



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

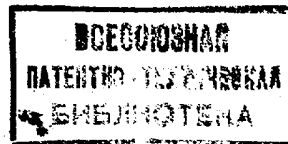
(19) SU (11) 1642444 A1

(51)5 G 05 B 13/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

2

(21) 4431853/24

(22) 27.05.88

(46) 15.04.91. Бюл. № 14

(71) Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики

(72) С.И.Хмельник

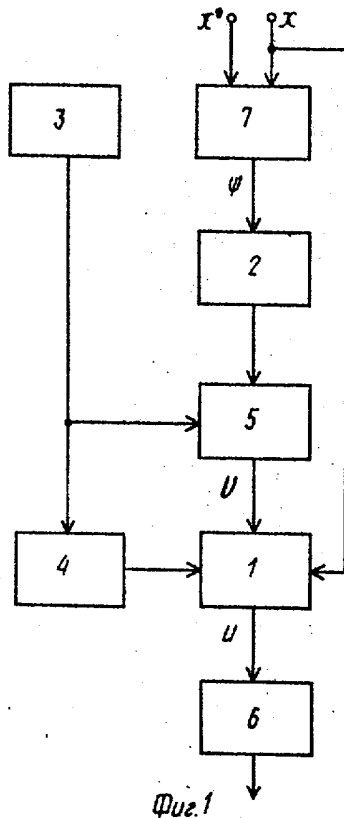
(53) 62-50(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1339492, кл. G 05 B 13/00, 1987.

(54) ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТЫ И ПЕРЕТОКОВ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

(57) Изобретение относится к автоматическому управлению и может быть использо-

вано в системах управления частотой и перетоками активной мощности энергосистемы. Цель изобретения – повышение качества регулирования. Оптимальный регулятор частоты и перетоков мощности энергосистемы содержит блок 1 вычисления управляющих воздействий, блок 2 интеграторов, генератор 3 синусоидального напряжения, генератор 4 прямоугольных импульсов, блок 5 модуляторов, блок 6 выпрямителей и блок 7 сумматоров. Цель изобретения достигается за счет введения блоков 2 и 7 и нового выполнения блока 1. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



(19) SU (11) 1642444 A1

Изобретение относится к автоматическому управлению и может быть использовано в системах управления частотой и перетоками активной мощности энергосистемы.

Цель изобретения – повышение качества регулирования.

На фиг.1 представлена блок-схема предлагаемого регулятора; на фиг.2 – электрическая схема блока вычисления управляющих воздействий; на фиг.3 – блок-схема управляемого вентиля переменного тока.

Оптимальный регулятор частоты содержит (фиг.1) блок 1 вычисления управляющих воздействий, блок 2 интеграторов, генератор 3 синусоидального напряжения, генератор 4 прямоугольных импульсов, блок 5 модуляторов, блок 6 выпрямителей и блок 7 сумматоров.

Блок 1 содержит (фиг.2) управляемые вентили 8 переменного тока, трансформаторы 9 и резисторы 10.

Управляемый вентиль переменного тока содержит (фиг.3) вентиль 11 переменного тока, первый 12 и второй 13 элементы И и пороговый элемент 14.

Оптимальный регулятор (фиг.1) работает следующим образом.

Из объекта регулирования на вход обратной связи регулятора поступает вектор состояния (вектор регулируемых величин) x , а на вход объекта регулирования с выхода регулятора – вектор управляющих воздействий U . Кроме того, на задающий вход регулятора подается вектор уставок x^0 . Компоненты x_m и x_m^0 векторов x и x^0 формируются в объекте регулирования в виде напряжений, изображающих m -е состояние объекта в данный момент и m -ю уставку.

Напряжения x_m и x_m^0 пропорциональные регулируемым величинам и уставкам, подаются на m -й сумматор в блоке 7 сумматоров. В результате на выходе этого сумматора образуется величина

$$\Psi_m = b_m(x_m - x_m^0),$$

где b_m – известный коэффициент.

На выходе блока 7 сумматоров в целом образуется вектор

$$\Psi = B(x - x^0), \quad (1)$$

где x, x^0, Ψ – векторы с компонентами x_m, x_m^0, Ψ_m соответственно;

B – диагональная матрица элементов b_m .

Вектор Ψ подается на вход 2 интеграторов, который вырабатывает вектор напря-

жений, пропорциональных интегралу от Ψ . Эти напряжения подаются на управляющий вход блок 5 модуляторов, который вырабатывает переменные токи с действующим значением I , пропорциональным напряжениям на управляющем входе. Таким образом, на входе блока 1 появляется вектор переменных токов с действующим значением

$$I = \int_{t_0}^t \Psi dt, \quad (2)$$

которому соответствует вектор U переменных напряжений.

Блок 1 работает следующим образом.

Обозначим через l, d векторы действующих значений синусоидальных токов через резисторы 10 и управляемые вентили 8 переменного тока (фиг.2) соответственно. Кроме того, обозначим через r диагональную матрицу с элементами r_n , равными сопротивлениям резисторов 10, а через H матрицу коэффициентов трансформации трансформаторов 9.

Матрица трансформаторов 9 описывается уравнениями:

$$U = H^T U; \quad (3)$$

$$I + H(I + d) = 0, \quad (4)$$

где T – знак транспонирования.

Вектор I определяется соотношением

$$I = r^{-1} U. \quad (5)$$

Управляемые вентили 8 переменного тока (фиг.3) блока 1 функционируют следующим образом.

Вырабатываемые генератором 4 прямоугольные импульсы поступают на парафазный вход этого вентиля. Если при этом на выходе порогового элемента 14 присутствует положительный потенциал, то на выходах элементов И 12 и 13 появляются импульсы, повторяющие импульсы на его парафазном входе.

Импульсы на выходах элементов И 12 и 13 поступают на парафазный управляющий вход вентиля 11 переменного тока. При наличии таких импульсов вентиль 11 переменного тока ведет себя относительно действующих (положительных и отрицательных) значений напряжений U_m тока d_m между своими входом и выходом так же, как диоды в цепи постоянного тока.

При нулевом потенциале на выходе порогового элемента 14 на выходах элементов И 12 и 13 также появляются нулевые потенциалы, которые закрывают вентиль 11 переменного тока.

Таким образом, управляемые вентили 8 переменного тока при положительном потенциале на выходе порогового элемента 14 ведут себя как вентиль 11 переменного тока, а при отрицательном потенциале на выходе порогового элемента 14 представляют собой разомкнутую цепь.

На входы пороговых элементов 14, входящих в состав управляемых вентилях переменного тока 8-м, подаются потенциалы x_m . Пороговый элемент 14 вырабатывает на своем выходе потенциал

$$\begin{aligned} e_m &= 0 \text{ при } x_m > 0; \\ e_m &> 0 \text{ при } x_m \leq 0. \end{aligned}$$

Отсюда следует, что управляемый вентиль переменного тока 8-м при $e_m > 0$ ведет себя как вентиль 11 переменного тока, а при $e_m = 0$ представляет собой разомкнутую цепь.

Таким образом, управляемый вентиль переменного тока 8-м функционирует в соответствии со следующим соотношением:

$$\begin{aligned} \text{если } x_m > 0, \text{ то } U_m \text{ неограничено и } d_m = 0; \\ \text{если } x_m \leq 0, \text{ то } U_m \geq 0, d_m \geq 0, U_m d_m = 0, \end{aligned}$$

т.е. представляет собой либо вентиль переменного тока (при $x_m \leq 0$), либо разомкнутую цепь (при $x_m > 0$).

Блок 5 модуляторов является источником синусоидальных токов I определенной величины, а на его выходе имеется выходное напряжение U . Таким образом, трансформаторы 9, вентили 8, резисторы 10 и блок 5 модуляторов описываются такими же уравнениями относительно действующих значений напряжений и токов, какими описываются матрица трансформаторов постоянного тока, диоды, резисторы и источники постоянного тока. В электрических цепях постоянного тока, содержащих такие элементы, максимизируется разность между мощностью источников тока и половиной мощности тепловых потерь в резисторах при ограничениях, которыми являются соотношения между напряжениями в трансформаторах и положительность напряжений на диодах (соотношения между токами в трансформаторах и закон Ома для резисторов в ограничения не входят). В данном случае это означает, что в рассматриваемой электрической цепи напряжения U , U и токи I являются решением следующей задачи квадратичного программирования:

$$\left. \begin{aligned} U - \frac{1}{2} U^T r^{-1} U &= \max; \\ U &= H^T U; \\ U &\geq 0 \text{ при } x \leq 0; \\ U &\text{ неограничено при } x > 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где T – знак транспонирования.

Рассмотрим теперь задачу оптимального управления вида

$$\left. \begin{aligned} \int_{t_0}^T [(x-x^0)^T B(x-x^0) + U^T G U] dt &= \min; \\ \dot{x} &= H^T U; \\ x &\geq 0. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где x – вектор состояния объекта регулирования,

x^0 – вектор уставок;

\dot{x} – производная по времени от вектора состояния;

U – вектор управлений;

H – матрица, характеризующая объект регулирования;

B, G – матрицы весовых коэффициентов.

В соответствии с принципом максимума эта задача сводится к задаче вида (1), (2), (6), если обозначить $U = \dot{x}$, $G = r^{-1}$.

Следовательно, предлагаемое устройство решает задачу (7) оптимального управления с интегральным показателем качества. Эта задача отличается от решаемой в прототипе тем, что в прототипе минимизируется функционал, являющийся подынтегральным выражением в данной задаче.

Примером задачи управления, для решения которой может быть использован предлагаемый регулятор, является задача автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности в энергосистеме. Эта задача сводится к задаче, решаемой предлагаемым устройством, если принять, что

x – вектор измерений частоты, активной мощности перетоков по линиям электропередач и активной мощности электростанций;

x^0 – вектор уставок по частоте и активной мощности;

H – матрица коэффициентов влияния генерируемых активных мощностей на частоту и измеряемые активные мощности;

B, G – матрицы весовых коэффициентов в показателе качества регулирования;

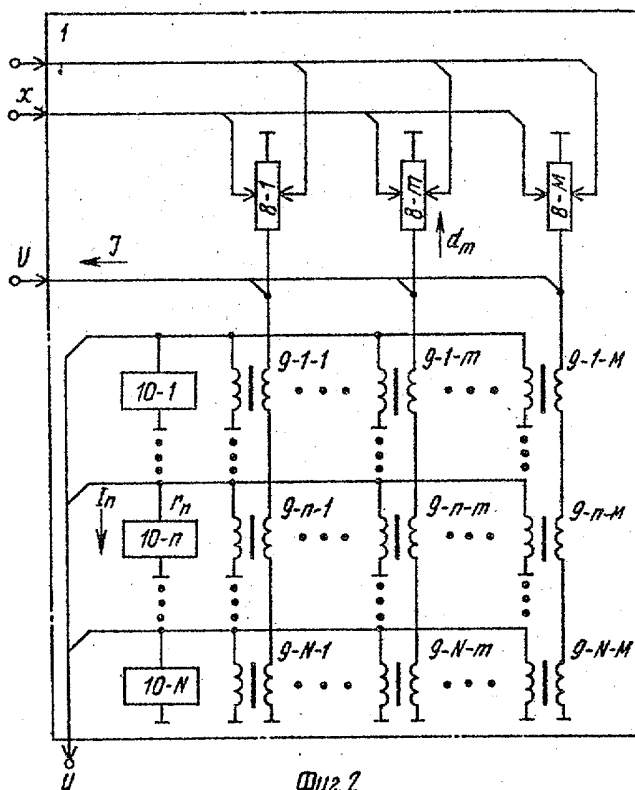
U – вектор управляющих воздействий, т.е. заданий на изменение генерируемой активной мощности электростанций.

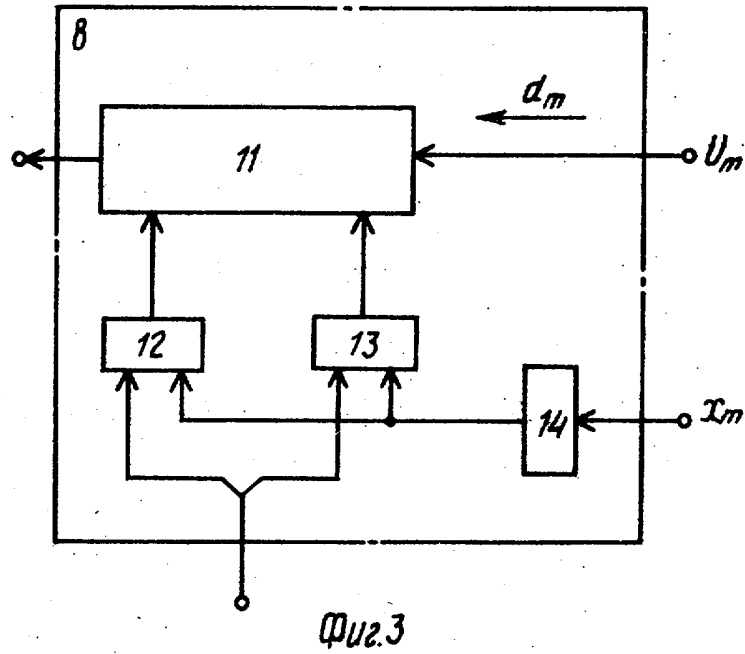
Формула изобретения

1. Оптимальный регулятор частоты и перетоков мощности энергосистемы, содержащий генератор синусоидального напряжения, подключенный выходом к управляющему входу блока модуляторов и входу генератора прямоугольных импульсов, выходы блока модуляторов и генератора прямоугольных импульсов соединены соответственно с информационным и парафазным управляющим входами блока вычисления управляющих воздействий, включающего несколько групп резисторов и трансформаторов, первые выводы групп резисторов и первичных обмоток трансформаторов образуют выход блока вычисления управляющих воздействий, а их вторые выводы соединены с общей шиной, первые выводы вторичных обмоток первой группы трансформаторов образуют информационный вход блока вычисления управляющих воздействий, их вторые выводы через последовательно соединенные вторичные обмотки соответствующих трансформаторов остальных групп подключены к общей шине, выход блока вычисления управляющих воздействий через блок выпрямителей соединен с выходом оптимального регулятора, отличающийся тем, что, с целью повышения качества регулирования, в него введены блок сумматоров и блок интеграторов, а в блок вычисления управ-

ляющих воздействий – группа управляемых вентилях переменного тока, управляющие и парафазные управляющие входы образуют соответственно управляющий и парафазный управляющие входы блока вычисления управляющих воздействий, информационные входы соединены с первыми выводами вторичных обмоток первой группы трансформаторов, а выходы – с общей шиной, вход обратной связи и управляющий вход блока вычисления управляющих воздействий подключены к первому входу блока сумматоров, второй вход которого является входом задания оптимального регулятора, а выход через блок интеграторов соединен с информационным входом блока модуляторов.

2. Регулятор по п.1, отличающийся тем, что управляемый вентиль переменного тока содержит вентиль переменного тока, пороговый элемент и два элемента И, парафазный вход управляемого вентиля переменного тока соединен с первыми входами элементов И, к вторым входам которых через пороговый элемент подключен управляющий вход управляемого вентиля переменного тока, информационный вход и выход вентиля переменного тока является информационным входом и выходом управляемого вентиля переменного тока, и управляющие входы вентиля переменного тока соединены с выходами элементов.





Редактор А. Лежнина

Составитель В. Башкиров
Техред М.Моргентал

Корректор Л. Бескид

Заказ 1147

Тираж 476

Подписное

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

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