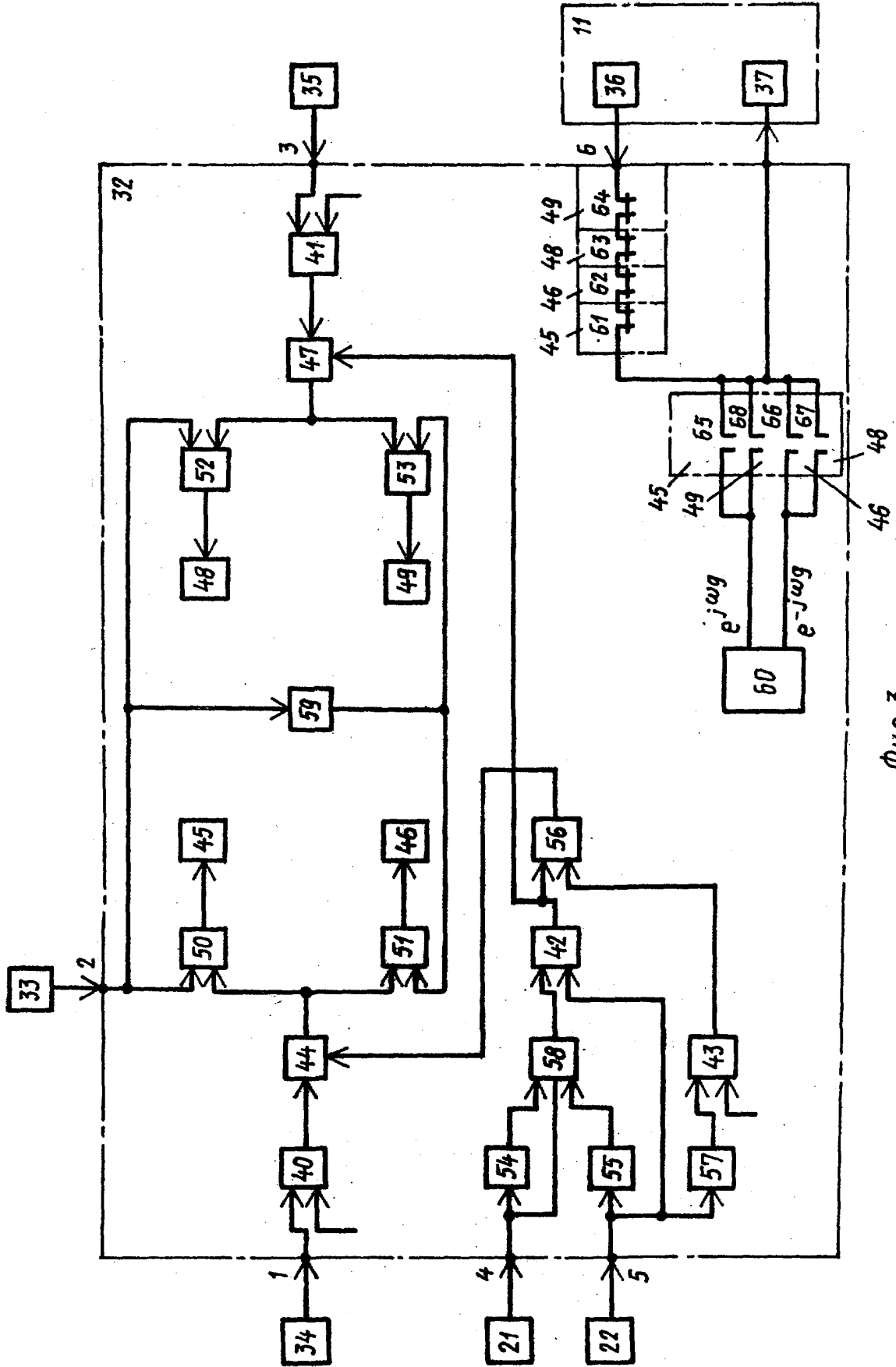
соединен к седьмому входу первого блока управления, который присоединен к задатчику активной мощности, второй выход первого блока управления присоединен к второму входу второго суммирующего элемента.



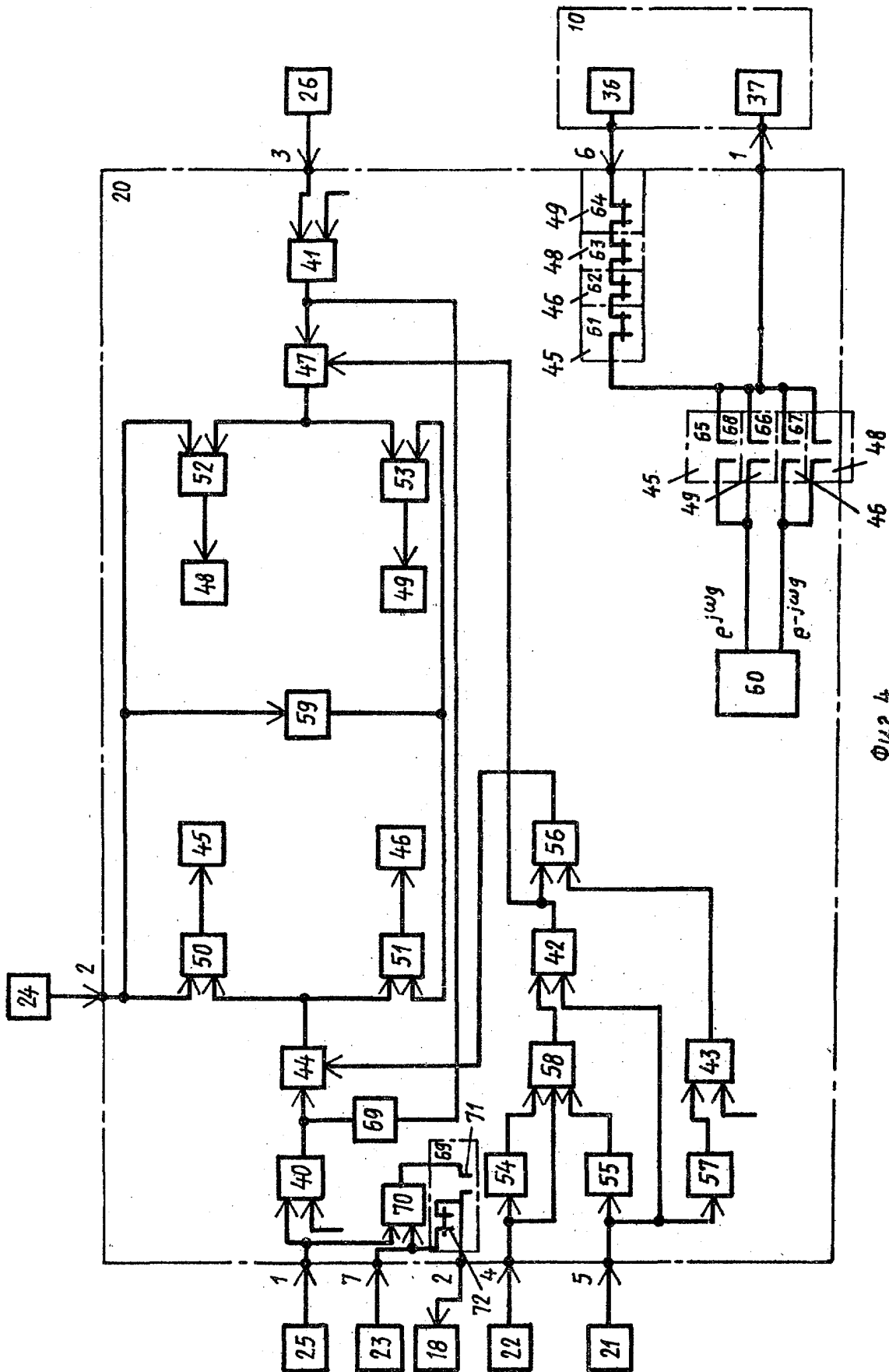
Фиг. 1

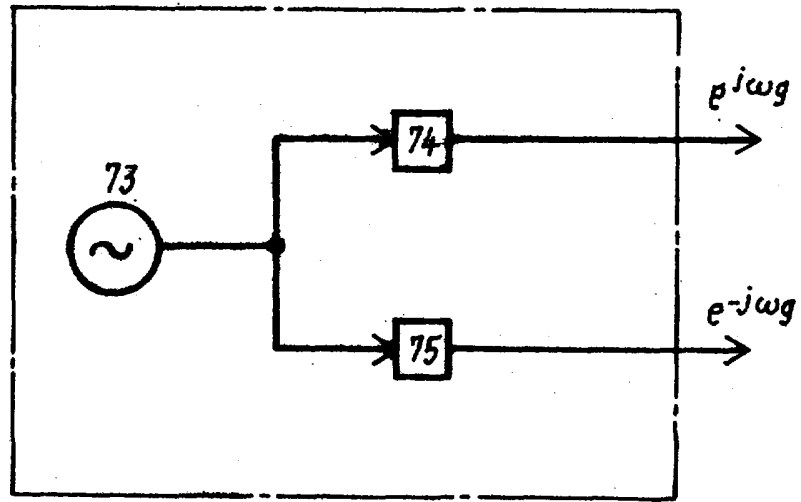
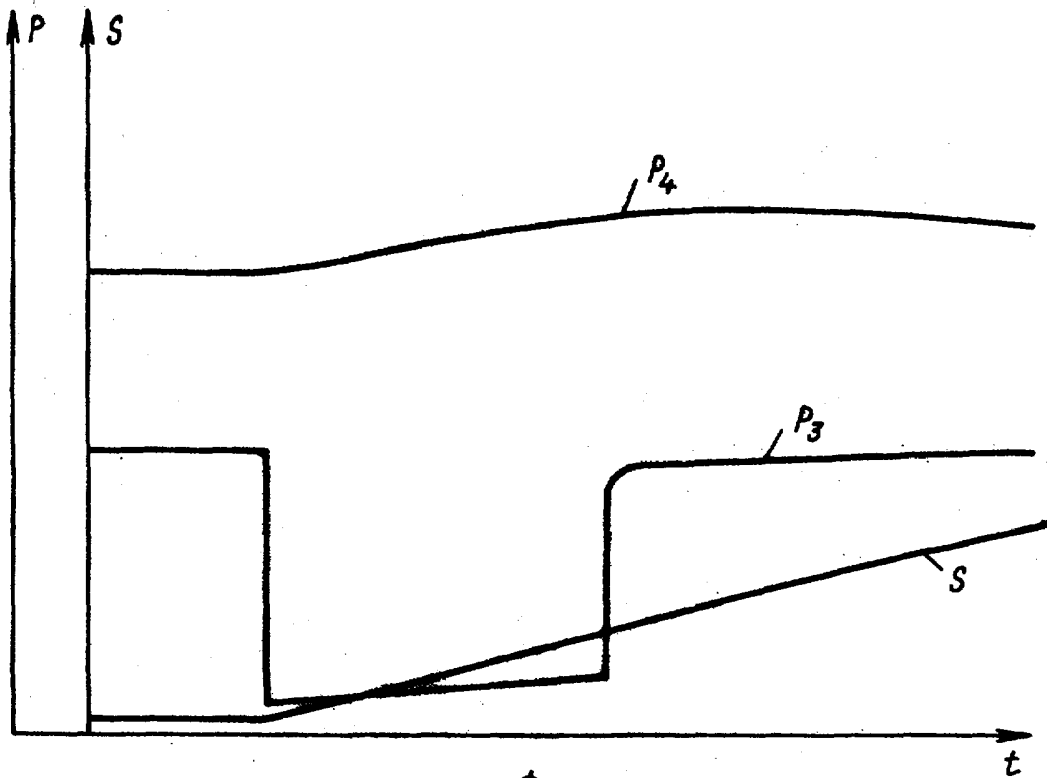


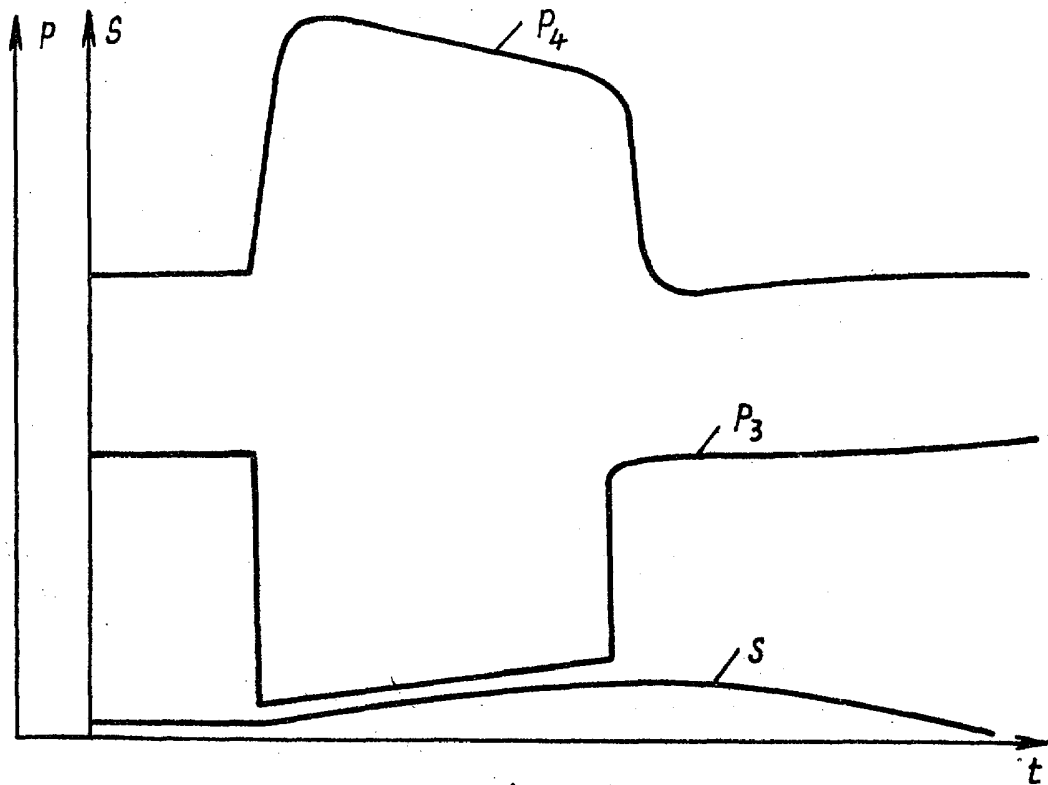
Фиг. 2



Фиг. 3



 $\Phi_{\mu 2.5}$  $\Phi_{\mu 2.6}$



Фиг.7

Редактор М.Недолуженко Составитель М.Поляков Техред М.Дидык Корректор С.Черни

Заказ 1721/53 Тираж 605 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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