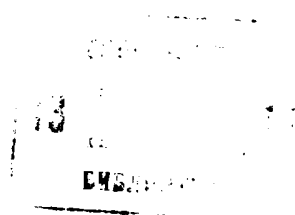




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3805878/24-24

(22) 23.10.84

(46) 23.09.87. Бюл. № 35

(71) Всесоюзный государственный  
проектно-изыскательский и научно-  
исследовательский институт энергетических систем и электрических сетей  
"Энергосетьпроект"

(72) С.И.Хмельник

(53) 62-50(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1089698, кл. Н 02 J 3/06, 1984.

Деннис Дж.Б. Математическое программирование и электрические цепи.  
-М.: ИЛ, 1961, с. 114-116.

(54) РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

(57) Изобретение может быть использовано для оптимизации управления частотами и перетоками активной мощности энергосистемы, а также объектами, имеющими аналогичное математическое описание, проблема оптимизации которых сводится к решению соответствующей задачи квадратичного программирования. Введение в регулятор второго решающего блока позволяет учитывать отклонение регулируемых параметров от уставок и ограничения на величину регулируемых параметров, что расширяет его функциональные возможности. Применение в решающих блоках трансформаторов переменного тока упрощает конструкцию регулятора, уменьшает его габариты и массу. 2 з.п. ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к области управления и может быть использовано, например, для оптимизации управления частотой и потоками активной мощности энергосистемы.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей.

Регулятор позволяет учитывать отклонения регулируемых параметров от уставок и ограничения на величину регулируемых параметров. Кроме того, упрощена конструкция регулятора и уменьшены его габариты и вес.

Регулятор, содержащий первый решающий блок, дополняется вторым решающим блоком. Кроме того, в решающих блоках регулятора электрическая цепь постоянного тока заменяется на электрическую цепь переменного тока путем замены трансформаторов постоянного тока трансформаторами переменного тока и замены диодов вентилями переменного тока. Помимо этого вводятся генератор синусоидального напряжения, модуляторы входных величин и выпрямитель выходных величин, а также генератор прямоугольных импульсов для управления вентилями переменного тока.

На фиг. 1 изображена блок-схема регулятора; на фиг. 2 и 3 - блок-схемы соответственно первого и второго решающих блоков; на фиг. 4 - блок-схема вентиля переменного тока.

Регулятор содержит первый и второй решающие блоки 1 и 2, генератор 3 синусоидального напряжения, генератор 4 прямоугольных импульсов, первый модулятор 5, второй модулятор 6, выпрямитель 7, резисторы 8-1, ..., 8-n, ..., 8-N и блок трансформаторов 9-n-m, образующих матрицу из N строк и M столбцов, в которой трансформатор 9-n-m принадлежит n-й строке и m-му столбцу (фиг. 2), вентили 10-1, ..., 10-n, ..., 10-M переменного тока, резисторы 11-1, ..., 11-m, ..., 11-M, четыре блока трансформаторов, где первый блок трансформаторов содержит трансформаторы 12-1, ..., 12-m, ..., 12-M, второй - трансформаторы 13-1, ..., 13-m, ..., 13-M, третий - трансформаторы 14-1, ..., 14-m, ..., 14-M, четвертый - трансформаторы 15-1, ..., 15-m, ..., 15-M (фиг. 3).

Вентиль переменного тока (фиг. 4) содержит диоды 16 и 17, полевые транзисторы 18 и 19 с управляющими вхо-

дами 20 и 21 соответственно, которые являются парафазным управляющим входом вентиля переменного тока, вход 22 этого вентиля и его выход 23.

Регулятор работает следующим образом.

Электрическая цепь устройства питается от генератора 3 синусоидального напряжения V. Ввиду того, что эта электрическая цепь содержит только резисторы 8-n, 11-m, вентили 10-m переменного тока, имеющие либо нулевое, либо бесконечное сопротивление, и трансформаторы 9-n-m, 12-m, 13-m, 14-m, 15-m (т.е. не содержит реактансов), то потенциал  $\psi$  любой ее точки синусоидален и либо синфазен напряжению V, либо противофазен этому напряжению. Будем называть действующее значение потенциала положительным, если он синфазен напряжению V, и отрицательным, если он противофазен этому напряжению. Аналогично будем говорить о положительном и отрицательном действующих значениях напряжения и тока в этой цепи.

Генератор 4 прямоугольных импульсов вырабатывает на своем парафазном выходе прямоугольные импульсы. На одном из парафазных выходов положительный потенциал присутствует в том полупериоде, когда мгновенное значение синусоидального напряжения U положительно, т.е. положительные импульсы на первом выходе синфазны напряжению U. На другом парафазном выходе генератора прямоугольных импульсов положительные импульсы противофазны напряжению U.

Вырабатываемые генератором 4 прямоугольные импульсы поступают на парафазный управляющий вход вентиля 10-m переменного тока. При этом на управляющий вход 21 полевого транзистора 19 поступают прямоугольные импульсы, синфазные напряжению V, а на управляющий вход 20 полевого транзистора 18 - прямоугольные импульсы, противофазные напряжению V. Амплитуда этих импульсов такова, что при их появлении на управляющем входе полевых транзисторов 18 и 20 последние закрываются.

Между выходом 23 и входом 22 вентиля 10-m переменного тока имеется напряжение  $U_m$  и протекает ток  $i_m$ . Если напряжение  $U_m$  противофазно напряжению U, то ток  $i_m$  проходит по-

ременно через диод 16 и полевой транзистор 18 или через диод 17 и полевой транзистор 19. Если же напряжение  $U_m$  синфазно напряжению  $U$ , то ток  $i_m$  не проходит, так как в каждой из параллельных цепочек вентиля 10-м переменного тока в каждый полупериод заперт либо диод 16 (17), либо полевой транзистор 18 (19). Таким образом, для напряжения  $U_m$ , синфазного напряжению  $U$ , вентиль 10-м переменного тока представляет разомкнутую цепь, а для напряжения  $U_m$ , противофазного напряжению  $U$ , - короткозамкнутую цепь (сопротивлением диодов и полевых транзисторов можно пренебречь). Вентиль 10-м переменного тока не может оказаться в условиях, когда напряжение  $U_m$  на нем не синфазно или противофазно напряжению  $U$ . Следовательно, вентили 10-м переменного тока в данной электрической цепи ведут себя относительно действующих (положительных или отрицательных) значений напряжения  $U_m$  и тока  $i_m$  так же, как диоды в цепи постоянного тока.

На управляющие входы модуляторов 5 и 6 подаются постоянные напряжения, пропорциональные регулируемым величинам и уставкам. Эти напряжения модулируют синусоидальное напряжение на выходах указанных модуляторов, в результате чего на этих выходах образуются синфазные синусоидальные напряжения, у которых действующие значения пропорциональны регулируемым величинам и уставкам соответственно. Эти синусоидальные напряжения подаются на первый и второй входы второго решающего блока 2.

По аналогии можно показать, что действующие значения напряжений и токов электрической цепи решающих блоков 1 и 2 являются решением следующей задачи квадратного программирования:

$$(\dot{X}-X^0)^T R^{-1} (\dot{X}-X^0) + U^T r^{-1} U = \min ,$$

$$X = X' + N^T U ,$$

$$X \geq 0 ,$$

где  $N$  - матрица коэффициентов  $n_{nm}$  трансформации трансформаторов 9-п-м;

$R$  - диагональная матрица с элементами  $R_m$ , равными сопротивлениям резисторов 11-м;

$r$  - диагональная матрица с элементами  $r_{nm}$ , равными сопротивлениям резисторов 8-п;

$X'$  - вектор действующих значений напряжений на выходе модулятора 5 и на первом входе второго решающего блока 2;

$X^0$  - то же, на выходе модулятора 6 и на втором входе второго решающего блока 2;

$X$  - вектор действующих значений напряжений на выходах вентиля 10-м переменного тока;

$U$  - вектор действующих значений напряжений на выходе решающего блока 1;

$T$  - знак транспонирования.

Таким образом, устанавливаются такие напряжения  $X$  и  $U$ , которые являются решением указанной задачи при данных напряжениях  $X'$  и  $X^0$ . Вычисленные напряжения  $U$  возникают на выходе первого решающего блока 1, поступают на вход выпрямителя 7 и в виде постоянных напряжений снимаются с выхода регулятора как искоемые управляющие воздействия.

Предлагаемый регулятор решает задачу управления дискретным линейным процессом с квадратичным показателем качества. При этом компоненты матрицы  $N$  могут быть как положительными, так и отрицательными числами. В последнем случае одна из обмоток трансформатора 9-п-м должна быть включена в противоположном направлении.

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

$X'$  - вектор измерений частоты и перетоков активной мощности;

$X^0$  - вектор уставок по частоте и перетокам активной мощности;

$N$  - матрица коэффициентов влияния генерируемых активных мощностей на активные мощности перетоков;

$R, r$  - матрицы весовых коэффициентов в показателе качества регулирования;

$U$  - вектор управляющих воздействий, т.е. заданий на измене-

ние генерируемой активной мощности электростанций.

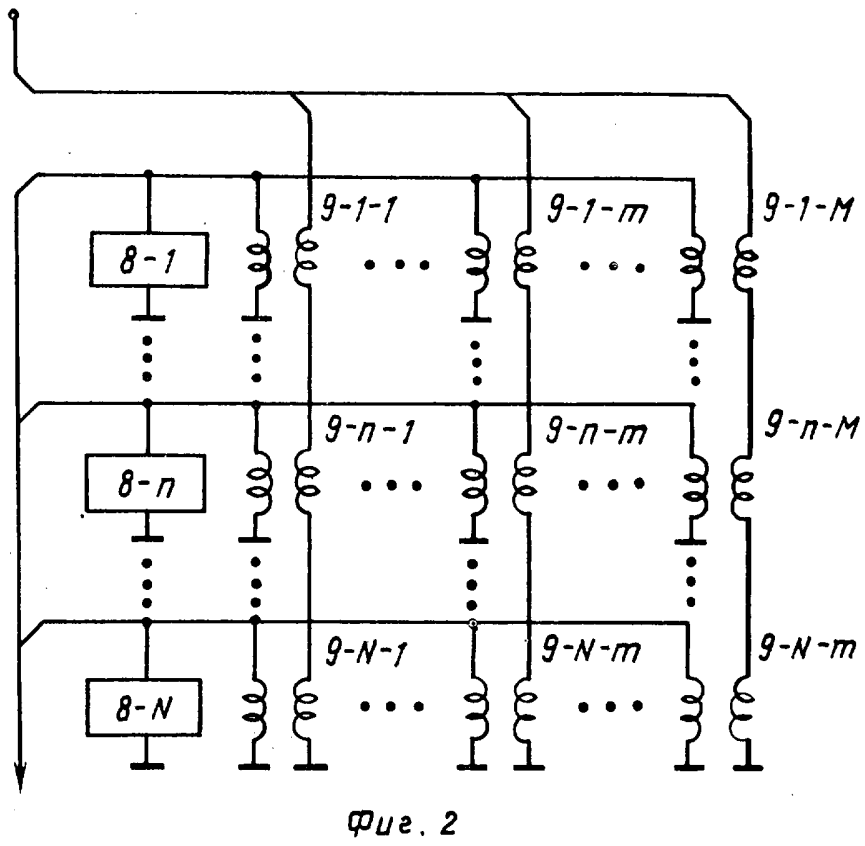
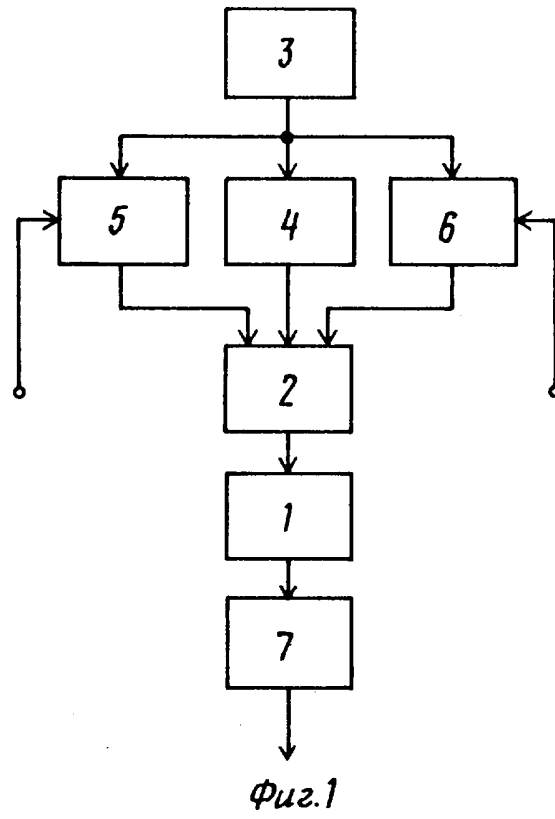
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

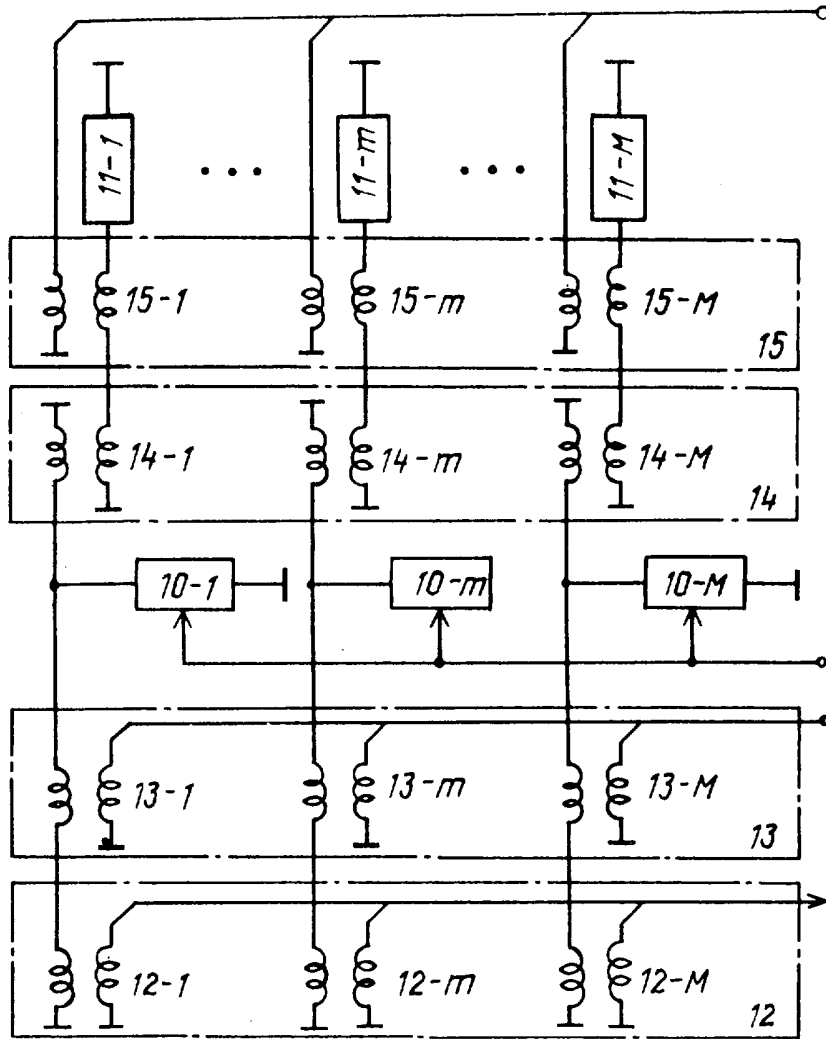
1. Регулятор для оптимизации управления, содержащий первый решающий блок, состоящий из N резисторов и блока трансформаторов, образующих матрицу из N строк и M столбцов, в которой первичные обмотки всех трансформаторов каждой строки матрицы соединены параллельно между собой и с одним из резисторов и соединены с выходом решающего блока, а вторичные обмотки всех трансформаторов каждого столбца матрицы соединены последовательно и соединены с входом первого решающего блока, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью расширения функциональных возможностей регулятора, в него введены второй решающий блок, генератор синусоидального напряжения, генератор прямоугольных импульсов, первый модулятор, вход которого является входом регулятора, второй модулятор, вход которого является задающим входом регулятора, выпрямитель, а в качестве трансформаторов использованы трансформаторы переменного тока, причем выход генератора синусоидального напряжения соединен с управляющими входами первого и второго модуляторов и входом генератора прямоугольных импульсов, соединенного парафазным выходом с парафазным управляющим входом второго решающего блока, первый вход которого соединен с выходом первого модулятора, второй вход - с выходом второго модулятора, а выход через первый решающий блок соединен с входом выпрямителя, выход которого является выходом регулятора.

2. Регулятор по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что второй решающий блок содержит M вентилях перемен-

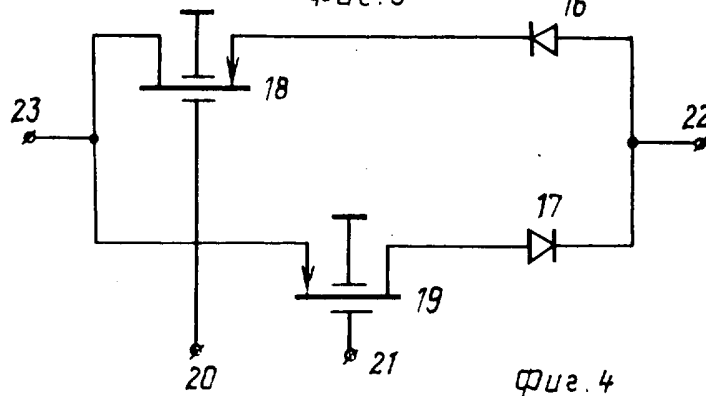
ного тока, M резисторов, четыре блока трансформаторов, содержащих по M трансформаторов переменного тока с единичным коэффициентом трансформации, причем первичные обмотки трансформаторов первого блока трансформаторов соединены с выходом второго решающего блока, первичные обмотки трансформаторов второго блока трансформаторов соединены с первым входом второго решающего блока, вторичные обмотки трансформаторов четвертого блока трансформаторов соединены с вторым входом второго решающего блока, вторичные обмотки m-х трансформаторов первого, второго и третьего блоков трансформаторов соединены последовательно в замкнутый контур, первичные обмотки m-х трансформаторов третьего и четвертого блоков трансформаторов соединены последовательно с m-м резистором в замкнутый контур, а параллельно вторичной обмотке m-го трансформатора третьего блока трансформаторов включен m-й ventиль переменного тока, парафазный управляющий вход которого является парафазным управляющим входом второго решающего блока.

3. Регулятор по п. 2, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в нем каждый ventиль переменного тока содержит первый и второй полевые транзисторы, первый и второй диоды, причем эмиттер первого полевого транзистора соединен с катодом первого диода, коллектор второго полевого транзистора соединен с анодом второго диода, коллектор первого полевого транзистора и эмиттер второго полевого транзистора соединены и являются выходом вентиля переменного тока, анод первого диода и катод второго диода соединены и являются входом вентиля, а базы первого и второго транзисторов соединены с парафазным управляющим входом вентиля переменного тока.





Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель Ю. Сагалов  
 Редактор В. Петраш      Техред М. Ходанич      Корректор М. Демчик

Заказ 4218/36      Тираж 863      Подписное

ВНИИИ 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