



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1457061** **A1**

(5D) 4 Н 02 J 3/06

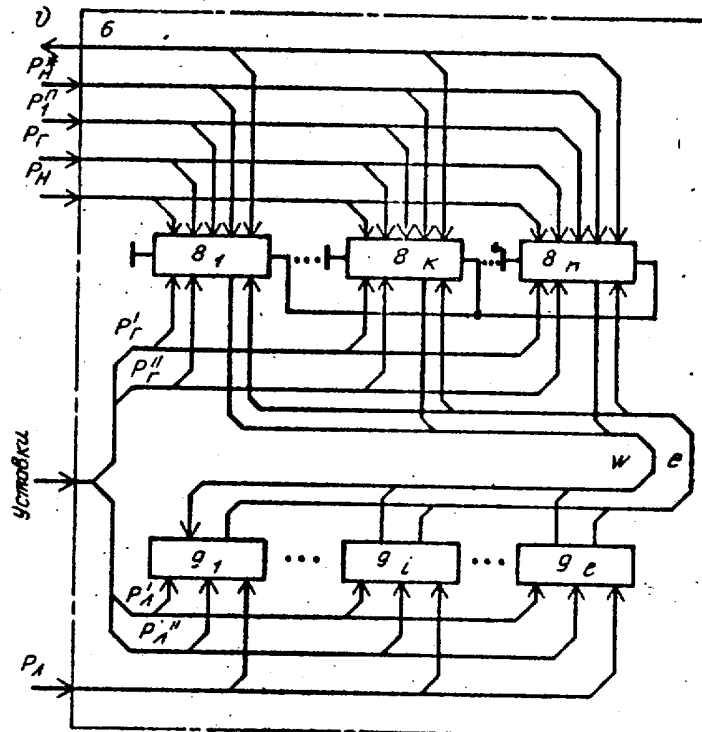
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4288528/24-07
- (22) 23.07.87
- (46) 07.02.89. Бюл. № 5
- (71) Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики
- (72) С.И. Хмельник
- (53) 621.316.728(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1150700, кл. Н 02 J 3/06, 1984.  
Авторское свидетельство СССР № 1387099, кл. Н 02 J 3/06, 1986.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ  
(57) Изобретение относится к электротехнике. Цель изобретения - расширение области использования путем распространения на энергосистемы с кольцевыми связями. Устройство содержит блок телеизмерений регулируемых параметров, блок задатчиков прогнозируемых значений нагрузок, блок задатчиков уставок, блок задат-



Фиг. 2

09 **SU** (11) **1457061** **A1**

чиков прогнозируемых значений нагрузок, подключенные к блоку 6 формирования управляющих воздействий. Имитаторы  $8_1 - 8_n$  узлов энергосистемы и имитаторы  $9_1 - 9_l$  линий электропередачи входят в состав блока 6 формирования управляющих воздействий. Имитаторы  $8_1 - 8_n$ ,  $9_1 - 9_l$  содержат источники тока, управляемые напряжением, резисторы, сумматоры, ин-

теграторы, источники напряжения. В электрической цепи, составленной из перечисленных элементов, минимизируется мощность тепловых потерь, что эквивалентно задаче квадратичного программирования, решаемого при коррекции распределения активных мощностей в энергосистемах, в том числе и с кольцевыми связями. 4 ил.

1

Изобретение относится к области электротехники и предназначено для оперативной коррекции распределения генерируемой активной мощности.

Целью изобретения является расширение области использования, в частности в энергосистемах с кольцевыми связями.

На фиг. 1 изображено предлагаемое устройство; на фиг. 2 - блок формирования управляющих воздействий; на фиг. 3 и 4 - имитаторы узла энергосистемы и линии электропередач соответственно.

Устройство содержит соединенный с энергосистемой 1 блок 2 телеизмерений регулируемых параметров, блок 3 задатчиков уставок, блок 4 задатчиков плановых значений генерируемых мощностей, блок 5 задатчиков прогнозируемых значений нагрузок и блок 6 формирования управляющих воздействий, выход которого через канал 7 управления мощностью регулирующих объектов связан с энергосистемой 1. Шесть входов блока 6 соединены с выходами блоков 2-5.

Блок 2 телеизмерений состоит из отдельных датчиков  $2_{11}, 2_{12}, \dots$ , генерируемых мощностей, датчиков  $2_{21}, 2_{22}, \dots$ , мощностей нагрузок, датчиков  $2_{31}, 2_{32}, \dots$  мощностей перетоков. Блок 3 задатчиков уставок состоит из отдельных задатчиков  $3_{11}, 3_{12}, \dots$  уставок по перетокам мощности, задатчиков  $3_{21}, 3_{22}, \dots$  уставок по генерируемым мощностям. Блок 4 задатчиков плановых значений генерируемых мощностей состоит из отдельных задатчиков  $4_1, 4_2, \dots$

2

плановых значений генерируемых мощностей. Блок 5 задатчиков прогнозируемых значений нагрузок состоит из отдельных задатчиков  $5_1, 5_2, \dots$  прогнозируемых значений нагрузок.

Блок 6 формирования управляющих воздействий (фиг. 2) выполнен из имитаторов  $8_1, 8_2, \dots, 8_k, \dots$  узла энергосистемы и имитаторов  $9_1, 9_2, \dots, 9_l, \dots$  линий электропередач, количество которых определяется количеством узлов и линий электропередач энергосистемы.

Первые функциональные входы всех имитаторов 8 узлов энергосистемы объединены. Вторые функциональные входы этих имитаторов 8 присоединены к общей шине.

Управляющие выходы имитаторов 8 узла энергосистемы образуют в совокупности выход блока 6.

Первые и вторые управляющие входы всех имитаторов  $8_k$  и  $9_l$  образуют в совокупности первый вход блока 6, связанный с выходом блока 3, причем первые и вторые управляющие входы имитаторов 9 линий электропередач подключены к выходам задатчиков  $3_{11}, 3_{12}, \dots$  уставок по перетокам мощности, а первые и вторые управляющие входы имитаторов узла  $8_k$  энергосистемы подключены к выходам задатчиков  $3_{21}, 3_{22}, \dots$  уставок по генерируемым мощностям.

Третьи и четвертые, пятые и шестые управляющие входы всех имитаторов  $8_k$  узла энергосистемы образуют в совокупности соответственно второй, третий, четвертый и шестой входы блока 6 в целом. Третьи управ-

5

10

15

20

25

30

35

40

ляющие входы всех имитаторов 9; линии электропередач образуют в совокупности четвертый вход блока 6 в целом. При этом второй, третий и четвертый его входы связаны соответственно с первым, вторым и третьим выходами блока 2, пятый его вход связан с выходом блока 4, шестой его вход связан с выходом блока 5.

Выходы всех имитаторов  $8_k$  узла присоединены к групповому входу каждого имитатора 9; линии электропередач. Выходы всех имитаторов 9; линии электропередач присоединены к групповому входу каждого имитатора  $8_k$  узла.

Каждый имитатор  $8_k$  узла энергосистемы (фиг. 3) содержит первый 10, второй 11 и третий 12 управляемые источники тока с управляющими входами, ограничитель 13 тока с двумя управляющими входами, первый усилитель 14, первый 15 и второй 16 резисторы, четвертый 17 и пятый 18 управляемые источники тока, сумматор 19, управляемый источник 20 напряжения и второй усилитель 21.

Каждый имитатор 9; линии электропередач (фиг. 4) содержит сумматор 22, интегратор 23, резистор 24, управляемый источник 25 тока, ограничитель 26 тока.

Вначале рассмотрим математическую постановку задачи оперативной коррекции, решаемой предлагаемым устройством. Она состоит в следующем. Необходимо найти генерируемые мощности  $P_{гк}^*$   $k$ -х узлов в определенный момент времени  $t^*$ , для которого известны прогнозируемые нагрузки  $P_{нк}^*$  в этих же узлах и плановые значения генерируемых мощностей  $P_{гк}^n$  этих же узлов. Генерируемые мощности должны быть выбраны таким образом, чтобы минимизировать показатель качества  $I$  при условиях

$$I = \sum_{k=1}^n (h_k (P_{гк}^* - P_{гк}^n)^2 + g_k (P_{гк}^* - P_{гк}^n)^2); \quad (1)$$

$$P_{гк}^* = P_{гк} - P_{нк}; \quad (2)$$

$$P_{гк}^* = P_{гк}^* - P_{нк}^*; \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n P_{гк}^* = 0; \quad (4)$$

$$P_{ли}^* = P_{ли} + \sum_{k=1}^n \alpha_{ки} (P_{гк}^* - P_{гк}^n); \quad (5)$$

$$P_{ли}^i \leq P_{ли}^* \leq P_{ли}^{II}; \quad (6)$$

$$P_{гк}^i \leq P_{гк}^* \leq P_{гк}^{II}; \quad (7)$$

где  $h_k, g_k$  - известные коэффициенты;  
 $P_{гк}$  - генерируемая мощность  $k$ -го узла в текущий момент времени  $t$ ;  
 $P_{гк}^*$  - генерируемая мощность  $k$ -го узла в расчетный момент времени;  
 $P_{нк}$  - нагрузка  $k$ -го узла в текущий момент времени  $t$ ;  
 $P_{нк}^*$  - прогнозируемое значение мощности нагрузки  $k$ -го узла в расчетный момент времени  $t^*$ ;

$P_{гк}^*$  - прогнозируемое значение мощности нагрузки  $k$ -го узла в расчетный момент времени  $t^*$ ;

$P_{гк}^*$ ,  $P_{гк}^{**}$  - узловые (суммарные) мощности  $k$ -го узла в моменты времени  $t$  и  $t^*$  соответственно;

$P_{ли}^i$  - переток мощности по  $i$ -й линии электропередач в текущий момент времени  $t$ ;

$P_{ли}^*$  - переток мощности по  $i$ -й линии электропередач в расчетный момент времени  $t^*$ ;

$P_{гк}^n$  - плановое значение генерируемой мощности  $k$ -го узла в расчетный момент времени  $t^*$ ;

$P_{гк}^i$ ,  $P_{гк}^{II}$  - предельные значения (наименьшее и наибольшее соответственно) генерируемых мощностей  $P_{гк}^*$ ;

$P_{ли}^i$ ,  $P_{ли}^{II}$  - то же, для  $P_{ли}^*$ ;

$\alpha_{ки}$  - коэффициент влияния  $k$ -й узловой мощности на  $i$ -й переток.

В этой задаче показатель качества отражает требования по минимизации изменения генерируемых мощностей (формула (1), первый член) и по минимизации отклонения от планового режима (формула (1), второй член). При этом, выбирая определенным образом коэффициенты  $h_k$  и  $g_k$ , можно для некоторых (маневренных) электростанций снять последнее требование, а для других (базовых) электростанций сделать это требование преобладающим над первым.

Благодаря возможности реализации уравнения (5) предлагаемое устройство, в отличие от известного, применимо для энергосистем с кольцевыми связями. Условие (4) отражает требование по стабилизации частоты.

Итак, предлагаемое устройство решает задачу минимизации показателя качества  $I$  при условиях (1) - (7), где неизвестные  $R_{гк}^*$ ,  $R_{лс}$ ,  $R_{у\kappa}^*$ ,  $R_{у\kappa}$  а данными являются  $R_{гк}$ ,  $R_{н\kappa}$ ,  $R_{л\kappa}$ ,  $R_{п\kappa}$ ,  $R_{гк}^1$ ,  $R_{гк}^2$ ,  $R_{л\kappa}^1$ ,  $R_{л\kappa}^2$ , и коэффициенты  $h_{\kappa}$ ,  $g_{\kappa}$ ,  $\alpha_{\kappa i}$ . Эта задача решается электрической цепью, являющейся моделью энергосистемы и, одновременно, физической моделью задачи. Эта электрическая цепь образуется в блоке 6 формирования управляющих воздействий и имеет следующие компоненты и параметры:

$r_{\kappa}$ ,  $R_{\kappa}$ ,  $P$  - сопротивления резисторов 15 $_{\kappa}$ , 16 $_{\kappa}$ , 24; соответственно;

$I_{гк}$ ,  $I_{р\kappa}$ ,  $I_{н\kappa}$  - токи, протекающие через резисторы 15 $_{\kappa}$ , 16 $_{\kappa}$ , 24; соответственно;

$I_{\Delta\kappa}$  - ток управляемого источника 20 $_{\kappa}$  напряжения;

$I_{гк}$ ,  $I_{п\kappa}$ ,  $I_{н\kappa}$ ,  $I_{гк}^1$ ,  $I_{р\kappa}$ ,  $I_{л\kappa}^1$  - токи управляемых источников тока 10, 11, 12, 17, 18 и 25 соответственно;

$I_{о\kappa}$ ,  $I_{л\kappa}$  - токи, протекающие через ограничители 13 $_{\kappa}$  и 26; тока соответственно;

$I_{о\kappa}^1$ ,  $I_{о\kappa}^2$ ,  $I_{л\kappa}^1$ ,  $I_{л\kappa}^2$  - предельные значения токов  $I_{о\kappa}$  и  $I_{л\kappa}$ ;

$V_{\kappa}$ ,  $W_{\kappa}$  - напряжения на выходах усилителей 14 $_{\kappa}$  и 21 $_{\kappa}$  соответственно;

$E_{\kappa}$  - напряжение управляемого источника напряжения 20 $_{\kappa}$ ;

$l_i$  - напряжение на выходе интегратора 23;

$z_{\kappa}$ ,  $\lambda_i$  - напряжение на выходе сумматоров 19 $_{\kappa}$  и 22; соответственно.

В этой цепи соблюдается, соответственно, первый закон Кирггофа, т.е.

$$I_{\kappa} = I_{о\kappa} - I_{н\kappa}; \quad (8)$$

$$I_{\kappa} = I_{гк} - I_{р\kappa} + I_{\Delta\kappa}; \quad (9)$$

$$I_{о\kappa} = I_{п\kappa} + I_{р\kappa}; \quad (10)$$

$$I_{о\kappa} = I_{гк} + I_{р\kappa}; \quad (11)$$

$$I_{л\kappa} = I_{гк} + I_{н\kappa}; \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^n I_{\kappa} = 0. \quad (13)$$

Токи ограничителей 13 и 26, как показано в выражении для известного устройства, удовлетворяют соотношениям

$$I_{о\kappa}^1 \leq I_{о\kappa} \leq I_{о\kappa}^2; \quad (14)$$

$$I_{л\kappa}^1 \leq I_{л\kappa} \leq I_{л\kappa}^2; \quad (15)$$

Для источника 20 $_{\kappa}$  напряжения и усилителя 21 $_{\kappa}$  имеют место соотношения

$$E_{\kappa} = a z_{\kappa}; \quad (16)$$

$$W_{\kappa} = b I_{\Delta\kappa}; \quad (17)$$

где  $a$ ,  $b$  - константы.

Сумматор 19 $_{\kappa}$  совместно с источником 20 $_{\kappa}$  напряжения реализует соотношение

$$z_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \gamma_{\kappa i} l_i; \quad (18)$$

Сумматор 22; реализует соотношение

$$\lambda_i = \sum_{\kappa=1}^n \gamma_{\kappa i} W_{\kappa}. \quad (19)$$

В формулах (18) и (19) коэффициенты  $\gamma_{\kappa i}$  перед слагаемыми принимаются 30 равными коэффициентам в соотношении (5).

Напряжение  $\varphi_i$  на выходе интегратора 23; удовлетворяет соотношению

$$\frac{dl_i}{dt} = \lambda_i + \rho I_{п\kappa}; \quad (20)$$

Совмещая (16) - (20) находим при  $a = 1$  и  $b = \rho$

$$\frac{dl_i}{dt} = \rho \left( \sum_{\kappa=1}^n \gamma_{\kappa i} I_{\Delta\kappa} + I_{п\kappa} \right); \quad (21)$$

$$E_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \gamma_{\kappa i} l_i; \quad (22)$$

Уравнения (21) и (22) можно заметить системой уравнения вида

$$\frac{dl_{\kappa i}}{dt} = \rho (\gamma_{\kappa i} I_{\Delta\kappa} + I_{\kappa i}); \quad (23)$$

$$E_{\kappa i} = \gamma_{\kappa i} l_{\kappa i}; \quad (24)$$

$$E_{\kappa} = \sum_{i=1}^n E_{\kappa i}; \quad (25)$$

$$I_{п\kappa} = \sum_{i=1}^n I_{\kappa i}; \quad (26)$$

$$l_i = \sum_{\kappa=1}^n l_{\kappa i}; \quad (27)$$

$$\frac{dl_i}{dt} = \sum_{\kappa=1}^n \frac{dl_{\kappa i}}{dt}. \quad (28)$$

Уравнения вида (23) и (24) относительно напряжений  $E_{\kappa i}$ ,  $l_{\kappa i}$  и токов

$I_{\Delta k}$ ,  $I_{ki}$  описывают некоторые элементы, имеющие физическую интерпретацию в виде электромашиных преобразователей (ЭМП). Таким образом, можно полагать, что электрическая цепь устройства состоит из источника тока, резисторов, диодов и ЭМП. В такой электрической цепи всегда достигается установившийся режим, при котором

$$\frac{dI_{ki}}{dt} = 0, \quad (29)$$

а система дифференциальных уравнений, описывающих данную электрическую цепь, имеет решение, которое является единственным, устойчивым и не зависит от начальных условий.

В установившемся режиме функции ЭМП совпадают с функциями трансформатора постоянного тока. Относительно электрических цепей с трансформаторами постоянного тока известно, что в них минимизируется мощность тепловых потерь при ограничениях, которыми являются уравнения первого закона Кирхгофа, неотрицательность токов, протекающих через диоды, и связь между токами первичных и вторичных обмоток трансформаторов постоянного тока. В случае ЭМП эта связь следует из уравнений (23) и (29), откуда получаем

$$\delta_{ki} I_{\Delta k} + I_{ki} = 0. \quad (30)$$

Из (30) и (26) следует

$$I_{hi} = -\sum_{k=1}^n \delta_{ki} I_{\Delta k}. \quad (31)$$

Итак, в рассматриваемой электрической цепи минимизируются тепловые потери

$$Q = \sum_{k=1}^n (I_{rk}^2 R_k + I_{rk}^2 r_k) + \sum_{i=1}^l I_{ni}^2 \rho \quad (32)$$

при ограничениях (8)-(15) и (31). При  $\rho \ll R_k$  и  $\rho \ll r_k$  последним членом в (32) можно пренебречь.

$$Q = \sum_{k=1}^n (I_{rk}^2 R_k + I_{rk}^2 r_k) \quad (33)$$

Задача минимизации  $Q$  при условиях (8) - (15), (31) и (33) совпадает с задачей минимизации  $I$  при условиях (1) и (7), если положить, что

$$P_{rk} = \alpha I_{rk};$$

$$P_{rk}^* = \alpha I_{ok};$$

$$P_{nk} = \alpha I_{rk};$$

$$P_{nk}^* = \alpha I_{nk};$$

$$P_{yk} = \alpha (I_{rk} - I_{rk}); \quad (34)$$

$$P_{yk}^* = \alpha I_{rk};$$

$$P_{li} = \alpha I_{li};$$

$$P_{li}^* = \alpha I_{li};$$

$$P_{rk}^n = \alpha I_{rk};$$

$$P_{rk}^l = \alpha I_{ok};$$

$$P_{rk}^n = \alpha I_{ok};$$

$$P_{li}^l = \alpha I_{li};$$

$$P_{li}^n = \alpha I_{li};$$

$$P_{yk}^* - P_{yk} = \alpha I_{\Delta k};$$

$$P_{li} - P_{li}^* = \alpha I_{ni};$$

$$P_{rk}^* - P_{rk} = \alpha I_{rk};$$

$$h_k = r_k / \alpha^2$$

$$g_k = R_k / \alpha^2$$

Итак, задача минимизации тепловых потерь в электрической цепи устройства полностью эквивалентна задаче минимизации показателя качества  $I$  при оперативной коррекции распределения перетоков активной мощности в энергосистеме при условиях (1) - (7).

Устройство функционирует следующим образом.

Из блока 2 телеизмерений на управляющие входы источников 10 тока поступают величины  $P_{rk}$ , устанавливая значение тока этих источников в соответствии с (2). Таким образом, токи источников 10 становятся равными величинам  $I_{rk}$ , пропорциональным генерируемым мощностям, в соответствии с (34). Аналогично из этого же блока на управляющие входы источников 17, 18, и 25 тока поступают величины  $P_{rk}$ ,  $P_{nk}$ ,  $P_{li}$  соответственно, устанавливая токи  $I_{rk}$ ,  $I_{rk}$ ,  $I_{li}$  этих источников в соответствии с (34). Из блока задатчиков плановых значений генерируемых мощностей на управляющие входы источников 11 тока поступают величины  $P_{rk}^n$ , устанавливая значение тока  $I_{rk}$  этих источников в соответствии с (34). Из блока 5 задатчиков прогнозируемых значений нагрузок на управляющие входы источников 12 тока поступают величины  $P_{nk}^*$ , устанавливая

значение тока этих источников в соответствии с (34).

Из блока 3 задатчиков уставок на управляющие входы ограничителей 13 и 26 тока поступают уставки  $P_{гк}^*$ ,  $P_{гк}^{\#}$ ,  $P_{Л1}^*$ ,  $P_{Л1}^{\#}$ , устанавливая в соответствии с (34) значения токов соответственно  $I_{ок}^*$ ,  $I_{ок}^{\#}$ ,  $I_{Л1}^*$ ,  $I_{Л1}^{\#}$ . Тем самым реализуются ограничения (14) и (15).

Напряжение  $U_k$  с выхода интеграторов 23; поступают на входы сумматоров 19<sub>к</sub>, а напряжения  $U_k$  с выходов этих сумматоров подаются на управляющие входы источников 20 напряжения  $E_k$ . Токи  $I_{Дк}$  этих источников протекают также через усилители 21<sub>к</sub> с малым входным сопротивлением, не влияющим на распределение токов в имитаторах 8<sub>к</sub>. Напряжения  $W_k$  с выходов этих усилителей поступают на входы сумматоров 22; , а напряжения  $U_k$  с выходов этих сумматоров поступают на входы интеграторов 23; .

Как указано ранее, по окончании переходного процесса токи этих интеграторов и источников 20 напряжения принимают значения, определенные соотношением (31). При этом в резисторах 16<sub>к</sub> и 15<sub>к</sub> устанавливаются токи  $I_{рк}$  и  $I_{рк}$ , минимизирующие тепловые потери (33). Токи  $I_{рк}$  протекают через усилители 14 (с малым входным сопротивлением, не влияющим на распределение токов), Таким образом, сигналы на выходах усилителей 14 оказываются пропорциональными токам  $I_{рк}$  или, как следует из (34), величинам

$$V = P_{гк}^* - P_{гк} . \quad (35)$$

Эти сигналы поступают через канал 7 и в энергосистему 1 для изменения мощности регулирующих объектов на величину (35) к тому моменту, для которого в блоках 4 и 5 установлены плановые значения генерируемых мощностей и прогнозируемые значения нагрузок.

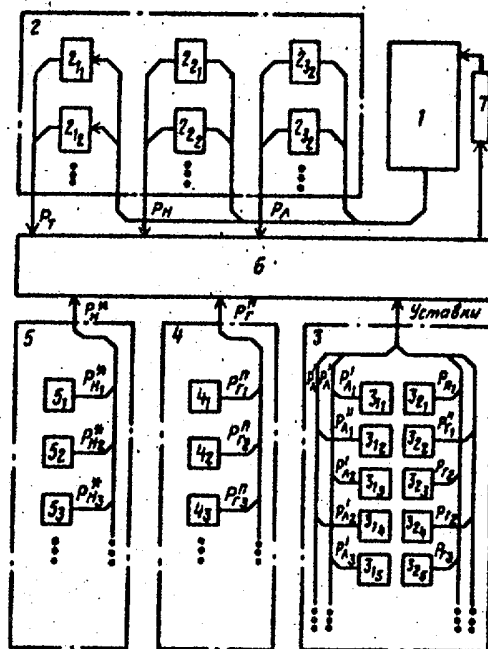
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для распределения активной мощности в энергосистеме, содержащее блок телеизмерения, состоящий из датчиков генерируемых мощностей, мощностей нагрузок и мощно-

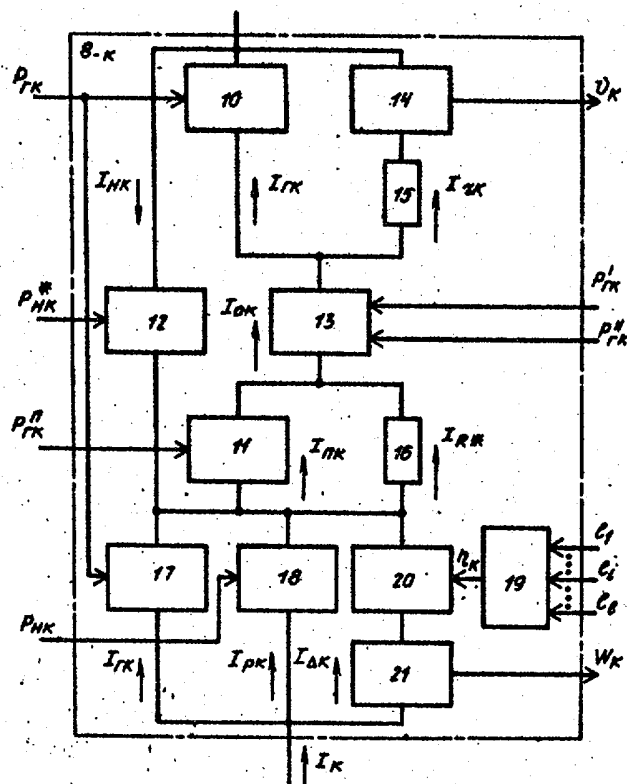
стей перетоков, первый, второй и третий выходы которого объединяют соответственно выходы датчиков генерируемых мощностей, мощностей нагрузок и мощностей перетоков, а вход соединен с энергосистемой, имеющей канал управления мощностью объектов, блок датчиков уставок, выход которого объединяет выходы задатчиков уставок, блок задатчиков плановых значений генерируемых мощностей выход которого объединяет выходы задатчиков плановых значений генерируемых мощностей, блок задатчиков прогнозируемых значений нагрузок, выход которого объединяет выходы задатчиков прогнозируемых нагрузок, и блок формирования управляющих воздействий, выполненный из имитаторов узлов энергосистемы и имитаторов линий электропередач, количество которых определяется количеством узлов и линий электропередач энергосистемы, а каждый имитатор узла энергосистемы имеет два функциональных входа и управляющий выход, причем эти выходы образуют в совокупности выход блока формирования управляющих воздействий в целом, подключенный к энергосистеме, через канал управления мощностью регулирующих объектов, первые функциональные входы всех имитаторов узлов энергосистемы объединены, вторые функциональные входы этих имитаторов подсоединены к общей шине, каждый имитатор линии электропередач содержит ограничитель тока с двумя управляющими входами, которые являются первым и вторым управляющими входами этого имитатора, каждый имитатор узла энергосистемы содержит первый усилитель, первый, второй и третий управляемые источники тока, первый и второй резисторы и ограничитель тока с двумя управляющими входами, которые являются первым и вторым входами имитатора узла, причем этот ограничитель включен последовательно с первым управляемым источником тока, а параллельно первому управляемому источнику тока включены последовательно соединенные усилитель и первый резистор, выход первого усилителя является управляющим выходом имитатора узла в целом, второй управляемый источник тока включен последовательно с ограничителем тока и первым управ-

ляемым источником тока, а эта цепочка включена параллельно третьему управляемому источнику тока, второй резистор включен параллельно второму управляемому источнику тока, управляющие входы первого, второго и третьего управляемых источников тока являются соответственно третьим, четвертым и пятым управляющими входами этого имитатора, при этом третьи управляющие входы всех имитаторов узлов образуют в совокупности второй вход блока формирования управляющих воздействий, соединенный с первым выходом блока телеизмерений, четвертые управляющие входы всех имитаторов узлов образуют в совокупности третий управляющий вход блока формирования управляющих воздействий, соединенный с выходом блока задатчиков плановых значений генерируемых мощностей, пятые управляющие входы всех имитаторов узлов образуют в совокупности четвертый управляющий вход блока формирования управляющих воздействий, соединенный с выходом блока задатчиков прогнозируемых значений нагрузок, а управляющие входы ограничителей тока во всех имитаторах образуют в совокупности первый управляющий вход блока формирования управляющих воздействий в целом, соединенный с выходом блока задатчиков уставок, причем управляющие входы ограничителей тока имитатора линии электропередач подключены к выходам задатчиков уставок по перетокам мощности, а управляющие входы ограничителей тока имитатора узла энергосистемы подключены к выходам задатчиков уставок по генерируемым мощностям, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью расширения области использования, в частности и в энергосистемах с кольцевыми связями, в каждый имитатор узла дополнительно введен четвертый и пятый управляемые источники тока, управляемый

источник напряжения, второй усилитель и сумматор, при этом управляющий вход четвертого управляемого источника тока присоединен к третьему управляемому входу имитатора узла, управляющий вход пятого управляемого источника тока является шестым входом имитатора узла, управляющий вход управляемого источника напряжения соединен с выходом сумматора, входы которого образуют групповой вход имитатора узла, последовательно с третьим управляемым источником тока включен четвертый управляемый источник тока, а параллельно ему включены пятый управляемый источник тока и последовательно соединенные управляемый источник напряжения и второй усилитель, в каждый имитатор линии электропередач дополнительно введены сумматор, интегратор, резистор и управляемый источник тока, управляющий вход которого является третьим управляющим входом этого имитатора, входы сумматора образуют групповой вход этого имитатора, выход сумматора подключен к входу интегратора, параллельно ограничителю тока включены управляемый источник тока и последовательно соединенные резистор и интегратор, а выход интегратора является выходом имитатора линии электропередач, при этом управляющие входы всех имитаторов линии электропередач образуют в совокупности пятый вход блока формирования управляющих воздействий, соединенный с третьим выходом телеизмерений, шестые управляющие входы всех имитаторов узлов образуют в совокупности шестой вход блока управляющих воздействий, соединенный с вторым выходом блока телеизмерений, входы всех имитаторов узлов присоединены к групповому входу каждого имитатора линии электропередач, а входы всех этих имитаторов присоединены к групповому входу всех имитаторов узлов.

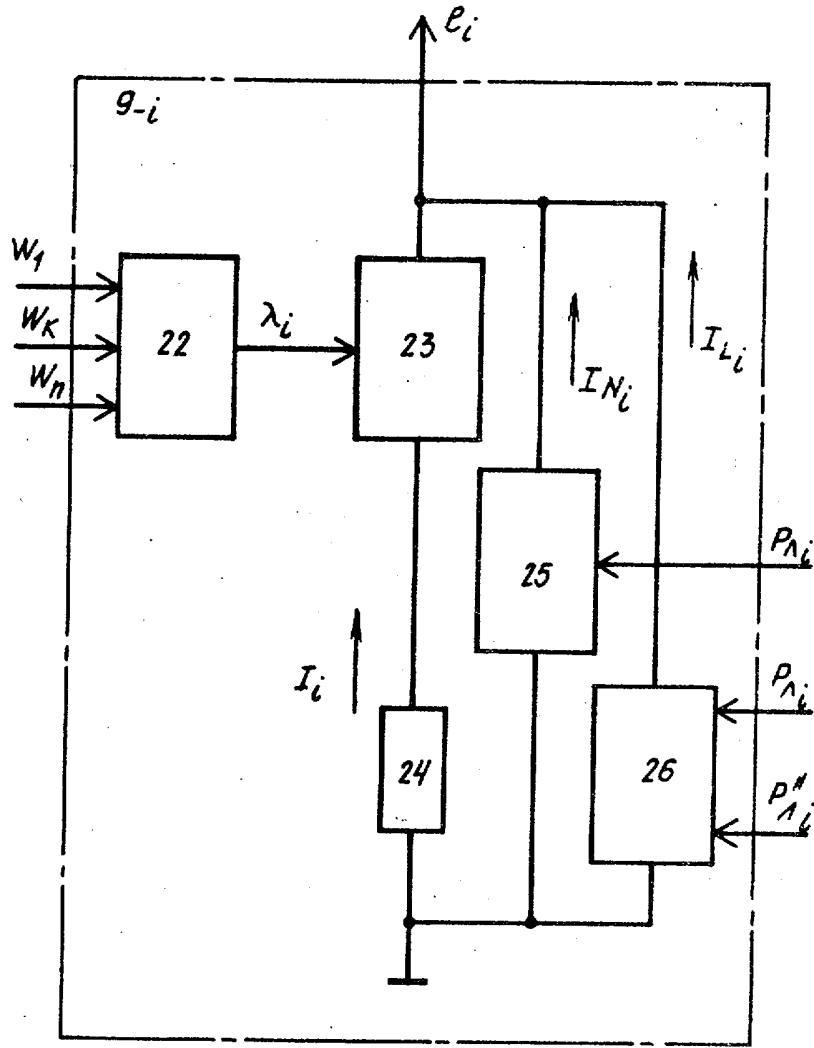


Фиг. 1



Фиг. 3





Фиг. 4

Редактор Н. Лазаренко      Составитель К. Фотина      Корректор А. Обручар  
 Техред Л. Сердюкова

---

Заказ 7559/52      Тираж 605      Подписное

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

---

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