

A. M. Repin. AC-to-DC ventil Converter. P = P.

A. M. Repin. Ventil'nyi preobrazovatel' peremennogo napryazheniya v postoyannoye.

A. M. Репин. Вентильный преобразователь переменного напряжения в постоянное.

// Гос.Ком.Изобр.Откр. (ГКИО СССР). Авт.Свид.Из. (АСИ СССР). № **SU 1317606**. БюлИзобр. № 22. 15.2. -15.6.1987. Заявл. 3.10.1983. № 3648147/24-07. МПК H02M7/08.

**Анонс.** Впервые при авторском дизайне и с фэлш-АСИ публикуется описание данного изобретения. Но качество, ошибки в сканкопиях описания не исправлены. По ясным причинам.



The image shows a Soviet Patent Certificate (Авторское свидетельство) for an AC-to-DC converter. At the top, there is a decorative border with a central emblem of the USSR (a hammer and sickle) and industrial scenes on either side. The text is in Russian and includes the following information:

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ  
**АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
№ 1317606

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
**"Вентильный преобразователь переменного напряжения в постоянное"**

Автор (авторы): Репин Аркадий Михайлович,  
Волков Федор Федорович, Когель Михаил Леонидович и Семочкин Александр Никитович

Заявитель:

Заявка № 3648147 Приоритет изобретения Зоктябрь 1983г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

15 февраля 1987г.  
Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

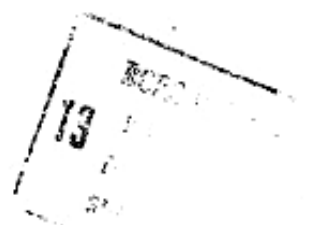
Председатель Комитета [Signature]  
Начальник отдела [Signature]

МПФ Гознака. 1979. Зак. 79-3083.



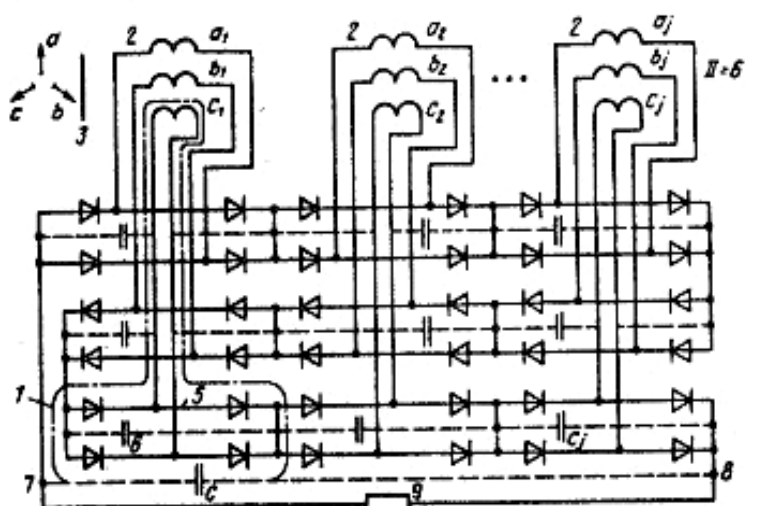
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(61) 917280  
(21) 3648147/24-07  
(22) 03.10.83  
(46) 15.06.87. Бюл. № 22  
(72) А.М.Репин, Ф.Ф.Волков,  
М.Л.Когель и А.Н.Семочкин  
(53) 621.314.632 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 917280, кл. H 02 M 7/10, 1980.  
(54) ВЕНТИЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ  
(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в качестве вторичного источника питания преимущественно с повышенным напряжением нагрузки. Цель изобретения - улучшение массогабаритных показателей. Использование модульного

построения высоковольтного источника на основе низковольтных двухъячейковых четырехвентильных модулей позволяет существенно снизить напряжение на каждой секции обмотки. Это облегчает решение проблем высоковольтной изоляции. Одна из возможных принципиальных электрических схем устройства содержит низковольтные полупроводниковые модули 1, состоящие из вентильных обмоток 2 трехфазного трансформатора на пространственном магнитопроводе 3. В этой реализации первая ступень данной фазы соединена с первой ступенью смежной фазы, а последняя ступень этой фазы, например  $a_j$ , соединена с последней ступенью смежной фазы, например  $b_j$ .  
3 з.п. ф-лы, 6 ил.



$i_x = 3j_x; j = 1, 2, 3; \Lambda = 2; B' = 4; \Lambda = 3j_x; \theta = 12j_x; \theta_n = 6j_x$   
(секции);  $W_{20} = 1,5; W_{20} = 1,57; \Pi = 6, \Lambda_c$  - схема,  
 $U_{нс} = S_{\theta}; U_{н\omega} = j_x 2S_{\theta}; U_{\phi} = 0,37 U_{\theta} / j_x$  („цель“)  
Фиг. 1

(19) SU (11) 1317606 A2

Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано в качестве вторичного источника электропитания, преимущественно с повышенным напряжением нагрузки при необходимости обеспечения улучшенных массогабаритных показателей и повышенной надежности за счет совмещенной конструкции источника на пространственном магнитопроводе силового трехфазного трансформатора при повышенном числе однотипных ступеней (модулей).

Цель изобретения - улучшение массогабаритных показателей преобразователя.

На фиг.1 приведена принципиальная электрическая схема устройства при последовательном соединении  $j_k$  низковольтных полупроводниковых модулей данной фазы трехфазного пространственного трансформатора, соединенных в смежных фазах одноименными (первый с первым) крайними модулями в порядке прямой или обратной индексной последовательности фаз (схема "цепь"); на фиг.2 - то же, со ступенями смежных фаз, соединенными между собой разноименными (первый с последним) крайними модулями (схема "цикл"); на фиг.3 - схема устройства при последовательном соединении одноименных модулей разных фаз с последующими соединениями двух одноименных по фазе модулей (схема "ряд"); на фиг.4 - то же, любые два соединенных между собой модуля разноименны по фазе (схема "спираль"); на фиг.5 - то же, при 12-кратной ( $\Pi = 12$ ) частоте пульсации (схема "спираль-зигзаг", на примере одного звена); на фиг.6 - модульная конструкция высоковольтного источника (10-30 кВ), выполненного в соответствии со схемой "цепь" на трехстержневом пространственном магнитопроводе с преимущественно треугольными ярами (в двух проекциях), пример исполнения.

На чертеже приняты следующие обозначения:  $i_x$ ,  $n_x$ ,  $j_x$  - общее число ступеней, звеньев и секций соответственно;  $\Sigma_x$  - общее число элементарных преобразовательных структур;  $i$ ,  $n$ ,  $j$  - текущие номера ступеней, звеньев, секций;  $\Pi'$  - число вентильных плеч (вентилей);  $\Pi$  - общее число вентиляей;  $\Pi_n$  - число

последовательно соединенных вентиляей, одновременно проводящих ток нагрузки в каждом циклически сменяющемся во времени контуре токопрохождения;  $\Pi'$  - число линий, соединяющих источники ЭДС (обмотки) с вентильным мостом данной ступени, равное числу вентильных плеч моста;  $\Pi$  - общее число линий (вентильных ячеек);  $W_{\Sigma a}$ ,  $W_{\Sigma o}$  - суммарное число витков вентильных обмоток относительно базового числа витков с напряжением на них, равным соответственно амплитудному  $U_{ao}$  и среднему  $U_o$  значениям выходного напряжения (на нагрузке) в режиме холостого хода;  $S_{\alpha}$ ,  $U_{op}$  - амплитудное и действующее значения напряжения (ЭДС) между двумя линиями данного вентильного моста (Греца-Поллаха) или на не разделенной на части вентильной обмотке, на частях разделенной обмотки, соединенных в зигзаг для образования, например,  $\Pi = 12$ , указанные значения ЭДС в  $\sqrt{3}$  раз меньше;  $\Pi$  - кратность частоты пульсации выходного напряжения относительно частоты преобразуемых ЭДС;  $U_{m.c.}$ ,  $U_{m.ф}$  - наибольшее мгновенное значение напряжения между смежными секциями вентильных обмоток данной фазы и между секциями смежных фаз при последовательном наборе секций обмоток по высоте стержня.

Под электрическими схемами на фиг.1-5 приведены индексные последовательности фаз, секций и звеньев, мнемоническая структура связей которых предопределяет этимологическую сущность их названий ("цепь", "цикл" и пр.).

Устройство содержит низковольтные полупроводниковые модули 1, состоящие из источников фазосдвинутых ЭДС, сформированных на вентильных обмотках 2 трехфазного трансформатора на пространственном магнитопроводе 3 с ярами 4 преимущественно треугольной формы. Кроме того, каждый модуль 1 содержит двухячейковые вентильные мосты Греца-Поллаха 5, зашунтированные или незашунтированные конденсаторами 6 и соединенные по цепи постоянного тока разнополярно последовательно.

Выходы крайних модулей образуют выходные выводы 7 и 8, к которым подключена нагрузка 9.

Магнитопровод 3 (фиг.6) содержит стержни 10 с расположенными на них катушками низковольтных сетевых 11 и высоковольтных вентильных 2 обмоток. Вентильные обмотки 2 разделены в каждой фазе на низковольтные секции 12, подключенные к вентилям 5. Каждую секцию удобно выполнять на напряжение порядка 400-500 В при общем их числе, например, для 20 кВ, 10 равной тринадцать - шестнадцать на одном стержне. Это упрощает изоляцию повышает надежность. Сетевые обмотки 11 могут быть выполнены из алюминиевой оксидированной ленты, а секции 12 вентильных обмоток - из алюминиевой оксидированной фольги.

При этом монтаж преобразовательных мостов 5 (фиг.1-6) может быть выполнен на горизонтальных платах 13 (фиг.6), а монтажный переход с одной плоскости монтажа на другую обеспечен кабелем 14 (при схеме "спираль") или перемычками 14 (при остальных схемах) при монтаже связей вентиляей и выводов обмоток на вертикальных монтажных платах 15.

Механическое скрепление деталей и сборок обеспечивает стянутые шпильками 16 литые из алюминиевого сплава основание 17 с отверстиями 18 для крепления конструкции и крышка 19 с крепежной платой и клеммами 20 для выводов сетевой обмотки и подключения выводов первичной сети переменного тока. Основание 17 и крышка 19 выполнены в виде корыта.

Выполнение модулей на двухячейковых мостах Греца-Поллака и магнитопровода пространственным с преимущественно треугольными ярами снижает напряжение на обмотках 2 и обеспечивает симметрию магнитной цепи, что облегчает решение проблем высоковольтной изоляции, а также уменьшает уровень низкочастотной модуляционной составляющей выходного напряжения. Это, в свою очередь, улучшает массу и объем фильтров.

Соединение по схеме "цепь", показанное на фиг.1, позволяет снизить до  $S_{\alpha}$  напряжение  $U_{м.с}$  между смежными секциями данной фазы.

Соединение по схеме "ряд" (фиг.3) 55 позволяет выравнивать напряжение между секциями как данной, так и смежных фаз, а при соединении по схеме "цикл" (фиг.2), представляющей собой

определенное сочетание схем "спираль" и "цепь", можно получить  $U_{м.с} = S_{\alpha}$ , что упрощает изоляцию.

5 Соединение по фиг.5, являясь в целом спиральным, позволяет удвоить частотную кратность пульсации по сравнению с соединениями по фиг.1-4 ( $n = 2 \cdot 6 = 12$ ) за счет введения дополнительных секций вентильных обмоток и соединения их с основными в односторонний равноплечий встречный зигзаг. При этом напряжения  $U_{\phi}$  (действующее значение) на обмотках  $a_1, b_1, c_1$  составляет всего 18,5% относительно среднего значения выходного напряжения, а на секциях  $a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3$ , соединенных в зигзаг, - по 10,7%, причем такой результат достигается лишь при наличии 20 одного непросекционированного звена.

Введение секций, как в схемах на фиг.1 и 2, и/или звеньев, как в схемах на фиг.3 и 4 резко уменьшает 25 указанные напряжения.

Описанные соединения, несмотря на принципиальное их схемное отличие, в конструктивном отношении не требуют существенных изменений и связаны в основном с некоторым перераспределением изоляционных промежутков между обмотками, фазами, секциями и относительно корпуса, что следует из 35 мнемонических схем связей и соответствующих им числовых данных. На более экономичными по высоте являются конструктивные реализации источника по схемам "цепь" и "цикл" (фиг. 1 и 2), так как вследствие 40 малой разности потенциалов между смежными секциями данной фазы (по высоте стержня) межсекционные изоляционные промежутки минимальны, что и минимизирует высоту стержней 10 магнитопровода 3 (фиг.6). Эти схемы обеспечивают также наиболее простую в конструктивном отношении связь 45 одной горизонтальной платы (модуля) с другой смежной. Промежуточное положение между схемами "цепь", "цикл" и "спираль" занимает схема "ряд" (фиг.3). 50

Использование модульного построения высоковольтного источника на основе низковольтных двухячейковых четырехвентильных модулей позволяет существенно снизить напряжение на каждой секции трехфазной вентиль-

ной обмотки по сравнению с устройствами на трехфазных лестничных мостах (Ларионова) и при том же напряжении нагрузки существенно снизить переменное напряжение на секциях, перейти на более повышенную частоту питающих напряжений, повысить надежность, упростить монтаж за счет размещения его по периферии, исключить центральный контактный стержень, находящийся под нарастающим по высоте потенциалом, улучшить распределение электромагнитных процессов, снизить потери и повысить КПД, что особенно важно для высоковольтных устройств подвижных объектов. Модульное построение позволяет применить конструктивно законченные низковольтные компоненты, легко поддающиеся требуемой унификации, и в итоге разрабатывать высоковольтные источники с улучшенными массогабаритными и надежностными показателями в сложных условиях эксплуатации (повышенная температура, низкое давление, перегрузки и пр.).

Формула изобретения

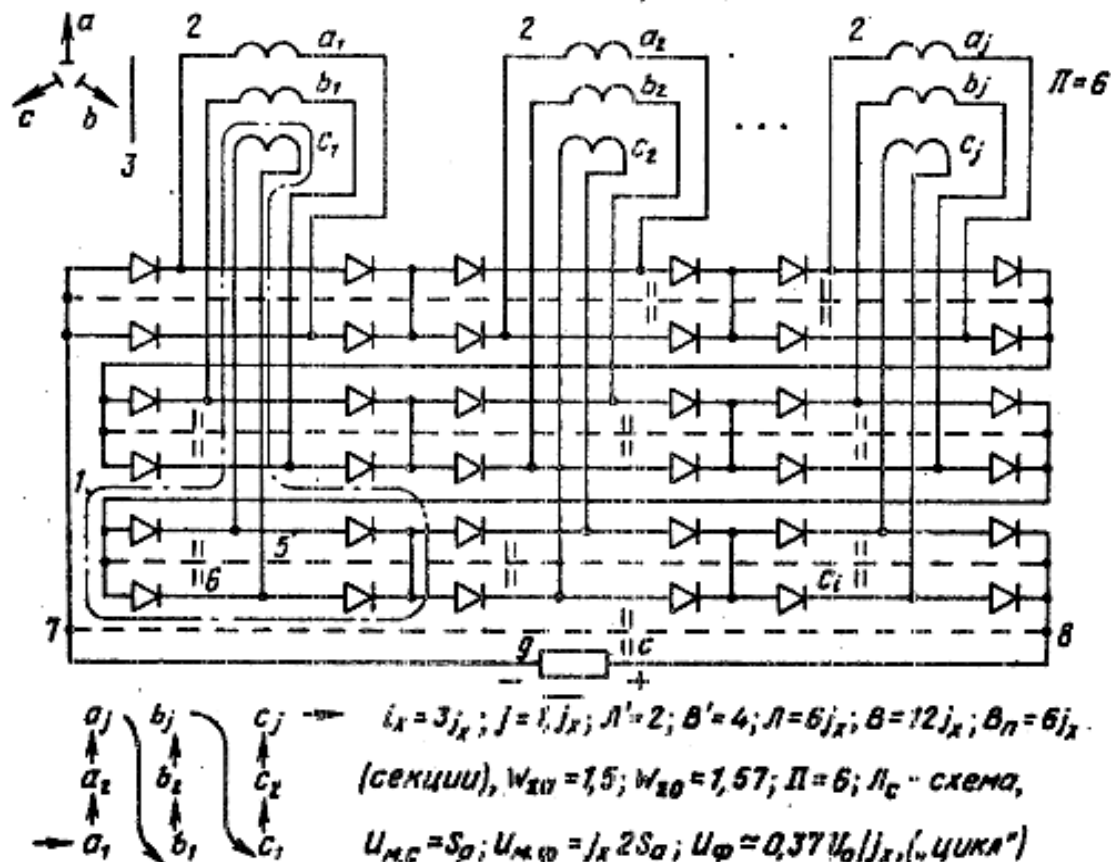
1. Вентильный преобразователь переменного напряжения в постоянное по

авт. св. № 917280, отличающийся тем, что, с целью улучшения массогабаритных показателей, источники переменных ЭДС выполнены в виде трехфазного трансформатора с пространственным магнитопроводом, а крайние ступени данной фазы соединены со ступенями смежной фазы в порядке прямого или обратного индексного чередования при последовательном соединении ступеней данной фазы.

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что, первая (последняя) ступень данной фазы соединена с первой (последней) ступенью смежной фазы.

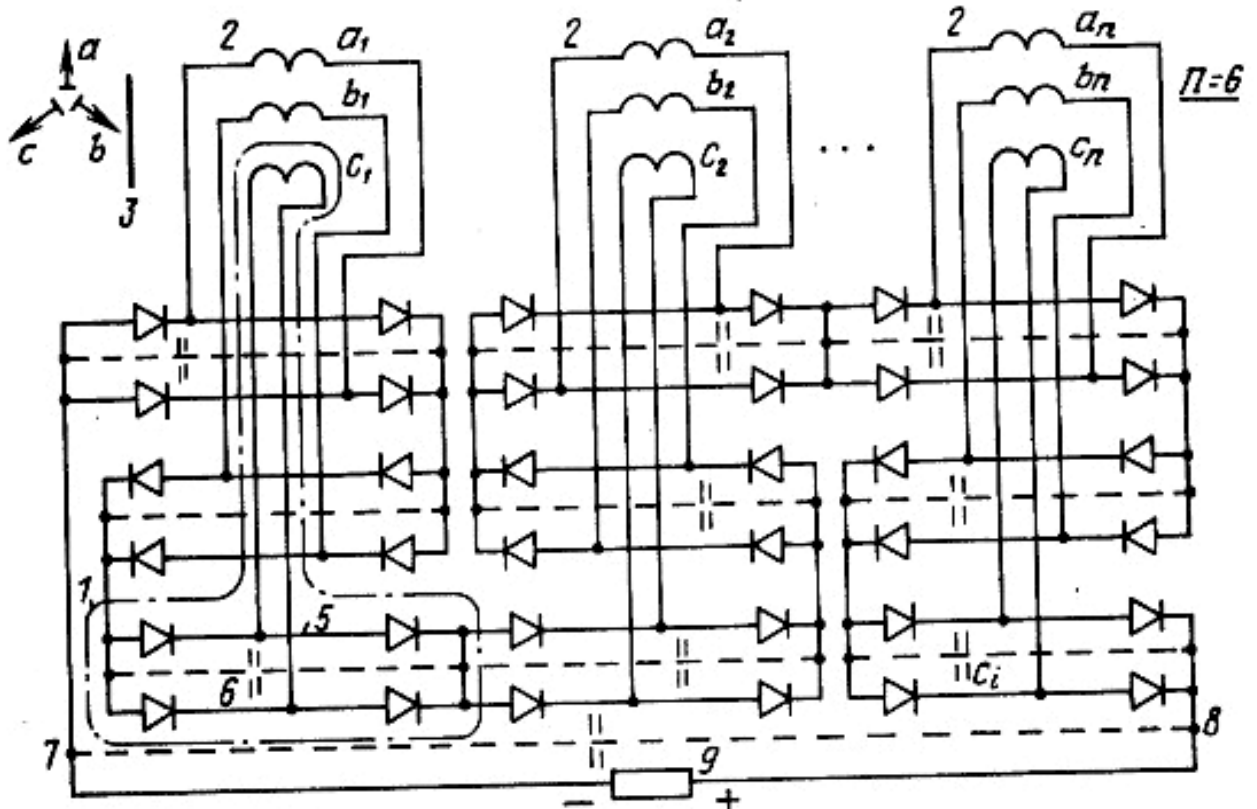
3. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что, первая последняя ступень данной фазы соединена с последней (первой) ступенью смежной фазы.

4. Преобразователь по пп.1 - 3 отличающийся тем, что магнитопровод трансформатора выполнен преимущественно с треугольными ярами.



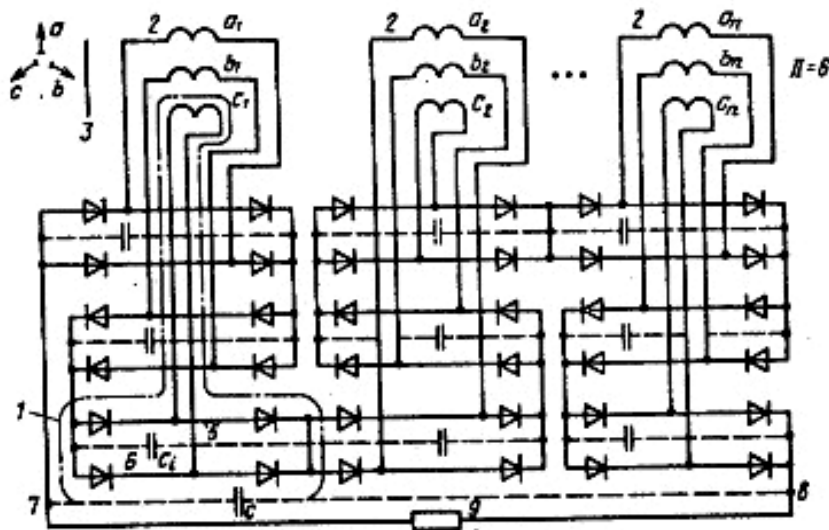
Фиг. 2

**NB.** Уже после подачи заявок и защиты изобретений автор обнаружил, что 3-фазную мостовую схему опубликовал первым ещё в конце 19-го века (1898 г.) австриец Людвиг Каллир / L. Kallir. Названия с 1920-х годов на западе схемой Греца, а с 1946 г. в СССР, в России до сих пор схемой Ларионова ошибочны.



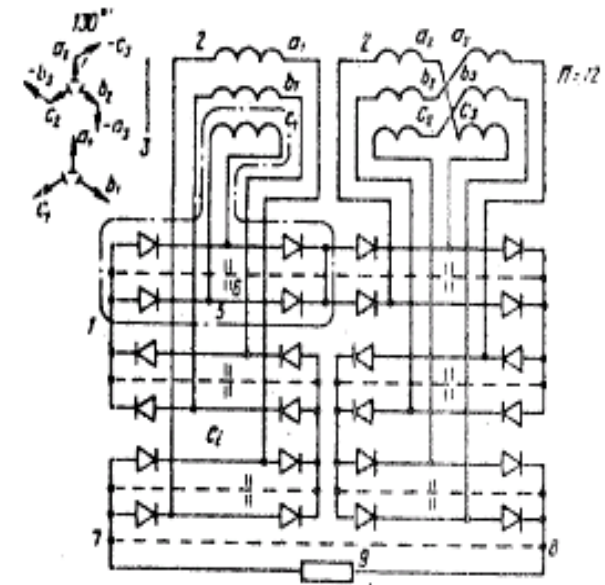
$a_n \rightarrow b_n \rightarrow c_n \rightarrow i_x = 3I_{nX}; n = 1, n_x; \Lambda' = 2, B' = 4; \Lambda = 6n_x; B = 12n_x; B_n = 6n_x$   
 $a_2 \leftarrow b_2 \leftarrow c_2$  (звенья),  $W_{\Sigma\alpha} = 1,5; W_{\Sigma\omega} = 1,57; \Pi = 6; \Lambda_c$ -схема,  
 $\rightarrow a_1 \rightarrow b_1 \rightarrow c_1$   $U_{m.c} = 3S\sigma; U_{m.\omega} = 3S\sigma; U_{\varphi} = 0,37 U_0/n_x$  (ряд)

Фиг.3



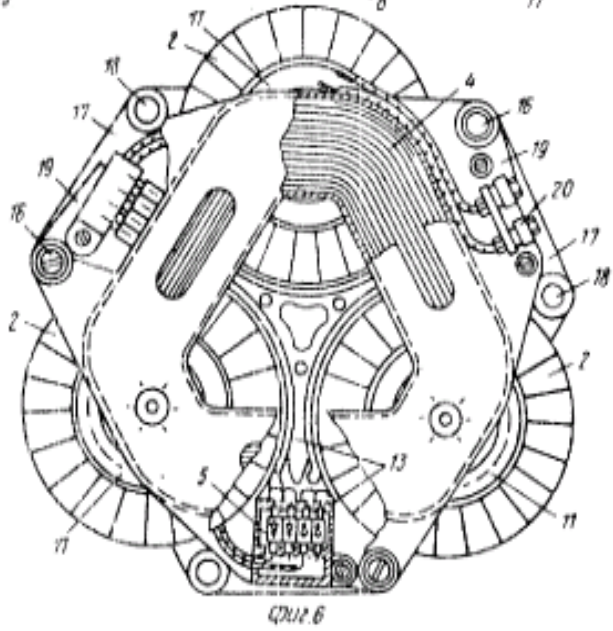
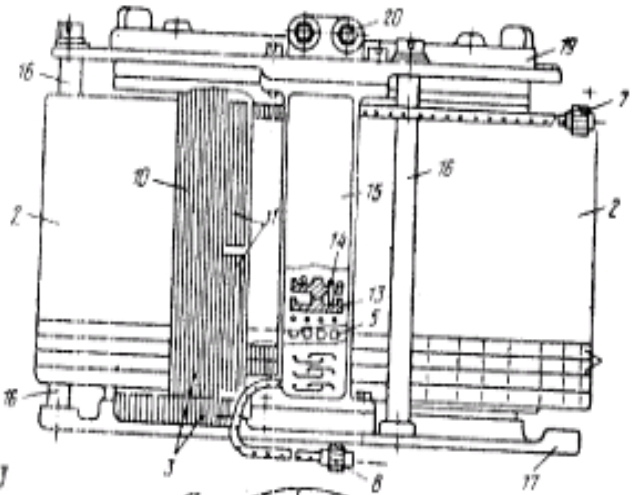
$a_n \rightarrow b_n \rightarrow c_n \rightarrow i_x = 3I_{nX}; n = 1, n_x; \Lambda' = 2; B' = 4; \Lambda = 6n_x; B = 12n_x; B_n = 6n_x$   
 $a_1 \rightarrow b_1 \rightarrow c_1$  (звенья),  $W_{\Sigma\alpha} = 1,5; W_{\Sigma\omega} = 1,57; \Pi = 6; \Lambda_c$ -схема,  
 $\rightarrow a_1 \rightarrow b_1 \rightarrow c_1$   $U_{m.c} = 2S\sigma; U_{m.\omega} = 2S\sigma; U_{\varphi} = 0,37 U_0/n_x$  (спираль)

Фиг.4



$z_2 = i_2 = 6; \lambda_2 = j_2 = k_2 = p_2 = 1; \nu_2 = 1;$   
 $\lambda = 2; \lambda' = 12; \nu' = 4; \nu = 24; \nu_n = 12;$   
 $W_{10} = \sqrt{3}(\sqrt{3}+1)/2\sqrt{2} = 2,673; W_{20} = 5(\sqrt{3}-2)/4\sqrt{3} = 1,693$   
 $\lambda = 12; \lambda_c - \text{схема,}$   
 $U_D = (12\sqrt{2}/5)U_{\Phi 1} = 5,4 U_{\Phi 1}; U_{\Phi 1} = 0,785 U_D; U_{\Phi 2,3} = U_{\Phi 1} / \sqrt{3}$   
 (.спираль-звезда\*)

Фиг. 5



Фиг. 6

Составитель Е.Мельникова  
 Редактор А.Огар    Техред М.Ходанич    Корректор М.Пожо  
 -----  
 Заказ 2431/52    Тираж 660    Подписное  
 ВНИПИ 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