



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(21)(22) Заявка: 2012145838/28, 26.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.10.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2012

(45) Опубликовано: 10.05.2014 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Nan-Jing Zhao, Wen-Qing Liu. Study of the charging circuit of a pulsed solid-state laser power supply: A new concept of high charging efficiency and realization // Optics & Laser Technology 41 (2009) 461-469 . SU 1248013 A1, 30.07.1986 . RU 2453966 C1, 20.06.2012 . SU 748732 A1, 15.07.1980. JP 57177278 A, 30.10.1982 . US 4268899 A1, 19.05.1981 . EP 0991172 A1, 05.04.2000

Адрес для переписки:

182540, Псковская обл., Невельский р-н, пос.
Опухлики, 170, кв.17, О.Ф. Меньших

(72) Автор(ы):

Меньших Олег Фёдорович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Меньших Олег Фёдорович (RU)

(54) ТРЕХФАЗНЫЙ ЕМКОСТНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АКТИВНОЙ НАГРУЗКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники. Трехфазный емкостный преобразователь для электропитания активной нагрузки содержит две группы из последовательно соединенных диода и накопительного конденсатора и две группы из последовательно включенных тиристора и интегрирующего конденсатора, включенных параллельно к соответствующим накопительным конденсаторам. При этом две группы из последовательно включенных диода и накопительного конденсатора подключены к двум фазам трехфазной электрической сети по схеме удвоения напряжения (схеме Латура),

интегрирующие конденсаторы групп из последовательно соединенных тиристора и интегрирующего конденсатора включены между собой последовательно и параллельно активной нагрузке и устройству защиты, а управляющие электроды тириستоров связаны с блоком управления тиристорами, входы которого подключены к трехфазной сети. Блок управления тиристорами содержит резисторный сумматор-делитель напряжения, компаратор, две управляющие цепи. Первая цепь состоит из последовательно связанных инвертора, первой дифференцирующей цепи, первого одновибратора запускающих импульсов с усилителем мощности

RU 2515310 C1

RU 2515310 C1

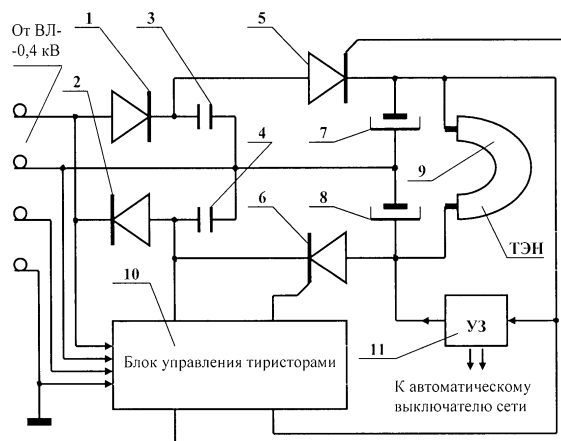


Рис. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 515 310** (13) **C1**
(51) Int. Cl.
H02M 5/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(21)(22) Application: 2012145838/28, 26.10.2012

(24) Effective date for property rights:
26.10.2012

Priority:

(22) Date of filing: 26.10.2012

(45) Date of publication: 10.05.2014 Bull. № 13

Mail address:

182540, Pskovskaja obl., Nevel'skij r-n, pos.
Opukhliki, 170, kv.17, O.F. Men'shikh

(72) Inventor(s):

Men'shikh Oleg Fedorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Men'shikh Oleg Fedorovich (RU)

(54) **THREE-PHASE CAPACITANCE TRANSDUCER FOR POWER SUPPLY OF ACTIVE LOAD**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering. Three-phase capacitance transducer for power supply of active load contains two groups of in-series connected diode and storage capacitor and two group of in-series connected thyristor and integrating capacitor connected in parallel to the respective storage capacitors. At that the two groups of in-series connected diode and storage capacitor are connected to two phases of the three-phase electrical mains as per voltage doubling circuit (Latour scheme), integrating capacitors from the groups of in-series connected thyristor and integrating capacitor are interconnected in-series and in parallel to the active load and a protective device while control electrodes of thyristors are connected to the thyristor control unit which inputs are connected to the three-phase electrical mains. The thyristor control unit contains a resistor voltage summator-divider, a comparator and two control circuits. The first circuit consists of in-series inverter, the first differentiating circuit, the first trigger pulse univibrator with power amplifier and the

first output transformer while the second circuit consists of the in-series second differentiating circuit, the second trigger pulse univibrator with power amplifier and the second output transformer.

EFFECT: extension of application area.

3 cl, 4 dwg

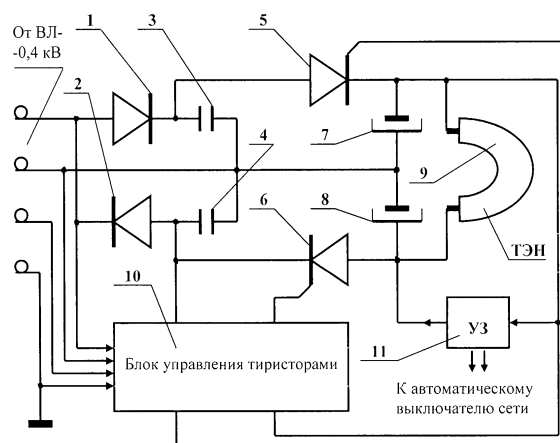


Рис. 1

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в качестве экономичного устройства питания нагревательных приборов на основе ТЭНов от трехфазной сети, например, при организации котельных без использования твердого топлива (угля, дров), кухонных электропечей и для освещения.

5 Известны устройства конвертирования реактивной электроэнергии в активную [1].

Известны бестрансформаторные устройства экономичного освещения на светодиодах (патент РФ №2459143, опубл. в №23 от 20.08.2012), содержащие светодиодную матрицу из группы светодиодов, отличающиеся тем, что включают две одинаковые цепи, включенные к сети переменного тока, каждая из которых включает несколько
10 последовательно соединенных светодиодов, параллельно подключенных к электролитическому конденсатору и стабилитрону защиты от перенапряжения, заряжаемый от сети переменного тока через диод накопительный конденсатор, подключенный к электролитическому конденсатору через тиристор, в управляющей ветви которого использован запускающий стабилитрон, включенный последовательно
15 к зарядной цепи из диода и накопительного конденсатора противоположной цепи, при этом квадрат напряжения на электролитическом конденсаторе каждой цепи, питающего соответствующую группу светодиодов, так относится к квадрату амплитудного напряжения, до которого заряжается накопительный конденсатор в течение четверти периода переменного напряжения сети, как относятся емкости накопительного и
20 электролитического конденсаторов, а полюсы каждой из указанных цепей подсоединены соответственно к фазному и нулевому проводникам сети переменного тока. Это устройство можно рассматривать в качестве прототипа заявляемого технического решения.

Недостатком прототипа является ограниченная область применения - в основном
25 в качестве экономичного источника питания на пониженном напряжении питания группы последовательно включенных светодиодов либо для заряда аккумуляторных батарей.

Указанный недостаток устранен в заявляемом техническом решении.

Целью изобретения является расширение области практического применения в
30 бытовых и промышленных условиях работы при использовании трехфазной электросети.

Реализация данной цели достигается в трехфазном емкостном преобразователе для электропитания активной нагрузки, содержащем две группы из последовательно соединенных диода и накопительного конденсатора и две группы из последовательно включенных тиристора и интегрирующего конденсатора, включенных параллельно к
35 соответствующим накопительным конденсаторам, отличающимся тем, что две группы из последовательно включенных диода и накопительного конденсатора подключены к двум фазам трехфазной электрической сети по схеме удвоения напряжения (схеме Латура), интегрирующие конденсаторы групп из последовательно соединенных тиристора и интегрирующего конденсатора включены между собой последовательно
40 и параллельно активной нагрузке и устройству защиты, а управляющие электроды тириستоров связаны с блоком управления тиристорами, входы которого подключены к трехфазной сети.

Заявляемое устройство содержит блок управления тиристорами, включающий подключенный к одноименным фазам электросети, питающим основное устройство,
45 резисторный сумматор-делитель напряжения, включенный к входу компаратора, выход компаратора соединен с входами двух управляющих цепей, первая из которых состоит из последовательно связанных инвертора, первой дифференцирующей цепи, первого одновибратора запускающих импульсов с усилителем мощности и первого выходного

трансформатора, а вторая - из последовательно связанных второй дифференцирующей цепи, второго одновибратора запускающих импульсов с усилителем мощности и второго выходного трансформатора.

Устройство также содержит устройство защиты от перенапряжения

5 электролитических интегрирующих конденсаторов при аварийном обрыве цепи активной нагрузки, выполненное из последовательно включенных разгрузочного реле, отключающего автоматический выключатель сети, и стабилитрона, отпираемого при аварийном увеличении напряжения на последовательно соединенных интегрирующих конденсаторах.

10 Достижение указанной цели изобретения объясняется существенным увеличением выходного напряжения в подключенной активной нагрузке, например, со стандартным напряжением 220 В за счет использования схемы удвоения напряжения и подключения устройства к двум фазам трехфазной сети 380 В.

Заявляемое устройство понятно из представленных рисунков.

15 На рис.1 представлена схема устройства, состоящая из:

- 1 - первого силового диода,
- 2 - второго силового диода,
- 3 - первого накопительного конденсатора емкостью C_n ,
- 4 - второго накопительного конденсатора емкостью C_n ,
- 20 5 - первого силового тиристора,
- 6 - второго силового тиристора,
- 7 - первого интегрирующего конденсатора емкостью $C_{инт}$,
- 8 - второго интегрирующего конденсатора емкостью $C_{инт}$,
- 9 - активной нагрузки, например, ТЭНа,
- 25 10 - блока управления тиристорами,
- 11 - устройства защиты.

На рис.2 представлена схема блока управления тиристорами, включающая:

- 12 - резистор делителя, включенный к первой фазе сети,
- 13 - резистор делителя, включенный ко второй фазе сети,
- 30 14 - резистор сумматора,
- 15 - компаратор (с логическими уровнями выходного сигнала),
- 16 - инвертор (логическая схема «Не»),
- 17 и 18 - первая и вторая дифференцирующие цепи,
- 19 и 20 - первый и второй одновибраторы с усилителями мощности запускающих
- 35 тиристоры 5 и 6 импульсов,
- 21 и 22 - выходные трансформаторы (например, с ферритовыми сердечниками),
- 23 - вторичный источник питания, подключенный к свободной фазе (в данной схеме к фазе Фз, используемый для снабжения электропитанием элементов схемы блока управления тиристорами.

40 Кроме того, на рис.2 указана схема устройства защиты 11, состоящая из последовательно соединенных к последовательно включенным интегрирующим конденсаторам 7 и 8 разгрузочного реле и стабилитрона, открывающегося при повышении напряжения на указанных конденсаторах выше заданного аварийного уровня. При этом разгрузочное реле отключает автоматический выключатель сети,

45 питающей устройство (последний на схеме рис.1 не указан).

На рис.3 даны временные диаграммы напряжений в различных участках схемы;

3а) - амплитуда фазного напряжения трехфазной сети U_0 ,

3б) - амплитуда напряжения между двумя используемыми в устройстве фазами,

например первой и второй фазами, обозначенное как $U_{12} = U_1 - U_2 = 1,41 \cdot 380 = 536 \text{ В}$.

3в) - суммарное напряжение первой и второй фаз $U_{\Sigma} = U_1 + U_2 = 1,41 \cdot 220 = 310 \text{ В}$,

сдвинутое по фазе относительно напряжения первой фазы на угол $\pi/3$, малая часть этого напряжения (порядка 3...5 В) подается на вход компаратора 15,

3г) - логический сигнал на выходе компаратора 15,

3д) - инвертированный логический сигнал на выходе инвертора 16 (схемы «Не»),

3е) - последовательность сформированных в одновибраторе с усилителем мощности 19 запускающих импульсов, подаваемых с вторичной обмотки трансформатора 21 на управляющий переход силового тиристора 5,

3ж) - аналогичная последовательность запускающих импульсов, подаваемых на управляющий переход силового тиристора 6,

3з) - напряжение U_{C3} на первом накопительном конденсаторе 3,

3и) - напряжение U_{C4} на втором накопительном конденсаторе 4,

3к) - напряжение U_H на последовательно включенных интегрирующих конденсаторах 7 и 8 при подключенной к ним активной нагрузке 9.

На рис.4 представлена одна из возможных схем теплоэнергетического комплекса, например, электродвигательной с нагревателями воды и ее транспортировки мощными электронасосами непрерывного действия, содержащего:

24 - трансформаторную подстанцию (ТП), входом включенную на подземный кабель с действующим напряжением $3 \times 10 \text{ кВ}$, например, с мощностью $400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$,

25 - соединительный кабель $3 \times 380 \text{ В}$ низкого сопротивления (порядка $0,1 \text{ Ом}$ по фазам),

26 - трехфазный прибор учета электроэнергии, например, типа ЦЭ6803 В,

27 - три однотипных трехфазных емкостных преобразователя (ТЕП), подключенных к трем разным парам фаз сети для обеспечения равномерной нагрузки на фазы,

28 - электронасос, подающий нагретую воду в систему водяного отопления объекта. Рассмотрим действие заявляемого устройства.

В первую четверть периода напряжения U_{12} , действующего между первой и второй

фазами сети с амплитудным значением U_O (см. рис.3а), происходит заряд первого накопительного конденсатора 3 через диод 1 до уровня напряжения $1,73 U_O = 536 \text{ В}$,

после чего это напряжение остается неизменным в течение полупериода $T/2 = 10 \text{ мс}$ переменного напряжения сети с частотой $f = 50 \text{ Гц}$, как это видно на рис.3з). При

отпирании тиристора 5 накопленный в первом накопительном конденсаторе 3 электрический заряд q , равный $q = 1,73 C_H U_O$ перераспределяется между оказавшимися

соединенными параллельно с малым переходным сопротивлением (менее $0,1 \text{ Ом}$) первым накопительным конденсатором 3 и первым интегрирующим конденсатором 7, в результате чего напряжение на обоих конденсаторах уравнивается до

результатирующего напряжения $U_{H \text{ МАХ}}$, и тиристор 5 автоматически закрывается,

оставляя первый накопительный конденсатор 3 заряженным до напряжения $U_{H \text{ МАХ}}$.

Аналогичная картина характерна и для заряда второго накопительного конденсатора 4 через диод 2 от тех же фаз сети во второй части полупериода напряжения U_{12} (рис.3б),

и это показано на рис.3и. Второй диод 2 и второй тиристор 6 в схеме устройства включены встречно по отношению к первому диоду 1 и первому тиристор 5. Это обеспечивает режим удвоения напряжения U_H на активной нагрузке 9, величина которого изменяется по экспоненциальному закону с постоянной времени $\tau = R_H C_{\text{ИНТ}}/2$ от

величины $2U_{H\text{ MAX}}$ до $2U_{H\text{ MIN}}$ в течение повторяющегося интервала времени $T/2$, а именно: по закону $U_H(t) = U_{H\text{ MAX}} \exp(-t/\tau)$, где время t определено пределами $0 \leq t \leq T/2$.

Значение напряжения $U_{H\text{ MAX}}$ с учетом закона сохранения заряда вычисляется согласно выражению $U_{H\text{ MAX}} = (1,73U_O - U_{H\text{ MAX}}) [C_H / (C_{\text{ИНТ}} + C_H)]$.

С учетом малости сопротивления открытого тиристора 5 (и 6), обычно менее 0,1 Ом, процесс перезаряда интегрирующих конденсаторов 7 и 8 происходит весьма быстро (см. рис.3з и 3и), за малую часть четверти периода сетевого напряжения, то есть указанная на рис.3и длительность перезаряда $\Delta t \ll T/4$.

Подзаряд последовательно включенных первого 7 и второго 8 интегрирующих конденсаторов происходит с двойной частотой $2f$ сетевого напряжения, то есть через каждые 10 мс, в течение которых напряжение на активной нагрузке изменяется по экспоненциальному закону от $U_{H\text{ MAX}}$ до $U_{H\text{ MIN}} = U_{H\text{ MAX}} \exp(-T/R_H C_{\text{ИНТ}})$. Среднее значение действующего в активной нагрузке 9 напряжения $U_{\text{СРЕДН}}$ (рис.3к) легко определяется интегрированием $U_H(t)$ по интервалу времени $T/2$:

$$U_{\text{СРЕДН}} = (2/T) \int_0^{T/2} U_H(t) dt = (2U_{H\text{ MAX}}/T) \int_0^{T/2} \exp[-t/(R_H C_{\text{ИНТ}}/2)] dt$$

Для нормальной работы активной нагрузки 9 при номинальном напряжении 220 В необходимо, чтобы среднее значение напряжения было равно $U_{\text{СРЕДН}} = 220$ В. Это задается соответствующим выбором величин накопительных конденсаторов 3 и 4 и интегрирующих конденсаторов 7 и 8 при учете величины сопротивления активной нагрузки 9, равного R_H и определяемого величиной рассеиваемой в ней мощности

$$P_H = U_{\text{СРЕДН}}^2 / R_H.$$

При заданной мощности P_H в активной нагрузке 9 величина ее сопротивления легко находится из выражения $R_H = U_{\text{СРЕДН}}^2 / P_H$. Например, при $P_H = 5$ кВт и $U_{\text{СРЕДН}} = 220$ В получаем $R_H = 220 \times 220 / 5000 = 9,68$ Ом.

Обратимся теперь к рассмотрению энергетики схемы. Нетрудно понять, что половинная мощность, передаваемая каждой из двух цепей в активную нагрузку 9, определяется выражением $P_H/2 = C_H (1,73U_O - U_{H\text{ MAX}})^2 f/2$, откуда ясно, что полная мощность в активной нагрузке 9 равна $P_H = C_H (1,73U_O - U_{H\text{ MAX}})^2 f = C_H \{1,73U_O - (1,73U_O - U_{H\text{ MAX}})[C_H / (C_{\text{ИНТ}} + C_H)]\}^2 f$, то есть вычисляется достаточно сложным образом. В первом приближении, если заменить значения $U_{H\text{ MIN}}$ и $U_{H\text{ MAX}}$ на известное среднее значение $U_{\text{СРЕДН}}$ условно полагая, что напряжение в активной нагрузке во времени не изменяется, то выражение для мощности P_H упрощается и имеет вид:

$$P_H \approx C_H (1,73U_O - U_{\text{СРЕДН}}/2)^2 f, \text{ откуда, в первом приближении, находится величина емкости накопительных конденсаторов 3 и 4 согласно выражению } C_H \approx P_H / (1,73U_O - U_{\text{СРЕДН}}/2)^2 f, \text{ в котором в его правой части стоят все известные величины. Так для указанного выше примера при } P_H = 5 \text{ кВт, } U_O = 380 \text{ В, } U_{\text{СРЕДН}} = 220 \text{ В и } f = 50 \text{ Гц имеем } C_H \approx 5000 / (536 - 110)^2 \cdot 50 = 100 / 426^2 = 0,000551 \text{ Ф} = 551 \text{ мкФ.}$$

Трансформация напряжения на интегрирующих конденсаторах 7 и 8 подчиняется

условию: $\{[1,73U_0-(U_{\text{СРЕДН}}/2)]/(U_{\text{СРЕДН}}/2)\}^2=(C_H+C_{\text{ИНТ}})/C_H$. Левая часть этого равенства определяется как $(426/110)^2=3,873^2=15$. Следовательно, при ранее указанном выборе $C_H=551$ мкФ для величины емкости интегрирующих конденсаторов 7 и 8 получим значение $C_{\text{ИНТ}}=(15-1)C_H=14\cdot 551=7714$ мкФ.

Итак, в первом приближении, для обеспечения мощности 5 кВт в стандартной активной нагрузке, рассчитанной на работу при действующем напряжении 220 В, емкости 3 и 4, а также 7 и 8 должны быть выбраны как: $C_H\approx 550$ мкФ и $C_{\text{ИНТ}}\approx 7700$ мкФ.

Для экономии объема, занимаемого интегрирующими конденсаторами, последние могут быть электролитическими, имеющими большую удельную емкость на единицу объема. Более точно эти значения устанавливаются с учетом изменения напряжения $U_H(t)$ за интервал времени $T/2=10$ мс. Для выбранного значения емкости интегрирующих конденсаторов 7 и 8 и определенной величине сопротивления активной нагрузки 9

находим постоянную времени $\tau=R_H C_{\text{ИНТ}}/2=9,68\cdot 7700\cdot 10^{-6}/2=37,3\cdot 10^{-3}\text{с}=37,3$ мс. Отсюда можно найти относительное изменение напряжения $U_H(t)$ в интервале времени $T/2$ из выражения $\exp(-T/2\tau)=\exp(-10/2\cdot 37,3)=\exp(-0,134)=0,874$. Следовательно, относительно среднего значения напряжения $U_{\text{СРЕДН}}=220$ В напряжение $U_H(t)$ изменяется в

относительно небольших пределах, в первом приближении, от $U_{H\text{ МАХ}}=220(1+0,063)=234$ В до $U_{H\text{ МАХ}}=220(1-0,063)=206$ В, что вполне допустимо при использовании нагревательных приборов, например ТЭНов. Аналогичная картина по относительной вариации напряжения $U_H(t)$ будет иметь место и во всех других вариантах использования заявляемого устройства по мощности в активной нагрузке, поскольку снижение величины сопротивления активной нагрузки при повышении мощности в ней вызывает необходимость в увеличении емкости интегрирующих конденсаторов 7 и 8, так что постоянная времени τ практически не изменяется.

Накопительные конденсаторы 3 и 4 должны иметь рабочее напряжение не менее 600 В, допускать работу в импульсном режиме.

Кратко опишем работу блока управления тиристорами.

Резисторы 12-14 образуют делитель напряжения фаз Φ_1 и Φ_2 и их суммирование, в результате чего образуется переменное напряжение с амплитудой 3...5 В и начальной фазой, связанной по времени с максимумами напряжения $U_{12}=380$ В для фаз Φ_1 и Φ_2 ,

то есть с моментами открытия соответствующих тиристоров 5 и 6. Это напряжение подается на вход компаратора 15, на выходе которого образуется логический уровень в виде меандровых импульсов со скважностью, равной двум, и длительностью $T/2$ (рис.3г). Логический уровень применительно к микросхемам транзисторно-

транзисторной логики (ТТЛ), например, серии К155 с напряжением питания +5 В, используется при работе инвертора 16 (рис.3д) - микросхемы «Не» (типа К155ЛН1).

Фронты этих импульсов (рис.3г и 3д) используются для формирования импульсов запуска одновибраторов с усилителями мощности 19 и 20 с помощью дифференцирующих цепей 17 и 18. Импульсы среза отрицательной полярности на выходах дифференцирующих цепей в работе участия не принимают. Оконечные каскады усилителей мощности элементов 19 и 20 должны обеспечивать надежное открытие соответствующих силовых тиристоров 5 и 6. Трансформаторы 21 и 22 обеспечивают развязку по управлению этими тиристорами, что необходимо, поскольку управляемые переходы тиристоров находятся под разными потенциалами в схеме. Эти

трансформаторы должны иметь хорошую изоляцию их вторичных обмоток с пробивным напряжением не менее 1 кВ, а магнитопроводы трансформаторов 21 и 22 могут быть ферритовыми. Импульсы запуска тиристоров имеют длительность (возможно, регулируемую) порядка 2...4 мс с частотой следования 50 Гц. Вторичный источник

питания 23 может вырабатывать напряжение +5 В и +30 В (последнее используется при работе усилителей мощности в элементах 19 и 20).

Устройство защиты (УЗ) 11 состоит из последовательно включенных разгрузочного реле малой мощности и стабилитрона, открываемого при напряжении на интегрирующих конденсаторах 7 и 8, превышающем некоторую величину, определяющую аварийную ситуацию. Так, электролитические конденсаторы 7 и 8, рассчитанные на работу при напряжении 110 В в каждом (в сумме это напряжение равно 220 В), могут иметь номинал рабочего напряжения 150 В. Аварийная ситуация может возникнуть при обрыве цепи питания активной нагрузки 9 (например, при перегорании ТЭНа). Тогда напряжение на конденсаторах 7 и 8 будет резко возрастать, превышая уровень рабочего напряжения 150 В, что грозит гибелью этих конденсаторов. При выборе защитного стабилитрона в УЗ на напряжение порядка 300 В или несколько ниже аварии можно избежать отключением всего устройства от трехфазной сети с помощью автоматического выключателя (на схеме не указан), управляемого от разгрузочного реле УЗ. Поэтому использование УЗ в таких схемах следует признать обязательным.

На основе заявляемого устройства может быть создан теплоэнергетический комплекс (рис.4), в котором используются три рассмотренных выше устройства, подключенных к трем разным парам фаз трехфазной сети 380 В - U_{12} , U_{23} и U_{31} . При этом все три фазы одинаково нагружаются (без «перекаса» фаз). В выше рассмотренном примере это дает полную мощность в трех одинаковых активных нагрузках в 15 кВт. Одновременно в комплекс может входить электронасос, перекачивающий в котельной подогретую воду в отопительную систему потребителя. Поскольку насос при этом снабжается мощным трехфазным электродвигателем, имеющим $\cos \varphi < 1$, из-за индуктивного характера нагрузки, то в сочетании с заявленным устройством происходит определенная компенсация реактивных потерь, так как заявляемое устройство имеет существенную реактивную составляющую емкостного типа.

Анализ показывает, что при работе заявляемого устройства реактивная составляющая потребляемой энергии составляет около 75% от полной потребляемой энергии, и она конвертируется в активную нагрузку. Действительно, интеграл от квадрата переменного напряжения $u_{12}(t) = U_{12} \sin(2\pi ft)$, отнесенный к величине сопротивления активной нагрузки, за половину периода T вчетверо больше интеграла от произведения $u_{12}(t)$ на ток заряда накопительного конденсатора за тот же промежуток времени $T/2$:

$$\left(U_{12}^2 / R_H \right) \int_0^{T/2} \sin^2(2\pi ft) dt = 4 U_{12} \int_0^{T/2} \sin(2\pi ft) i_C dt$$

где $i_C(dt)$ - текущее значение тока заряда накопительного конденсатора. Так, при $t = T/4$ ток в активном сопротивлении является максимальным и равным U_{12}/R_H , а ток заряда накопительного конденсатора в этот же момент времени равен нулю, так как конденсатор полагается заряженным к этому моменту времени полностью. Во вторую четверть периода ток в активном сопротивлении также присутствует, а тока заряда накопительного конденсатора нет совсем.

При этом прибор учета электроэнергии 24 (рис.4), работающий на учет активной составляющей энергии, будет производить учет только лишь 25% от израсходованной

энергии и потребленной активной нагрузкой 9 в условиях конвертирования реактивной составляющей энергии в чисто активную. Это приводит к неправильному учету электроэнергии и вызывает необходимость использования для учета электроэнергии электросчетчиков ПОЛНОЙ энергии или двух последовательно включенных электросчетчиков активной и реактивной энергии. В противном случае данная схема позволяет оплачивать поставщику только 25% от всей израсходованной и принятой от него электроэнергии.

Заявляемое устройство целесообразно использовать при построении котельных в экологически чистых зонах (курортах, больницах), где сжигание твердого топлива (каменного угля, дров) сопровождается выделением вредного дыма и ядовитых осадков. Работу таких котельных можно полностью автоматизировать регулированием потребной температуры воды и ее напора, создаваемого электронасосами,

Кроме оборудования экологически чистых котельных практически без обслуживающего персонала, такое устройство может быть использовано для электропечей на кухнях, особенно при большой потребной производительности приготовления пищи (в столовых различного вида производств, в больших ресторанах и т.д.).

С развитием промышленного изготовления гибридных автомобилей данное устройство может быть успешно применено для подзарядки аккумуляторных батарей таких электромобилей.

Представляет интерес применение заявляемого устройства для электропитания мощных бесколлекторных двигателей постоянного тока [2-4], разработанных автором для установки на гибридные автомобили, которые обладают высокой надежностью и долговечностью работы, а также для целей электролиза, например, при производстве алюминия.

Литература

1. Меньших О.Ф. Устройство конвертирования активной нагрузки. Патент РФ №2446538, опубл. в бюлл. №9 от 27.03.2012.

2. Меньших О.Ф. Бесколлекторный двигатель постоянного тока. Патент РФ №2391761, опубл. в бюлл. №16 от 10.06.2010.

3. Меньших О.Ф. Электрический двигатель постоянного тока. Заявка на изобретение №2011132781/07 (048320) с приоритетом от 03.08.2011.

4. Меньших О.Ф. Модуль электротранспорта. Заявка на изобретение №2011153471/07 (080413) с приоритетом от 26.12.2011.

Формула изобретения

1. Трехфазный емкостный преобразователь для электропитания активной нагрузки, содержащий две группы из последовательно соединенных диода и накопительного конденсатора и две группы из последовательно включенных тиристора и интегрирующего конденсатора, включенных параллельно к соответствующим накопительным конденсаторам, отличающийся тем, что две группы из последовательно включенных диода и накопительного конденсатора подключены к двум фазам трехфазной электрической сети по схеме удвоения напряжения (схеме Латура), интегрирующие конденсаторы групп из последовательно соединенных тиристора и интегрирующего конденсатора включены между собой последовательно и параллельно активной нагрузке и устройству защиты, а управляющие электроды тириستоров связаны с блоком управления тиристорами, входы которого подключены к трехфазной сети.

2. Трехфазный емкостный преобразователь для электропитания активной нагрузки

по п.1, содержащий блок управления тиристорами, включающий подключенный к одноименным фазам электросети, питающим основное устройство, резисторный сумматор-делитель напряжения, включенный к входу компаратора, выход компаратора соединен с входами двух управляющих цепей, первая из которых состоит из
5 последовательно связанных инвертора, первой дифференцирующей цепи, первого одновибратора запускающих импульсов с усилителем мощности и первого выходного трансформатора, а вторая - из последовательно связанных второй дифференцирующей цепи, второго одновибратора запускающих импульсов с усилителем мощности и второго выходного трансформатора.

10 3. Трехфазный емкостный преобразователь для электропитания активной нагрузки по п.1, содержащее устройство защиты от перенапряжения электролитических интегрирующих конденсаторов при аварийном обрыве цепи активной нагрузки, выполненное из последовательно включенных разгрузочного реле, отключающего автоматический выключатель сети, и стабилитрона, отпираемого при аварийном
15 увеличении напряжения на последовательно соединенных интегрирующих конденсаторах.

20

25

30

35

40

45

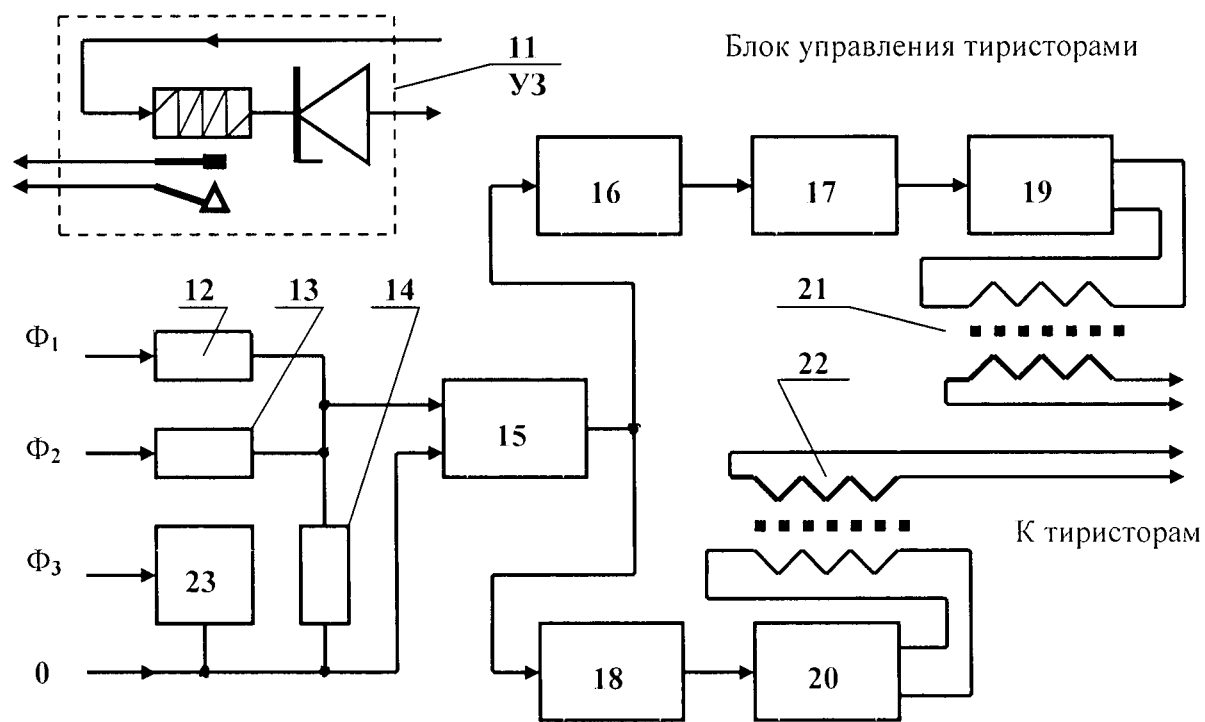


Рис. 2

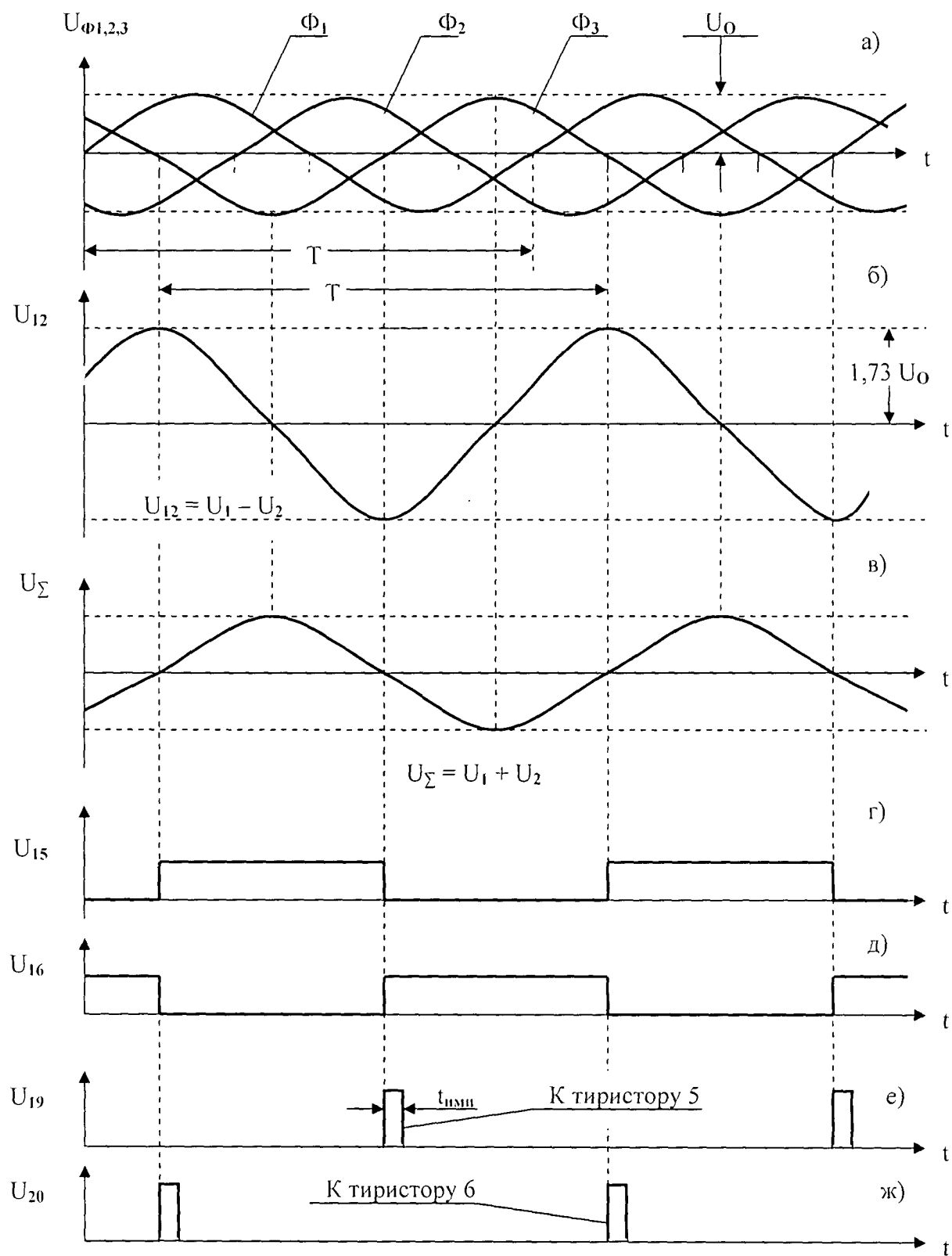
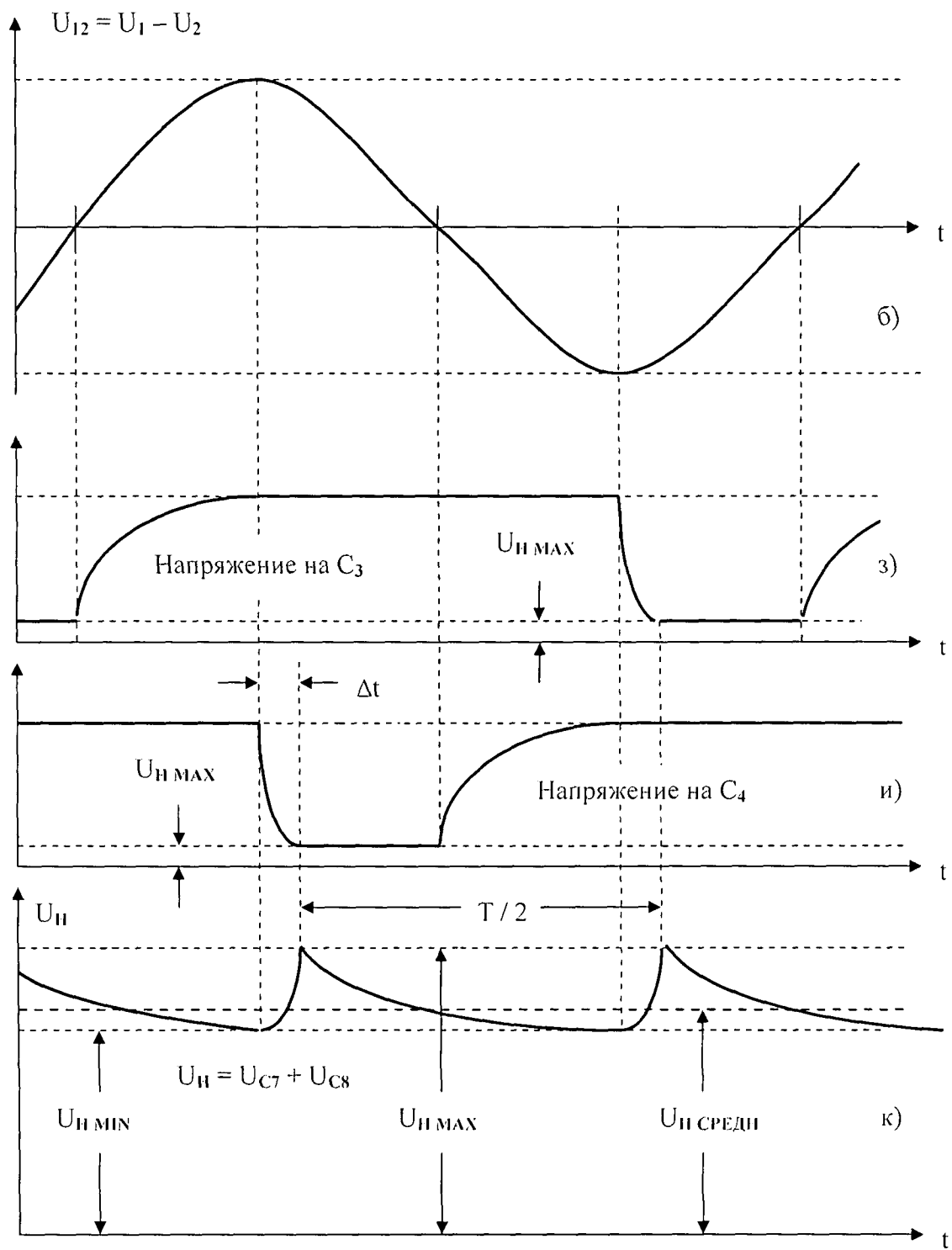


Рис.3



$$U_{н}(t) = U_{C7}(t) + U_{C8}(t) \ll U_{12}$$

Рис.3

Кабель-0,4 кВ

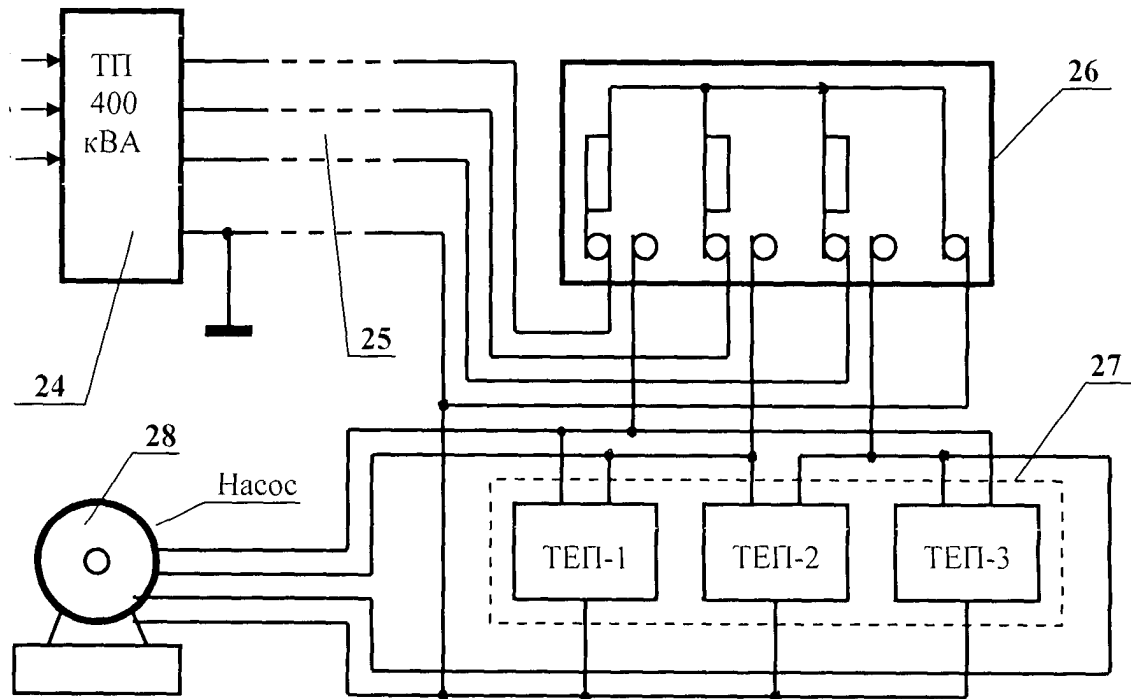


Рис.4