



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 084 066** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК<sup>6</sup> **H 02 J 3/18**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95103935/07, 17.03.1995

(46) Дата публикации: 10.07.1997

(56) Ссылки: Патент США N 4172234, кл. H 02 J 3/18, 1979.

(71) Заявитель:

Всероссийский электротехнический институт  
им.В.И.Ленина

(72) Изобретатель: Кузьменко В.А.,  
Тропин В.В.

(73) Патентообладатель:

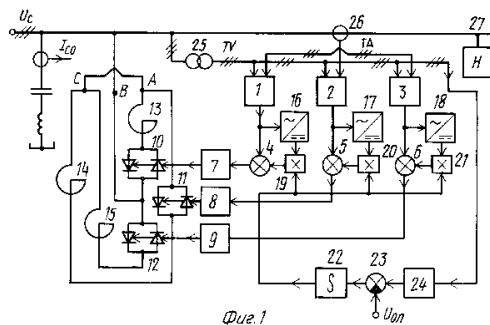
Всероссийский электротехнический институт  
им.В.И.Ленина

(54) МИНИМИЗАТОР МОЩНОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ТИРИСТОРНОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, в частности, к средствам регулирования реактивной мощности трехфазных резкопеременных нагрузок промышленных предприятий с помощью статических тиристорных компенсаторов с тиристорно-реакторным исполнительным органом. Целью изобретения является достижение эффекта минимизации мощности во всех возможных режимах нагрузки. Это достигается тем, что автоматически выбирается рабочая точка тиристорно-реакторной группы (ТРГ). При этом подавление колебаний реактивной мощности нагрузки до заданной величины при любых ее изменениях достигается при минимальной мощности ТРГ и не зависит от конкретного значения мощности конденсаторной батареи СТК. Автоматический выбор рабочей точки осуществляется за счет динамического (с большой постоянной времени) запоминания

размаха колебаний реактивной мощности нагрузки. Этот размах с определенным коэффициентом, зависящим от степени отклонения от стандарта величины колебаний напряжения сети (Флинкера) задает на минимальном уровне рабочую точку ТРГ. Канал вычисления коэффициента выполнен астатическим и во всех возможных режимах работы нагрузки поддерживает минимальное значение начального смещения рабочей точки каждой фазы ТРГ. 2 ил.



RU 2 084 066 C1

RU 2 084 066 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 084 066** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 02 J 3/18**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95103935/07, 17.03.1995

(46) Date of publication: 10.07.1997

(71) Applicant:  
Vserossijskij ehlektrotehnikheskij institut  
im.V.I.Lenina

(72) Inventor: Kuz'menko V.A.,  
Tropin V.V.

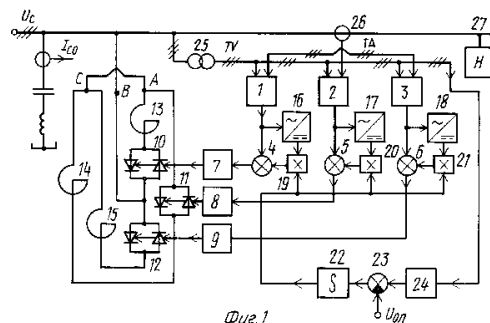
(73) Proprietor:  
Vserossijskij ehlektrotehnikheskij institut  
im.V.I.Lenina

(54) **POWER MINIMIZER OF THYRISTOR-TYPE REACTIVE-POWER COMPENSATOR FINAL ELEMENT**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; reactive power correction in three-phase sharply-variable loads of industrial enterprises by means of static thyristor compensators with thyristor-reactor final element. SUBSTANCE: working point of thyristor-reactor group is selected automatically. Variations in load reactive power are brought down to desired value at any load variations at minimal power of thyristor-reactor group irrespective of particular power of condenser bank of compensator. Automatic selection of working point is effected due to dynamic (at high time constant) storage of peak-to-peak variations in load reactive power. This peak-to-peak value with definite factor depending on deviation from standard supply voltage fluctuations sets up working point

of thyristor-reactor group at minimal level. Coefficient computing channel is astatic and maintains minimal initial offset of working point for each phase of thyristor-reactor group in all possible operating conditions of load. EFFECT: provision for minimizing power in all possible load conditions. 2 dwg



RU 2 084 066 C1

RU 2 084 066 C1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для регулирования реактивной мощности трехфазных резкопеременных нагрузок промышленных предприятий, например, дуговых сталеплавильных печей, с помощью статических тиристорных компенсаторов (СТК) с тиристорно-реакторным исполнительным органом.

Известны устройства минимизаторы мощности исполнительного органа тиристорного компенсатора реактивной мощности (СТК), содержащие три независимых вычислителя текущих значений требуемых реактивных мощностей для компенсации реактивной мощности индуктивного характера резкопеременной нагрузки в трехфазной сети без нейтрали, получаемых путем преобразования по определенному алгоритму напряжений сети и линейных токов нагрузки; три двухходовых сумматора, на инвертирующий вход каждого из которых подается сигнал с выхода соответствующего вычислителя, а на неинвертирующий сигнал, равный в соответствующем масштабе реактивной мощности одной фазы конденсаторной батареи СТК; три системы импульсно-фазового управления (СИФУ) соответствующими тиристорными "ключами", каждый из которых образует с соответствующими последовательно подключенным линейным реактором три одинаковых тиристорно-реакторных цепочки, подсоединенных к питающей сети треугольником, при этом ко входу каждой СИФУ подключен выход соответствующего сумматора [1]. Однако эти устройства минимизируют мощность исполнительного органа тиристорного компенсатора только в одном конкретном режиме работы нагрузки, при конкретном значении мощности конденсаторной батареи СТК или ее моделировании определенным опорным напряжением, устанавливаемым вручную, что является предметом статического расчета (синтеза) параметров элементов СТК.

Описанное устройство является и наиболее близким по технической сущности к данному устройству.

Целью изобретения является устранение указанного недостатка, т.е. - достижение эффекта минимизации мощности исполнительного органа СТК во всех возможных режимах работы нагрузки сети. Поставленная цель достигается тем, что автоматически выбирается рабочая точка тиристорно-реакторной группы (ТРГ). При этом подавление колебаний реактивной мощности нагрузки до заданной величины при любых ее изменениях достигается при минимальной мощности ТРГ и не зависит от конкретного значения мощности конденсаторной батареи СТК. Автоматический выбор рабочей точки осуществляется за счет динамического (с большой постоянной времени) запоминания размаха колебаний реактивной мощности нагрузки. Этот размах с определенным коэффициентом, зависящим от степени отклонения от стандарта величины колебаний напряжения сети (фликера) задает на минимальном уровне рабочую точку ТРГ. Канал вычисления коэффициента выполнен астатическим и во всех возможных режимах

работы нагрузки поддерживает минимальное значение начального смещения рабочей точки каждой фазы ТРГ. Для этого к выходу каждого вычислителя текущих значений требуемых реактивных мощностей подключается вход соответствующего пикового детектора, выход которого соединяется с первым входом соответствующего умножителя, выход которого подключен ко второму, неинвертирующему входу сумматора, на котором формируется сигнал начального смещения рабочей точки соответствующего тиристорного "ключа" исполнительного органа, а ко второму входу каждого из введенных умножителей подключается выход введенного интегратора, вход которого соединяется с выходом дополнительного сумматора, на инвертирующий вход второго подается опорное напряжение, соответствующее в масштабе допустимому уровню колебаний напряжения сети, (приведенных, например, к допустимому значению средневзвешенной амплитуды фликера частотой 10 Гц), а на инвертирующий вход подключается выход блока определения уровня колебаний напряжения в сети, вызванных указанной резкопеременной нагрузкой, вход которого соединен со вторичными обмотками измерительного трансформатора напряжения сети.

На Фиг.1 представлена функциональная схема устройства. Минимизатор мощности исполнительного органа тиристорного компенсатора реактивной мощности содержит вычислители 1, 2, 3 текущих значений требуемых реактивных мощностей для компенсации реактивной мощности индуктивного характера резкопеременной нагрузки в трехфазной сети без нейтрали. Выходы каждого вычислителя соединены с инвертирующим входом соответствующего сумматора 4, 5, 6, выход каждого из которых подключен ко входу соответствующей системы импульсно-фазового управления 7, 8, 9 соответствующими тиристорными "ключами" 10, 11, 12, изменяющими по длительности и амплитуде ток в соответствующем линейном реакторе компенсатора 13, 14, 15. При этом к выходу каждого вычислителя 1, 2, 3, подключен вход соответствующего пикового детектора 16, 17, 18, выход которого подключен к первому входу соответствующего умножителя 19, 20, 21, выход каждого из которых подключен к неинвертирующему входу соответствующих сумматоров 4, 5, 6. Ко вторым входам умножителей 19, 20, 21 присоединен выход интегратора 22, вход которого соединен с выходом второго сумматора 23, к инвертирующему входу которого подводится опорное напряжение, соответствующее в масштабе допустимому уровню колебаний напряжения сети, а к его неинвертирующему входу подключен выход блока 24, определяющего средневзвешенное значение колебаний напряжения сети в соответствии с требованиями стандартов (в частности, ГОСТ 13109-87 Качество электроэнергии в электрических сетях общего назначения).

Вычислители 1, 2, 3 и системы импульсно-фазового управления 7, 8, 9 могут быть выполнены по любой известной схеме. Амплитудные монополярные прецизионные детекторы 16, 17, 18 можно построить по

схеме фиг.2. Минимальное значение напряжения  $U_{\text{вх}}$  конденсатор С "отследит" благодаря быстрому заряду от низкоомного выхода опер. усилителя ДА2 через диод КD2. А разряжаться он будет через  $R_4$  (которое можно выбирать относительно большим) до тех пор пока не появится новое максимальное значение  $U_{\text{вх}}$ , большее, чем до напряжения, которое в данный момент будет на конденсаторе.

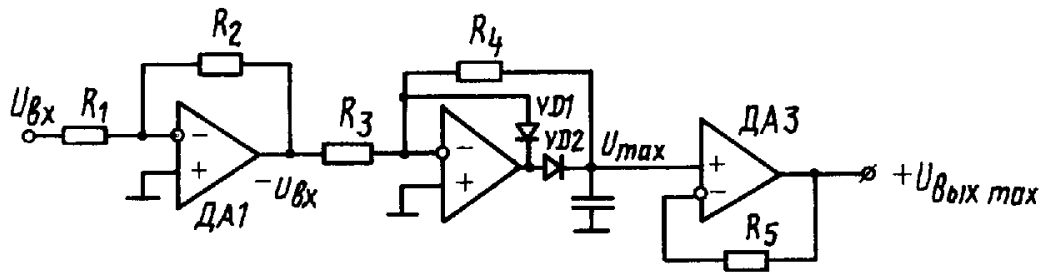
Фликкерметр 24 реализуется по схеме, например, из книги Линский А.М. Качество электроснабжения промышленных предприятий. Киев. "Вица школа", 1985 160 с. на странице 85.

Данный минимизатор мощности исполнительного органа тиристорного компенсатора реактивной мощности работает следующим образом. На выходе каждого из вычислителей 1, 2, 3 формируется текущий сигнал, полученный преобразованием по определенному алгоритму, обычно называемый "по Штейнмецу", реактивных токов фаз нагрузки. Амплитуда этого сигнала пропорциональна требуемой реактивной мощности одной фазы исполнительного органа, включенного треугольником, но только инверсна ей по знаку. Это следует из самой логики соблюдения условия "противофазного баласта", которое обеспечивается с помощью тиристорно-реакторного исполнительного органа регулятора реактивной мощности, т. е. после суммирования его мощности с переменной реактивной мощностью нагрузки реактивная мощность сетки должна быть постоянной величиной с определенной погрешностью, зависящей от динамической точности СТК. В прототипе противофазная управляемость исполнительным органом СТК создавалась с помощью формирования постоянного сигнала начального смещения рабочей точки, подаваемого на неинвертирующий вход сумматоров 4, 5, 6. С помощью пикового детектора 16, 17, 18, с относительно большой постоянной времени разряда цепи хранения (в пределах 1.100 с), решается задача самонастройки величины сигнала начального смещения рабочей точки под конкретный режим работы нагрузки. Т.е. при небольших значениях реактивной мощности нагрузки на неинвертирующей вход сумматоров 4, 5, 6 поступит сигнал начального смещения рабочей точки, соответственно, небольшой величины, что позволит исполнительному органу стабилизировать колебания реактивной мощности нагрузки при минимально возможных абсолютных значениях мощностей тиристорно-реакторных цепей. Но поскольку колебания реактивной мощности нагрузки необязательно стабилизировать полностью, а достаточно их уменьшить до определенного уровня, при котором колебания напряжения в данной точке сети, вызванные этими колебаниями реактивной мощности, не превышают стандартного значения (которое может быть легко задано в соответствующем масштабе опорным сигналом), то выходной

сигнал каждого из пиковых детекторов 16, 17, 18, прежде чем задать на неинвертирующих входах сумматоров 4, 5, 6 начальное смещение рабочей точки соответствующей тиристорно-реакторной цепи, умножается на коэффициент меньший единицы, задаваемой с помощью умножителей сигналов 19, 20, 21. Величина этого коэффициента определяется автоматически с помощью астатической отрицательной обратной связи состоящей из интегратора 22, сравнивающего элемента 23 и блока 24, определяющего средневзвешенное значение колебаний напряжений сети. Как только это значение станет отличаться от опорного сигнала  $U_{\text{оп}}$ , соответствующего в масштабе допускаемому стандартном уровне колебаний напряжения (или дозы колебаний) в сети, интегратор 22 начинает так воздействовать своим выходным сигналом на управляющие входы умножителей 19, 20, 21, чтобы свести к нулю разницу между  $U_{\text{оп}}$  и значением колебаний напряжения в сети, поступающего с блока 24. Таким образом, минимальное значение сигнала начального смещения рабочей точки каждой фазы исполнительного органа СТК будет поддерживаться автоматически во всех возможных режимах работы нагрузки в сети.

#### Формула изобретения:

Минимизатор мощности исполнительного органа тиристорного компенсатора реактивной мощности индуктивного характера резкопеременной нагрузки, включающего в себя линейные реакторы, включенные между соответствующими фазами питающей сети через тиристорные ключи, содержащий три независимых вычислителя текущих значений требуемых реактивных мощностей, выходы каждого из которых через инвертирующий канал соответствующего сумматора подключены к входу системы импульсно-фазового управления соответствующим тиристорным ключом, при этом второй неинвертирующий канал каждого сумматора подключен к источнику сигнала начального смещения рабочей точки тиристорного ключа, отличающийся тем, что в него введены пиковые детекторы, умножители, интегратор, дополнительный сумматор и блок определения уровня колебания напряжения в сети, причем вход каждого пикового детектора подключен к выходу соответствующего вычислителя текущих значений требуемых реактивных мощностей, его выход соединен с первым входом соответствующего умножителя, выход которого подключен к неинвертирующему входу соответствующего сумматора, а к второму входу каждого из умножителей подключен выход интегратора, вход которого соединен с выходом дополнительного сумматора, инвертирующим входом связанного с источником опорного напряжения, соответствующего в масштабе допустимому уровню колебаний напряжения сети, а неинвертирующим входом связанного с выходом блока определения уровня колебаний напряжения в сети.



$$R_1 = R_2; R_3 = R_4 = R_5$$

ФУ. 2

RU 2084066 C1

RU 2084066 C1