



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3908100/24-07

(22) 14.06.85

(46) 28.02.87. Бюл. № 8

(71) Белорусский политехнический институт

(72) Т. Н. Стрелова, Л. А. Евдокимов  
и Е. Г. Поспелов

(53) 621.316.13(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 439048, кл. Н 02 J 3/06, 1975.

Авторское свидетельство СССР  
№ 502445, кл. Н 02 J 3/06, 1976.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЯЗИ ДВУХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

(57) Изобретение относится к области электротехники. Цель изобретения - обеспечение минимума потерь активной мощности. Устройство по величине

перетока формирует сигнал изменения величины напряжения статорных обмоток каждой из двух асинхронизированных синхронных машин, включенных в расщепку линии электропередачи, соответствующий минимуму потерь активной мощности. Это напряжение пропорционально квадратному корню из величины активной мощности. Коэф. пропорциональности зависит от параметров линии. По полученному сигналу информации о напряжении на шинах соответствующей энергосистемы и току в электропередаче устройство формирует величины уставок по напряжению, в соответствии с которыми изменяют возбуждение каждой асинхронизированной синхронной машины. 2 ил.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к устройствам для объединения энергосистем.

Цель изобретения — обеспечение минимума потерь активной мощности в линиях электропередачи во всех режимах работы.

На фиг. 1 приведен пример конкретного выполнения устройства для связи двух энергосистем; на фиг. 2 — элементы структурной схемы регулятора возбуждения асинхронизированной синхронной машины (АСМ).

На фигурах приняты следующие обозначения: сборные шины 1 и 2 соответственно первой и второй энергосистемы; линия 3, 4 электропередачи; асинхронизированные синхронные машины 5, 6; управляемые преобразователи 7 и 8 частоты; регуляторы 9 и 10 возбуждения; датчики 11 и 12 напряжения; датчики 14 и 13 тока; датчики 15 и 16 активной мощности; блоки 17 и 18 формирования сигнала изменения величины напряжения статорных обмоток асинхронизированных синхронных машин; блоки 19 и 20 автоматического изменения уставки регуляторов по напряжению, состоящие из элементов формирования уставки напряжения на шинах энергосистем 21, 22 и из элементов логического сравнения напряжений на концах линий 23, 24; блоки 25 и 26 телеканалов связи; задатчики 27 и 30 напряжения по концам линий; шины 31 и 32 напряжения статорных обмоток асинхронизированных синхронных машин; датчики 33 и 34 частоты; измеритель 35 скорости вращения вала; каналы 36 и 37 регулирования напряжения регуляторов возбуждения АСМ; каналы 38 и 39 регулирования активной мощности перетока и скорости вращения вала и активной мощности перетока регуляторов возбуждения, соответственно 6 и 5 асинхронизированных синхронных машин; блоки 40 и 41 преобразования координат регуляторов возбуждения. Датчики напряжения на шинах связываемых энергосистем не показаны.

Устройство работает следующим образом.

Пусть переток активной мощности осуществляется по линии 3, 4 электропередачи, АСМ 5 и 6 из первой энергосистемы во вторую энергосистему, при этом АСМ 5 работает в двигательном режиме, а АСМ 6 — в генера-

торном режиме. Информация о величине перетока активной мощности  $P_1$  в конце линии 3 поступает от датчика 16 активной мощности на вход блока 18 формирования сигнала изменения величины напряжения статорных обмоток АСМ в зависимости от величины активной мощности перетока в соответствии с выражением вида

$$U_{2\Delta} = \sqrt{\frac{2P_1(r_3 + g_3 \cdot x_3^2)}{4g_3(r_3 + g_3 \cdot x_3^2) - 2 \cdot x_3^2 \cdot g_3^2}} \quad (1)$$

$$\text{или } U_{2\Delta} = K_3 \sqrt{P_1}$$

где  $P_1$  — переток активной мощности в конце линии 3;

$U_{2\Delta}$  — напряжение в конце линии 3, соответствующее минимуму потерь активной мощности;

$r_3, g_3, x_3, x_3^2$  — параметры линии 3. С этой целью в блок 18 введен коэффициент  $K_3$ , определяемый параметрами линии 3 активным, реактивным и полным сопротивлением, активной проводимостью.

С выхода блока 18 сигнал напряжения  $U_{2\Delta}$ , соответствующий минимуму потерь активной мощности в линии 3, поступает на первый вход элемента 22 формирования уставки напряжения на шинах энергосистем блока 20 автоматического изменения уставки регулятора возбуждения по напряжению. На второй вход элемента 22 поступает сигнал от датчика 12, соответствующий величине напряжения  $U_2$  на шинах 32; на третий вход сигнал от датчика 14, соответствующий величине полного тока на шинах 32. В элемент 22 введен коэффициент  $K_3$ , определяемый параметрами линии 3 активным, реактивным и полным сопротивлением, активной проводимостью.

В элементе 22 на основании поступающей информации формируется величина уставки напряжения  $U_{1\Delta}$  на шинах 1, соответствующая минимуму потерь активной мощности в линии 3 в виде:

$$U_{1\Delta}^2 = U_{2\Delta}^2 (1 + 2r_3 \cdot g_3 + g_3^2 \cdot x_3^2) + \frac{P_1^2}{U_{2\Delta}^2} x_3^2 + 2P_1 (r_3 + g_3 \cdot x_3^2) + \frac{Q_1 \cdot x_3^2}{U_{2\Delta}^2} + 2Q_1 \cdot x_3;$$

$$Q_1' = - \frac{U_{2\Delta}^2 \cdot x_3 \cdot g_3}{r_3 + g_3 \cdot x_3^2}$$

Тогда выражение для  $U_{1\Delta}$  в окончательном виде,

$$U_{1\Delta} = K_1 \cdot U_{2\Delta}^2 + K_2 \cdot \frac{U_2^2 \cdot I_2^2}{U_{2\Delta}^2} + K_3 \cdot U_2 \cdot I_2 + K_4, \quad (2)$$

$$\text{где } K_1 = (1 + 2r_3 \cdot g_3 + g_3^2 \cdot x_3^2 - \frac{2x_3^2 \cdot g_3}{r_3 + g_3 \cdot x_3^2});$$

$$K_2 = x_3^2$$

$$K_3 = 2(r_3 + g_3 \cdot x_3^2);$$

$$K_4 = - \frac{x_3^2 \cdot x_3 \cdot g_3}{(r_3 + g_3 \cdot x_3^2)}$$

С выхода элемента 22 сигнал соответствующий величине напряжения  $U_{1\Delta}$  поступает на первый вход элемента 24 логического сравнения напряжений на концах линий блока 20 автоматического изменения уставки регулятора возбуждения по напряжению. На второй вход элемента 24 поступает сигнал с выхода блока 18, соответствующий величине напряжения  $U_{2\Delta}$ , на третий вход - сигнал от датчика 12, соответствующий величине напряжения  $U_2$  на шинах 32; на четвертый вход с выхода блока 26 телеканала связи сигнал, соответствующий величине напряжения  $U_1$  на шинах 1 энергосистемы 1; на пятый и шестой входы - сигналы с задатчиков 28 и 30 напряжения по концам линии 3, соответствующие величинам напряжения  $U_{10}$  и  $U_{20}$  на шинах 1 и 32 допустимым по условиям работы оборудования. В элементе 24 на основании поступающей информации формируется сигнал по условиям выполнения логических операций сравнения внутри этого элемента, т.е. если выполняются одновременно условия

$$U_2 \leq U_{20};$$

$$U_{2\Delta} \leq U_{20};$$

$$U_1 \leq U_{10};$$

$$U_{1\Delta} \leq U_{10},$$

то на выходе элемента 24 блока 20 присутствует сигнал, пропорциональный  $U_{2\Delta}$ , соответствующий минимуму потерь активной мощности. Если не выполняется хотя бы одно условие, то на выходе элемента 24 блока 20 сигнал равен нулю. Блок 20 автоматического изменения уставки регуляторов возбуждения по напряжению выбран на базе операционных усилителей, используя типовые блоки: суммирующие усилители, блоки перемножения, блоки логических операций, функциональные блоки.

Сигнал, пропорциональный  $U_{2\Delta}$ , с выхода элемента 24 логического сравнения напряжений на концах линий блока 20, поступает на вход первого суммирующего усилителя в канале 37 регулирования напряжения регулятора 10 возбуждения АСМ, на второй вход суммирующего усилителя поступает сигнал обратной связи напряжения  $U_2$  на шинах 32. С выхода канала 37 сигнал  $(U_{2\Delta} - K_c \cdot U_2)$  поступает в блок 41 преобразования, в котором суммируется с сигналом, поступающим из канала 39 регулирования активной мощности перетока для АСМ 5.  $K_c$  - коэффициент обратной связи.

Сигнал с выхода блока 41 поступает на вход блока 8 управляемого преобразователя частоты. Блок 8 является силовым звеном цепи возбуждения АСМ, получает силовое питание от сети через трансформатор. Сигнал управления, сформированный в блоке 8, подается к ротору АСМ и обеспечивает величину напряжения  $U_{2\Delta}$  статора, АСМ, работающей в двигательном режиме, и соответствующего минимуму потерь активной мощности в линии 3.

Регулирование напряжения статорных обмоток АСМ 6 в соответствии с величиной активной мощности  $P_2$ , обеспечивающее минимум потерь активной мощности в линии 4, осуществляется аналогично:  $U_{3\Delta} = K_4 \sqrt{P_2}$ , т.е. каналы регулирования напряжения регуляторов возбуждения АСМ одинаковые. Только вместо канала 39 регулирования активной мощности регулятор возбуждения АСМ 6 имеет канал 38 регулирования скорости вращения вала агрегата.

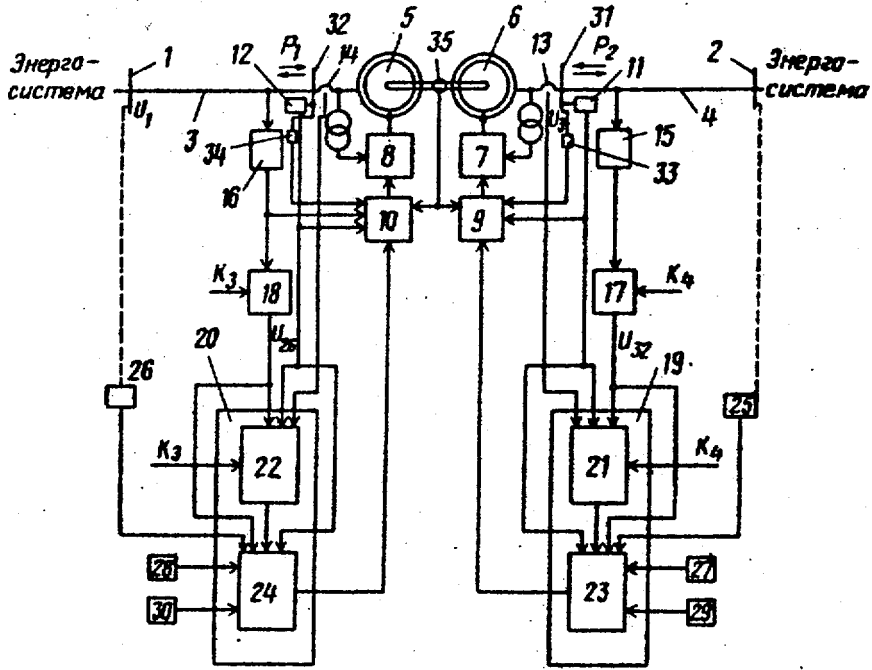
Датчики 33 и 34 частот, а также измеритель 35 скорости вращения вала, с выхода которых сигналы посту-

пают в регуляторы 9 и 10 возбуждения, необходимы для формирования в регуляторах сигналов с частотой скольжения ротора, равной разности частот статоров каждой АСМ и частоты вращения вала, подаваемых на вход схемы управления тиристорами управляемого преобразователя частоты. Кроме того, сигналы с датчика 33 и измерителя 35 обеспечивают работу канала 38 регулирования скорости вращения вала регулятора 9 АСМ 6.

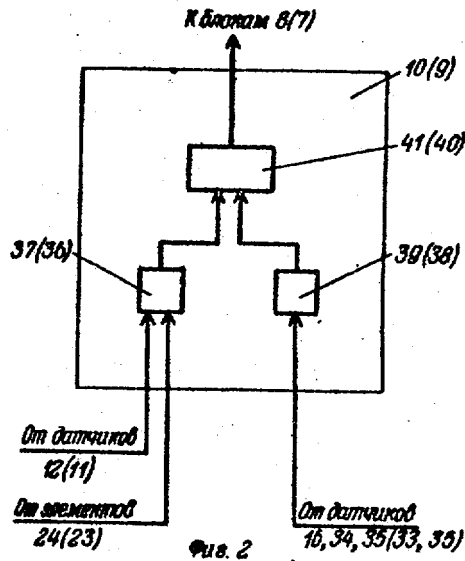
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для связи двух энергосистем, содержащее линию электропередачи, в расщелку которой включены статорные обмотки асинхронизированных синхронных машин, имеющие в роторной цепи управляемые преобразователи частоты с трансформаторами питания, подключенными к статорным обмоткам, регуляторы возбуждения с каналами регулирования напряжения и блоками преобразования координат, причем в одном из регуляторов имеется еще канал активной мощности, а в другом из регуляторов канал скорости вращения вала, датчики напряжения, тока, частоты, активной мощности на шинах, измеритель скорости вращения вала, входы одного из регуляторов возбуждения подсоединены к датчикам напряжения, частоты, активной мощности, измерителю скорости вращения вала, входы другого подсоединены к датчикам частоты, напряжения и к измерителю скорости вращения вала, а каналы обоих регуляторов возбуждения

подключены на входы блоков преобразования координат, отличающиеся тем, что, с целью обеспечения минимума потерь активной мощности, дополнительно введены датчики напряжения на шинах энергосистем, блоки телеканалов связи, блоки формирования сигнала изменения величины напряжения статорных обмоток асинхронизированных синхронных машин в зависимости от величины активной мощности перетока, подключенные к выходам датчиков активной мощности, задатчики напряжения по концам линии и блоки автоматического изменения уставки регуляторов возбуждения по напряжению, состоящие из элементов формирования уставки напряжения на шинах энергосистем, подключенных к выходам датчиков тока, напряжения, блоков формирования сигнала изменения величины напряжения статорных обмоток асинхронизированных синхронных машин, и из элементов логического сравнения напряжений на концах линий, на входы которых подключены элементы формирования уставки напряжения на шинах энергосистем, блоки формирования сигнала изменения величины напряжения статорных обмоток асинхронизированных синхронных машин, датчики напряжения на шинах связываемых энергосистем через блоки телеканалов связи, датчики напряжения и задатчики напряжения по концам линий, а выходы элементов логического сравнения подключены на входы каналов регулирования напряжения регуляторов возбуждения.



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель М. Поляков  
 Редактор С. Лисина      Техред И. Попович      Корректор А. Зимоков

Заказ 392/56

Тираж 619

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