



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 05.03.2010 - прекратил действие

(21), (22) Заявка: **4891438/07, 17.12.1990**(46) Опубликовано: **15.07.1994**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **1. Справочник по автоматизированному электроприводу под ред. Елисеева В.А. М.: Энергоатомиздат, 1983, с.131-132.**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **2. Солодухо Я.Ю. Состояние и перспектива внедрения в электропривод статических компенсаторов реактивной мощности, М.: Информаэлектро, 1981, с.48.**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **3. Богданов Д.И. Феррорезонансные стабилизаторы напряжения. М.: Энергия, 1972, с.112, рис.5-6.**

(71) Заявитель(и):

**Акционерное общество открытого типа
"Электромашина"**

(72) Автор(ы):

Инешин А.П.

(73) Патентообладатель(и):

**Акционерное общество открытого типа
"Электромашина"**

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике. Сущность изобретения: устройство для регулирования переменного напряжения содержит входной дроссель с основной обмоткой 1 и вспомогательной обмоткой 2, конденсатор 3 и регулирующий нелинейный элемент 4 переменного тока. Регулирующий нелинейный элемент 4 выполнен в виде двух встречно подключенных тиристоров 11, 12 с блоком 13 их фазоимпульсного управления. В цепи силовых цепей тиристоров 11, 12 включены вспомогательные индуктивности 16, 17. Вспомогательная обмотка 2 формирует с регулирующим нелинейным элементом 4 последовательную цепь, которая включается параллельно выводам 14, 15 для подключения нагрузки и конденсатору 3. 3 ил.

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для питания различных нагрузок стабилизированным напряжением переменного тока синусоидальной формы.

Известны различного рода устройства для регулирования и стабилизации напряжения переменного тока, технические данные которых представлены, например в [1].

Из известных устройств наиболее близким по назначению и технической сущности является выбираемое в качестве прототипа устройство стабилизатора с синусоидальным выходным напряжением [3].

Устройство прототипа, согласно известной схеме, содержит входной дроссель с основной W_l и вспомогательной W_k обмотками, конденсаторы C_3 и C_5 и регулирующий нелинейный элемент переменного тока L например, выполненный в виде параметрического дросселя насыщения. При этом начало основной обмотки W_l входного

дросселя подключено к первой клемме питающей однофазной сети переменного тока, со второй клеммой сети связаны вторые выводы конденсаторов С3 и С5, регулирующего элемента L и нагрузки Z_n устройства. Причем, для получения синусоидальной формы выходного напряжения, к первым выводам конденсаторов С3 и С5 подключены обмотки двух вспомогательных дросселей L3 и L5, образующие, соответственно, последовательные резонансные контуры, настроенные на третью и пятую гармоники. Первые выводы нагрузки Z_n и регулирующего элемента L связаны между собой посредством упомянутой вспомогательной обмотки W_k входного дросселя, а также с концом его основной обмотки W_k.

При выполнении необходимых соотношений параметров элементов (5-17) - (5-21), приведенных на стр. 112-113 [3], статический установившийся режим работы устройства прототипа характеризуется:

- практически синусоидальной формой выходного напряжения, благодаря замыканию токов 3-й и 5-й гармоник, генерируемых нелинейным регулирующим элементом L, через параллельно соединенные упомянутые резонансные контуры С3-L3 и С5-L5;
- стабилизацией уровня выходного напряжения, обусловленной совместным действием параметрического нелинейного элемента L и вспомогательной обмотки W_k входного дросселя, включенной последовательно с нагрузкой и осуществляющей компаундирующую функцию по отношению к току нагрузки.

При этом точность стабилизации напряжения может быть повышена при выполнении нелинейного регулирующего элемента устройства в виде магнитно-электронного регулятора, например, тиристорного, с частотной компенсацией, представленного на схеме рис. 5-5 с. 111 [3].

Основными недостатками устройства прототипа являются:

- 1) повышенные потери, обусловленные протеканием тока нагрузки по вспомогательной обмотке входного дросселя, а также протеканием токов 3-й и 5-й гармоники по элементам двух последовательных резонансных контуров;
- 2) сложность, обусловленная применением фильтров высших гармоник, что по заключительному замечанию на с. 113 раздела 5-2 [3] "...приводит к существенному, до (40-50)%, увеличению размеров и веса стабилизатора";
- 3) недостаточная область применения, связанные, во-первых, с искажением формы выходного напряжения при колебаниях частоты напряжения питающей сети ввиду неизменной настройки резонансных контуров на номинальное значение его частоты; и, во-вторых, индуктивным характером выходного сопротивления устройства, что создает нежелательное взаимное влияние в случае подключения нескольких нагрузок.

Целью изобретения является устранение этих недостатков, т.е. упрощение, снижение потерь и расширение области применения устройства для регулирования напряжения переменного тока синусоидальной формы.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для регулирования напряжения переменного тока, содержащем входной дроссель с основной и вспомогательной обмотками, конденсатор и регулирующий нелинейный элемент переменного тока, начало основной обмотки дросселя подключено к первой клемме питающей однофазной сети, со второй клеммой сети связаны вторые выводы конденсатора, регулирующего элемента и нагрузки устройства, первые выводы которых соединены между собой посредством вспомогательной обмотки дросселя и связаны также с концом его основной обмотки; причем упомянутый регулирующий элемент выполнен в виде двух встречно подключенных тиристорных с блоком их фазоимпульсного управления, входом, связанным с выводами нагрузки устройства; общая точка соединения разноименных силовых электродов тиристорных соединена с концом вспомогательной обмотки дросселя, в цепи двух других силовых электродов тиристорных включены вспомогательные индуктивности, соединенные также с упомянутой второй клеммой питающей сети; при этом начало вспомогательной обмотки входного дросселя связано с концом его основной обмотки, а

также с первыми выводами конденсатора и нагрузки устройства.

Предлагаемое устройство отличается от прототипа следующими признаками, обеспечивающими достижение поставленной цели и соответствие предлагаемого устройства критерию изобретения "новизна":

а) новым, по сравнению с прототипом, исполнением регулирующего нелинейного элемента переменного тока, выполняемого на двух встречно соединяемых тиристорах и двух вспомогательных индуктивностях, что соответствует требованиям п. 8.02,б "Инструкции... ЭЗ-2-74";

б) новым, по сравнению с прототипом, взаимным расположением деталей устройства, вспомогательная обмотка входного дросселя которого включена теперь между общей точкой соединения разноименных силовых электродов тиристорного регулирующего элемента и концом основной обмотки дросселя, что соответствует требованиям п. 8.02 "Инструкции... ЭЗ-2-74";

в) новой, по сравнению с прототипом, формой выполнения связей между деталями устройства, конденсатор которого непосредственно связан с выводами нагрузки устройства, что соответствует требованиям п. 8.02, д "Инструкции... ЭЗ-2-74".

При этом упомянутые отличия предлагаемого устройства действительно направлены на достижение поставленной цели и получение положительного технического эффекта, так как:

- благодаря новому исполнению нелинейного регулирующего элемента существенно снижается уровень высших гармоник тока, протекающего по элементам устройства, что упрощает его, позволяя исключить два дросселя резонансных фильтров, и снижает потери мощности;

- благодаря иному подключению вспомогательной обмотки входного дросселя обеспечивается дополнительная фильтрация выходного тока регулирующего нелинейного тока, а также снижение его необходимого уровня ввиду полезного использования эффекта взаимной индукции между основной и вспомогательной обмотками дросселя, что дополнительно снижает потери и упрощает конструкцию элементов устройства;

- благодаря непосредственному подключению конденсатора к выводам нагрузки устройства обеспечивается расширение его функциональных возможностей в виде сохранения синусоидальной формы выходного напряжения при отклонении частоты питающей сети, а также в виде емкостного характера выходного сопротивления устройства, что устраняет взаимное влияние по высшим гармоникам нескольких, различных по типу нагрузок, подключаемых к выходу устройства.

Сравнение предлагаемого устройства с другими известными техническими решениями, проведенное с целью определения соответствия предлагаемого устройства критерию изобретения "существенные отличия", показывает, что:

1) в параметрических трансформаторах, представленных, например, схемой рис. 5.12 на с. 201 книги Мкртчяна Ж. А. Основы построения устройств электропитания ЭВМ, М.: Радио и связь, 1990 г, имеет место непосредственное, как и в предлагаемом устройстве, подключение конденсатора к выводам нагрузки при синусоидальной форме выходного стабилизированного напряжения, что улучшает помехозащищенность потребителей. Однако, в отличие от предлагаемого устройства, эти паратрансформаторы имеют низкий КПД и повышенные удельные массогабариты (см. , например, данные табл.5.7. на стр. 206 упомянутой книги или данные табл.3.45 на стр.132 [1]), что ограничивает область применения таких устройств;

2) в регуляторах реактивного тока, содержащих, как и в предлагаемом устройстве, два встречно подключенных тиристора со вспомогательными индуктивностями, используется схема, содержащая общий дроссель-реактор, описанная на с.45 [2], что способствует обеспечению синусоидальности формы тока устройства. Однако, в отличие от предлагаемого устройства, где последовательно с регулирующим тиристорным элементом включена вспомогательная обмотка общего входного дросселя устройства, здесь, в

известном устройстве, требуется отдельный упомянутый конструктивный элемент (дрессель-реактор), не влияющий к тому же на уровень тока регулятора, т.е. имеют место худшие массогабаритные и энергетические показатели.

Таким образом, по мнению заявителя, предлагаемое устройство для регулирования напряжения переменного тока обладает свойствами, не совпадающими со свойствами известных технических решений и обеспечивающими достижение поставленной цели в виде упрощения, снижения потерь и расширения функциональных возможностей и поэтому предлагаемое техническое решение соответствует критерию изобретения "существенные отличия".

На фиг.1 представлена принципиальная электрическая схема предлагаемого устройства для регулирования напряжения переменного тока, особенности работы которого поясняются двумя схемами замещения на фиг.2,а и фиг.3,а, и соответствующими векторными диаграммами на фиг.2,б и фиг.3,б.

Устройство содержит входной линейный дроссель с основной 1 и вспомогательной 2 обмотками, а также конденсатор 3 и регулирующий нелинейный элемент 4 переменного тока. Начало основной обмотки 1 дросселя подключено к первой клемме (А) питающей однофазной сети переменного тока, со второй клеммой (В) которой связаны вторые (нижние на схеме фиг.1) выводы конденсатора 3 и регулирующего элемента 4, а также нагрузки 5, 6 устройства; причем нагрузки устройства, для иллюстрации расширения его функциональных возможностей, представлены некоторой первой постоянно подключенной нагрузкой 5 и второй, периодически подключаемой контактом 6, нагрузкой 7, например, вентиляторного типа с исполнительным коллекторным двигателем 8 с двумя симметрично подключенными обмотками 9 и 10 последовательного возбуждения.

При этом упомянутый регулирующий элемент 4 переменного тока выполнен в виде двух встречно подключенных тиристоров 11 и 12 с блоком 13 их фазоимпульсного управления, входом связанным с выводами 14-15 нагрузки 5-7 устройства. Общая точка соединения катода тиристора 11 и анода тиристора 12 соединена с концом вспомогательной обмотки 2 входного дросселя, в цепи других силовых электродов этих тиристоров включены вспомогательные индуктивности 16 и 17, общая точка соединения обмоток которых образует второй вывод регулирующего элемента 4, связанный с упомянутой второй клеммой В питающей сети. Причем начало вспомогательной обмотки 2 дросселя связано с концом его основной обмотки 1, а также с первыми выводами конденсатора 3 и 14 нагрузок 5-7 устройства.

Блок 13 фазоимпульсного управления тиристорами 11-12 выполнен по известной схеме, представленной на рис.5-5 стр. 111 [3], и содержит подключенный к выводам 14-15 нагрузки устройства последовательный резонансный контур, состоящий из конденсатора 18 и катушки индуктивности 19, причем собственная резонансная частота контура 18-19 выбирается большей, чем частота напряжения питающей сети А-В, что обеспечивает повышение напряжения на индуктивности 18 при увеличении частоты напряжения сети А-В. Параллельно упомянутой катушке индуктивности 19 подключен нелинейный измерительный орган блока 13, выполненный в виде последовательно включенных нелинейного насыщающего дросселя 20 и резистора 21. Согласно описанию работы этого устройства, приведенному на стр. 30-31 раздела 2-2, "Магнитно-электронные регуляторы - аналоги стабилизаторов с феррорезонансом токов" [3], нелинейный дроссель 20 выполняет роль интегрирующего элемента и, насыщаясь на каждом полупериодном интервале измеряемого напряжения переменного тока, формирует импульсы напряжения с крутым передним фронтом на резисторе 21. Подключенный к этому резистору 21 первичной обмоткой 22 согласующий трансформатор 23 с его двумя гальванически развязанными вторичными обмотками 24 и 25 поочередно распределяет с помощью диодов 26 и 27 упомянутые импульсы управления между цепями управляющих электродов тиристоров 11 и 12, осуществляя их симметричное фазоимпульсное управление. В итоге регулирующий магнитно-электронный элемент 4 устройства

формирует необходимый уровень реактивного (индуктивного) тока, вводимый в цепь вспомогательной обмотки 2 входного линейного дросселя с целью стабилизации с заданной точностью номинальной величины напряжения синусоидальной формы на выводах 14-15 нагрузок 5-7 устройства.

Ввиду отсутствия в предлагаемом устройстве мощного нелинейного дросселя, который в феррорезонансном стабилизаторе прототипа позволяет легко трансформировать выходное напряжение до требуемой величины, коэффициент трансформации в предлагаемом устройстве близок к 1, т.е., например, по схеме фиг.1 при нестабильной величине входного напряжения $U_{AB} = 220$ В, питающей сети А-В устройство обеспечивает стабилизацию выходного напряжения на выходных клеммах 14-15 на номинальном

уровне $U_{вых} = 220$ В с точностью $\pm 0,5-1\%$, компенсируя, как отмечается на стр. 131 [1], изменения входного напряжения в пределах $+10, -15\%$ и изменения мощности нагрузки в пределах 0,5:1 от номинальной.

При этом, учитывая практически синусоидальную форму выходного тока используемого магнитно-электронного регулятора 4, наиболее удобно и наглядно характеризовать работу предлагаемого устройства с помощью схем замещения и векторных диаграмм, как это делается, например, в разделах 2-7 и 4-3 [3]. Кроме того, для упрощения анализа, можно, например, исследовать лишь случай изменения величины сопротивления R_n нагрузки 5-7, представляя его чисто активным и допуская также, что:

- напряжение питающей сети А-В равно номинальной величине, т.е. $I_{U_{AB}} = I_{U_{вых}}$, например 220 В;

- составляющие элементы устройства идеальны, т.е. не имеют потерь и носят чисто реактивный (индуктивный или емкостный) характер, в том числе и регулирующий элемент 4, который представим реактивным элементом с регулируемой величиной индуктивности.

Так как в предлагаемом устройстве используется схема с так называемым резонансом токов (рис. 1-3 на с.8 [3]), то для него оптимальным является условие равенства реактивных сопротивлений конденсатора 3 и основной обмотки 1 входного дросселя, отмечаемое на с.81 начала раздела 4-3. Порядок расчета стабилизатора с феррорезонансом токов, [3], которое может быть записано в следующем виде:

$X_1 = \omega L_1 = X_3 = \frac{1}{\omega C_3}$ (1) где ω - угловая частота напряжения питающей сети А-В;
 L_1 - индуктивность основной обмотки 1 дросселя;

C_3 - емкость конденсатора 3.

При этом наибольшая мощность, которая может быть передана при номинальном выходном напряжении активной нагрузке устройства, соответствует, во-первых, полностью закрытому состоянию регулирующего элемента 4, т.е. его закрытым тиристорам 11-12 и отключенной таким образом цепи вспомогательной обмотки 2 входного дросселя устройства; а, во-вторых, определенной величине упомянутой нагрузки $R_{н.1}$, равной для этого предельного (и первого рассматриваемого) режима работы устройства вышеприведенной по (1) величине реактивного сопротивления элементов 1 и 3, т.е. $R_{н.1} = X_1 = X_3$, (2).

Именно для этого случая на фиг.2 приведены, соответственно, схема замещения устройства (см. фиг.2,а) и векторные диаграммы токов, и напряжений (см. фиг.2,б). При этом на фиг.2 обозначены: jX_1 , I_1 , U_1 - соответственно, реактивное сопротивление

основной обмотки 1 входного дросселя с током (I_1) и падением напряжения $U_1 = I_1 jX_1$, записанным в символической форме; jX_3 ; I_3 , U_3 - соответственно, реактивное

сопротивление конденсатора 3 с током I_3 и падением напряжения $U_3 = I_3 jX_3$; $R_{н.1}$, $I_{н.1}$ - активное сопротивление нагрузки с током $I_{н.1}$, определяемое ранее выбранным

соотношением (2);

U_{AB} - напряжение питающей сети А-В.

В соответствии с законами Кирхгофа для схемы замещения фиг.2,а справедлива следующая система уравнений, записанная в известной символической форме

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_3 + \dot{I}_{н.1}, & \dot{U}_3 &= \dot{I}_3 \cdot (-jX_3) \\ \dot{U}_{AB} &= \dot{U}_1 + \dot{U}_3 = \dot{I}_1 \cdot jX_1 + \dot{I}_3 \cdot (-jX_3); & &= \dot{I}_{н.1} \cdot R_{н.1} \end{aligned} \right\} (3)$$

в соответствии с которыми на фиг.2,б приведены векторные диаграммы токов и напряжений этой цепи.

При этом на векторной диаграмме токов (верхняя левая часть фиг.2,б) вектор емкостного тока I_3 конденсатора 3 опережает на 90° вектор тока $I_{н.1}$, активной нагрузки $R_{н.1}$ при равенстве их модулей $|I_3| = |I_{н.1}|$ по соотношению (2), а, соответственно, на векторной диаграмме напряжений (нижняя правая часть фиг. 2, б) вектор напряжения U_3 совпадает по фазе с вектором тока $I_{н.1}$ нагрузки, вектор напряжения U_1 на индуктивности jX_1 опережает на 90° вектор тока $I_1 = (I_3 + I_{н.1})$, а модуль напряжения питающей сети $|U_{AB}| = |U_{н.1}| = |U_3|$, в соответствии с ранее принятым допущением.

В итоге, как это следует из анализа векторных диаграмм фиг.2,б, рассмотренный предельный режим работы устройства, характеризующийся относительно малой величиной сопротивления нагрузки $R_{н.1} = X_3$ по соотношению (2), является и энергетически невыгодным, ввиду, во-первых, низкого коэффициента мощности

устройства, равного $\cos \varphi_1 = \cos 45^\circ = 0,707$ с его индуктивным характером,

обусловленным отставанием входного тока I_1 цепи на угол $\varphi_1 = 45^\circ$ от вектора

U_{AB} напряжения сети; и, во-вторых, большой величиной напряжения $|U_1| = \sqrt{2} |U_{AB}|$ на основной обмотке 1 входного дросселя, что обусловлено относительно большой

величиной тока $|I_1| = \sqrt{2} I_3$, потребляемого устройством в этом режиме работы.

Поэтому, как и для устройства прототипа, более реальным и экономически выгодным является режим "недогрузки", т.е. выбор реальных значений величин сопротивления нагрузки $R_{н.} > X_3$, например, для рассматриваемого (второго) случая примем значение:

$$R_{н.2} = 2 X_3 (4).$$

Схема замещения устройства (см. фиг.3,а) при этом, конечно, учитывает действие регулирующего элемента 4, подключающего цепь вспомогательной обмотки 2 входного дросселя с током I_2 такой величины, которая необходима для стабилизации прежнего номинального уровня выходного напряжения $U_{ном} = U_3$ при изменившейся величине сопротивления нагрузки $R_{н.2}$. На схеме фиг.3,а дополнительно к упомянутым обозначениям на схеме фиг.2,а приведены:

$R_{н.2}, \dot{I}_{н.2}$ - изменившиеся значения величин сопротивления нагрузки ($R_{н.2} = 2 X_3$) и ее тока ($I_{н.2}$);

$jX_2, \dot{I}_2, \dot{U}_2$ - соответственно, реактивное сопротивление вспомогательной обмотки 2 с

током \dot{I}_2 и падением напряжения \dot{U}_2 , определяемым с учетом величины взаимной индуктивности M между обмотками 1 и 2 входного дросселя устройства;

$jX_4; \dot{U}_4$ - эквивалентное индуктивное сопротивление регулирующего элемента 4 и падение

напряжения (\dot{U}_4) на нем.

В соответствии с законами Кирхгофа для цепи переменного тока фиг.3,а справедлива следующая система уравнений, записанная в известной символической форме

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_{н.2} ; \quad \dot{U}_3 = -jX_3 \cdot \dot{I}_3 = \dot{I}_{н.2} \cdot R_{н.2} ; \\ \dot{U}_{AB} &= \dot{U}_1 + \dot{U}_3 ; \quad \dot{U}_3 = \dot{U}_2 + \dot{U}_4 ; \quad \dot{U}_4 = jX_4 \cdot \dot{I}_2 ; \end{aligned} \right\} (5)$$

причем для элементов цепи (обмоток 1 и 2), имеющих взаимную индуктивность M , соответствующие падения

напряжения (\dot{U}_1 и \dot{U}_2) определяются соотношениями

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 \cdot jX_1 + \dot{I}_2 \cdot jX_m ; \\ \dot{U}_2 &= \dot{I}_1 \cdot jX_m + \dot{I}_2 \cdot jX_2 ; \end{aligned} \right\} (6)$$

$X_m = \omega M$ - реактивное сопротивление взаимной индукции с ее условным (положительным) знаком, определяемым для схемы фиг. 3, а выбранным

направлением токов (\dot{I}_1 и \dot{I}_2), а также ранее обусловленным способом подключением обмоток 1 и 2 входного дросселя, по которому начало вспомогательной обмотки 2 связано с концом обмотки 1.

При этом на векторной диаграмме токов, приведенной на верхней левой части фиг.3,б и отражающей векторную сумму токов по первому уравнению системы (5), вектор

емкостного тока \dot{I}_3 той же величины, что и на фиг.2,б, опережает вектор тока $\dot{I}_{н.2}$

активной нагрузки $R_{н.2}$, имеющий величину $|I_{н.2}| = 0,5 |I_3|$ ввиду выбранного по (4) $R_{н.2} = 2 X_3$.

Вектор тока \dot{I}_2 в цепи обмотки 2 и регулирующего индуктивного элемента 4, подключенной параллельно конденсатору 3 и нагрузке $R_{н.2}$, отстает от вектора тока

нагрузки $\dot{I}_{н.2}$, на угол больший, чем 90° , например, на 112° на фиг. 3, а, что реально отражает известную характерную особенность цепей со взаимной индукцией, отраженную, например, на стр. 123-125 раздела 6-7 - Передача энергии между индуктивно связанными элементами цепи, учебника Г.В. Зевеке и др. "Основы теории цепей" (5-е издание, М.: Энергоатомиздат, 1989) и заключающуюся в данном случае в том, что активная мощность, поступающая в нагрузку $R_{н.2}$ от питающей сети А-В, передается в предлагаемом устройстве фиг.1 как непосредственным электрическим путем, т.е. по цепи основной обмотки 1 входного дросселя, связывающей нагрузку $R_{н.2}$ с сетью А-В так и более сложным, электромагнитным путем, т.е. через цепь вспомогательной обмотки 2 дросселя, выполняющей функцию вспомогательного подпитывающего нагрузку источника энергии переменного тока.

Соответственно, на векторной диаграмме напряжений, приведенной на нижней правой

части фиг. 3,б, вектор напряжения $\dot{U}_3 = \dot{U}_{н.2} = U_{ном}$ совпадает по фазе с вектором тока $\dot{I}_{н.2}$.

нагрузки, а вектор напряжения \dot{U}_4 регулирующего индуктивного элемента 4 опережает

упомянутый вектор тока \dot{I}_2 на 90° . Кроме того, на фиг.3,б с учетом большей величины индуктивности основной обмотки 1 по сравнению с величиной индуктивности вспомогательной обмотки 2 входного дросселя при их сильной взаимно индуктивной

связи ($Kc \approx 1$), т.е. при:

$X_1 > X_2$ и $X_m = \sqrt{X_1 \cdot X_2} > X_2$ (7) построены по соотношениям (6) как векторные суммы,

соответственно, результирующие векторы напряжений \dot{U}_1 и \dot{U}_2 на упомянутых обмотках 1

и 2 входного дросселя, что определяет в итоге и положение на фиг.3,а вектора \dot{U}_{AB}

питающей сети (причем $|U_{AB}| = |U_3| = U_{ном}$) и величину вектора \dot{U}_4 напряжения на регулирующем индуктивном элементе 4, причем $|U_4| > U_{ном}$.

Из анализа векторных диаграмм фиг.3,б также следует, что в предлагаемом устройстве (в отличие от устройства прототипа) при $R_n > X_3$:

- обеспечивается улучшение коэффициента мощности (на фиг.3,б $\cos \varphi_2 = \cos 8^\circ = 0,99$), могущего к тому же иметь опережающий (емкостной) характер;

- производится одновременное и согласованное изменение-регулирование эквивалентных величин емкостного и индуктивных сопротивлений от их исходного соотношения (1), так

как например, при отпирании регулирующего элемента 4 и увеличении тока \dot{I}_2 ,

уменьшается и эквивалентная величина емкости ($C_3 - \Delta C$) ввиду параллельного подключения к конденсатору 3 индуктивности (X_4) и эквивалентная величина

индуктивности ($L_1 - \Delta L$) основной обмотки 1 дросселя из-за влияния взаимной индукции,

уменьшающей с ростом тока \dot{I}_2 величину результирующего напряжения \dot{U}_1 на основной обмотке 1, согласно векторной диаграмме напряжений фиг.3,б. Это, по мнению заявителя, улучшает управляемость работой предлагаемого устройства, требуя, в частности (по сравнению с прототипом) при прочих равных условиях меньшего уровня тока в цепи регулирующего элемента 4 при больших, однако, величинах напряжения на нем.

Положительный технико-экономический эффект, создаваемый при использовании предлагаемого устройства, определяется:

1) его простотой, обусловленной отсутствием резонансных дросселей 3-й и 5-й гармоник (характерных для прототипа) и связанным с этим уменьшением (более чем на 10%) необходимой емкости конденсатора 3;

2) снижением потерь, что связано с существенным снижением уровня высших гармоник в токах, протекающих по элементам устройства, а также с улучшением общей величины его коэффициента мощности;

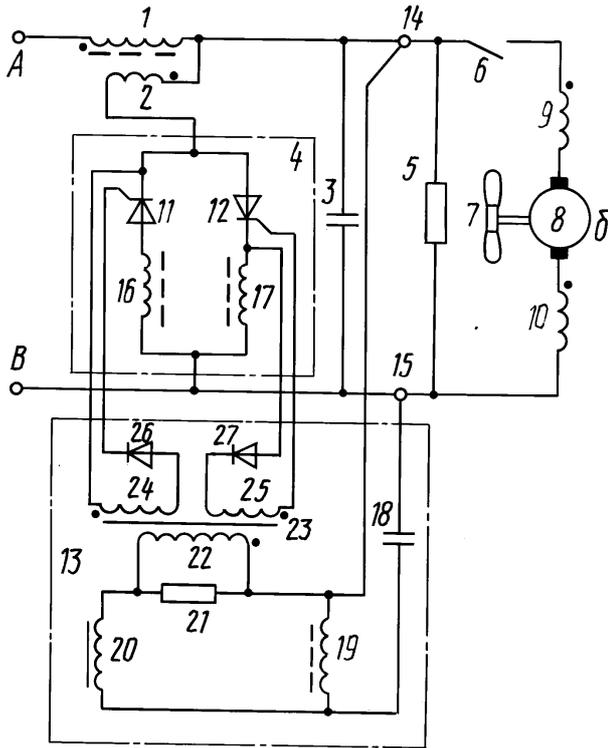
3) расширением функциональных возможностей, обусловленной сохранением синусоидальной формы выходного напряжения и его величины при изменениях частоты напряжения питающей сети, а также емкостным характером выходного сопротивления устройства. Последнее улучшает электромагнитную совместимость различного рода нагрузок, подключаемых к выходу устройства, и иллюстрируется приведенной схемой фиг.1, где при подключении контактом 6 цепи коллекторного двигателя 8 его обмотки 9-10 последовательного возбуждения образуют совместно с выходным конденсатором 3 устройства эффективный L-C фильтр, устраняющий влияние электрических помех коллекторно-щеточного аппарата двигателя 8 на другую нагрузку 5 устройства.

На дату подачи заявки разработана принципиальная электрическая схема и апробирован действующий макет устройства, практическое использование которого планируется в составе установок входного контроля коллекторных двигателей пылесосов типа "Буран", выпускаемых Прокопьевским НПО "Электромашина".

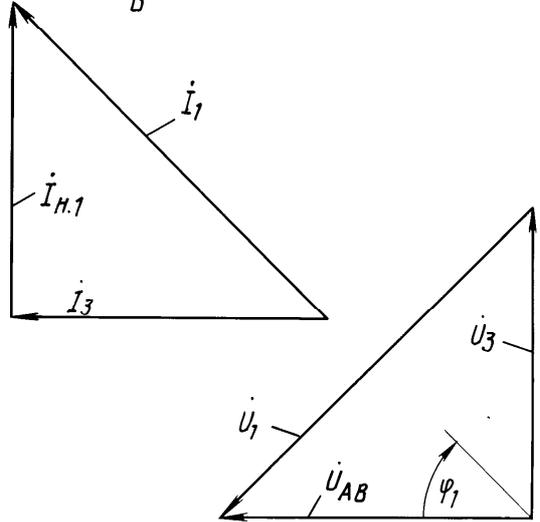
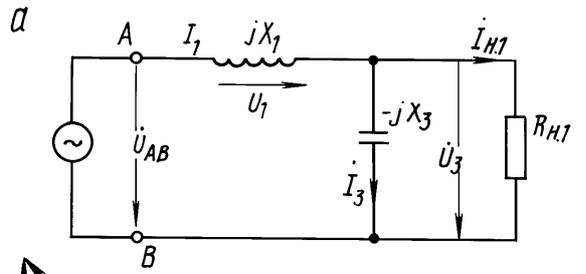
УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ, содержащее входной дроссель с основной и вспомогательной обмотками, конденсатор и регулирующий нелинейный элемент переменного тока, при этом начало основной обмотки входного дросселя подключено к первому выводу для подключения питающей однофазной сети, первый вывод для подключения нагрузки через вспомогательную обмотку входного дросселя соединен с первым выводом регулирующего нелинейного элемента переменного тока, второй вывод которого соединен с общим вторым выводом для подключения питающей однофазной сети, вторым выводом для подключения нагрузки и одним из выводов конденсатора, отличающееся тем, что, с целью упрощения, снижения потерь и расширения области применения, регулирующий нелинейный элемент переменного тока выполнен в виде двух встречно подключенных тиристоров с блоком фазоимпульсного управления, входом связанным с выводами для подключения нагрузки, при этом общая точка разноименных силовых выводов тиристоров формирует первый вывод регулирующего нелинейного элемента, другие разноименные силовые выводы тиристоров соединены между собой через введенные вспомогательные индуктивности, общая точка которых формирует второй вывод нелинейного элемента переменного тока, конец основной обмотки соединен с другим выводом конденсатора с точкой соединения начала вспомогательной обмотки и первого вывода для подключения нагрузки.

Формула изобретения

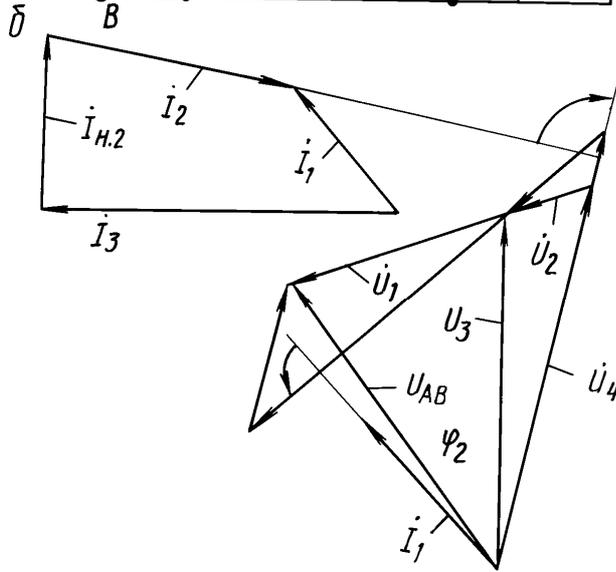
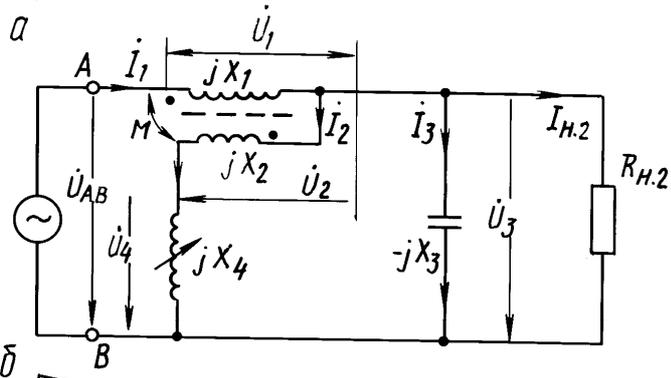
УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ, содержащее входной дроссель с основной и вспомогательной обмотками, конденсатор и регулирующий нелинейный элемент переменного тока, при этом начало основной обмотки входного дросселя подключено к первому выводу для подключения питающей однофазной сети, первый вывод для подключения нагрузки через вспомогательную обмотку входного дросселя соединен с первым выводом регулирующего нелинейного элемента переменного тока, второй вывод которого соединен с общим вторым выводом для подключения питающей однофазной сети, вторым выводом для подключения нагрузки и одним из выводов конденсатора, отличающееся тем, что, с целью упрощения, снижения потерь и расширения области применения, регулирующий нелинейный элемент переменного тока выполнен в виде двух встречно подключенных тиристоров с блоком фазоимпульсного управления, входом связанным с выводами для подключения нагрузки, при этом общая точка разноименных силовых выводов тиристоров формирует первый вывод регулирующего нелинейного элемента, другие разноименные силовые выводы тиристоров соединены между собой через введенные вспомогательные индуктивности, общая точка которых формирует второй вывод нелинейного элемента переменного тока, конец основной обмотки соединен с другим выводом конденсатора с точкой соединения начала вспомогательной обмотки и первого вывода для подключения нагрузки.



$\Phi_{uz.1}$



$\Phi_{uz.2}$



$\Phi_{uz.3}$