

Статья поступила в редакцию 30.09.15. Ред. рег. № 2375

The article has entered in publishing office 30.09.15. Ed. reg. No. 2375

УДК 621.314.571

# СТАТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА В ТРЕХФАЗНУЮ СЕТЬ ЧАСТОТОЙ 50...400 ГЦ

***M.R. Миннебаев, Н.М. Кузьминых, В.В. Кугергин***

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ  
РФ 420111, Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 10  
тел.: 8(900)327-87-38; e-mail: martin1968q@gmail.com

*doi: 10.15518/isjaee.2015.19.003*

Заключение совета рецензентов: 07.10.15    Заключение совета экспертов: 14.10.15    Принято к публикации: 23.10.15

В статье представлен статический преобразователь напряжения постоянного тока в трёхфазное с частотой 50...400 Гц. Данный прибор может обеспечить бытовую трёхфазную сеть в жилом доме или на малом предприятии, где основным источником питания является солнечная энергия. Преобразователь имеет простое устройство, наладку и хорошую ремонтопригодность. Вся элементная база отечественного производства.

Конструкция данного прибора была собрана и протестирована в стенах университета Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева: она показала высокие результаты. Вся электрическая часть была смоделирована в пакете «Multisim NI».

Ключевые слова: постоянный ток, однофазное и трехфазное напряжение, преобразователь, статический преобразователь.

## THE STATIC TRANSFORMER OF DIRECT CURRENT VOLTAGE IN THE THREE-PHASE NETWORK WITH A FREQUENCY OF 50 ... 400 Hz

***M.R. Minnebayev, N.M. Kuzminykh, V.V. Kugergin***

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI  
RF 420111, Republic of Tatarstan, Kazan, Karl Marx str., 30a  
ph.: 8(900)327-87-38, e-mail: martin1968q@gmail.com

*doi: 10.15518/isjaee.2015.19.003*

Referred 7 October 2015   Received in revised form 14 October 2015   Accepted 23 October 2015

The article studies the static transformer of direct current voltage in three-phase with a frequency of 50...400 Hz. This instrument allows engineers to provide rather well a home three-phase network in a house or small enterprise where main power supply is solar energy. The device has the simple structure, adjustment and good maintainability. The whole element basis is of a domestic production.

Construction of this instrument was collected and tested in Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev. It shows the considerable results. All electrical part was simulated in a packet of “Multisim NI”.

Keywords: DC, single-phase and three-phase voltage, inverter, static converter.



Миннебаев  
Марат Рамилевич  
Marat R. Minnebaev

**Сведения об авторе:** студент ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Образование:** ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Область научных интересов:** электроника и микроконтроллеры.

**Публикации:** 15.

**Information about the author:** student of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Education:** Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Research area:** electronics and microcontrollers.

**Publications:** 15.



Кузьминых  
Наталья Михайловна  
Natalya M. Kuzminykh

**Сведения об авторе:** студент ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Образование:** ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Область научных интересов:** летательные аппараты.

**Публикации:** 8.

**Information about the author:** student of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Education:** Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Research area:** flying apparatus.

**Publications:** 8.



Кугергин  
Валерий Викторович  
Valerie V. Kugergin

**Сведения об авторе:** студент ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Образование:** ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

**Область научных интересов:** сварочное оборудование.

**Публикации:** 5.

**Information about the author:** student of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Education:** Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev.

**Research area:** welding equipment.

**Publications:** 5.

## Введение

Трёхфазная система электроснабжения имеет ряд преимуществ перед однофазной системой, а именно: малогабаритность электропроводки, высокие мощностные характеристики, равномерность распределения нагрузки между фазами, – поэтому трёхфазная система электроснабжения получила широкое распространение. Однако ввиду того, что не везде предусмотрена такая система питания, а ее установка порой невозможна или затруднительна, в Казанском техническом университете имени А.Н. Туполева был разработан статический преобразователь напряжения постоянного тока в трёхфазное с

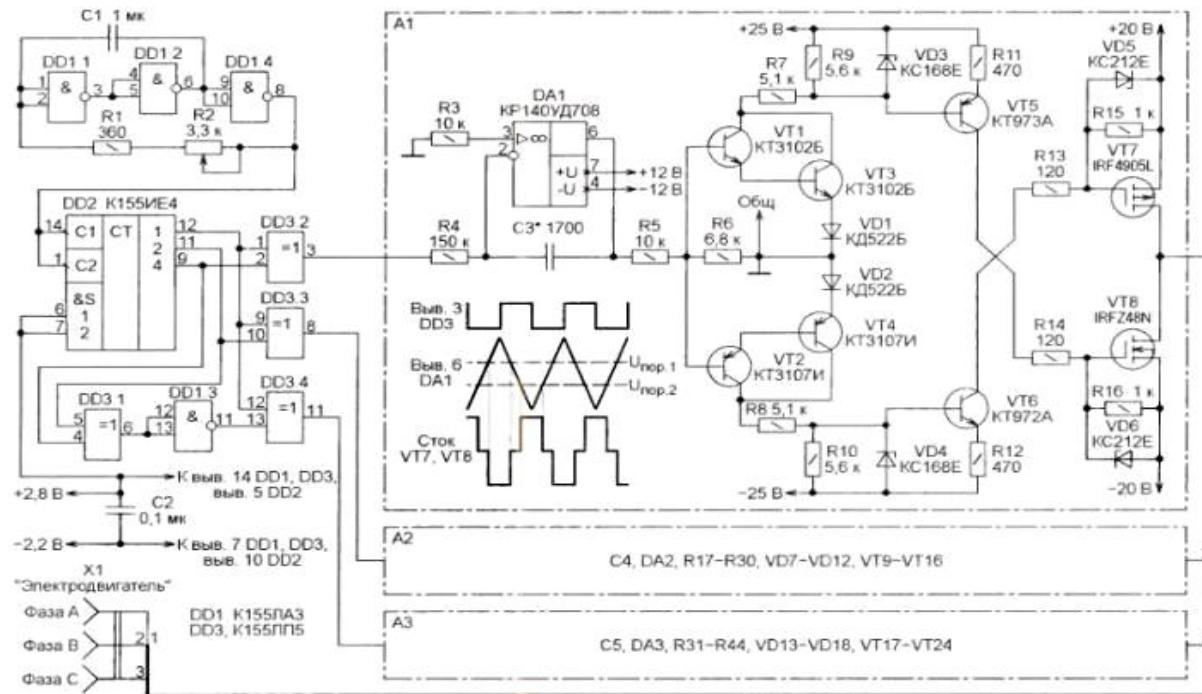
частотой 50...400 Гц. Аналогом статического преобразователя является электромашинный преобразователь, но он в свою очередь уступает статическому преобразователю по следующим параметрам: вес и габариты, энергетические показатели и КПД, надежность (щеточно-коллекторные узлы, трещущиеся поверхности, подшипники, вибрации и др.) и высокая стоимость оборудования [1].

## Конструкция и принцип работы статического преобразователя

Предлагаемое устройство представляет собой мобильную конструкцию, выполненную в виде малога-

баритного ( $100 \times 120 \times 150$ мм) блока, имеющего высокую ремонтопригодность, несложную электрическую принципиальную схему (рис. 1), а также регулировку частоты на фазах в пределах 50...400 Гц.

Кроме того, оно легко настраивается и соответствует программе импортозамещения, так как в разработке используются только отечественные компоненты.



**Рис. 1. Электрическая схема статического преобразователя**  
**Fig. 1. The electrical circuit of a static converter**

В конструкции устройства можно выделить пять основных частей: задающий генератор, три одинаковых усилителя мощности сигнала и блок питания.

**Задающий генератор.** На логических элементах DD1.1, DD1.2, DD1.4 собран мультивибратор, частоту колебаний которого можно изменять переменным резистором R2 в пределах 150...1 200 Гц. Частота трехфазной импульсной последовательности, формируемой узлом на микросхемах DD2, DD3 и элементе DD 1.3, и выходного трехфазного напряжения получается в три раза меньше – 50...400 Гц. К выходам элементов DD3.2–DD3.4 подключены узлы A1–A3, которые формируют напряжение фаз А, В и С, подаваемое на электродвигатель через разъем X1.

**Усилитель мощности** (три одинаковых блока A1, A2, A3). На ОУ DA1 собран интегратор, преобразующий прямоугольные импульсы в напряжение симметричной пилообразной формы. Транзисторы VT1, VT3, VT5, VT8 открыты, когда напряжение на выходе ОУ выше U-выхода. На выходе формирова-

теля напряжение в этом состоянии близко к  $-20$  В. Когда выходное напряжение ОУ ниже U-выхода, транзисторы VT2, VT4, VT6, VT7 открыты, и напряжение на выходе формирователя становится  $+20$  В.

**Блок питания.** Питание преобразователя обеспечивается энергетической системой солнечных батарей, аккумуляторных батарей. Однако для питания схемы могут понадобиться стабилизаторы напряжения на различные номиналы выходного напряжения.

Задающий генератор является основным блоком преобразователя, он необходим для задания рабочей частоты и подстройки.

При снижении частоты задающего генератора треугольные импульсы, вследствие перехода ОУ в режим ограничения, принимают форму трапеции, но это никак не сказывается на работе преобразователя, поскольку скорость изменения напряжения в интервалах между порогами остается прежней [2].

Имеется прототип генератора импульсов на логических элементах (рис. 2).

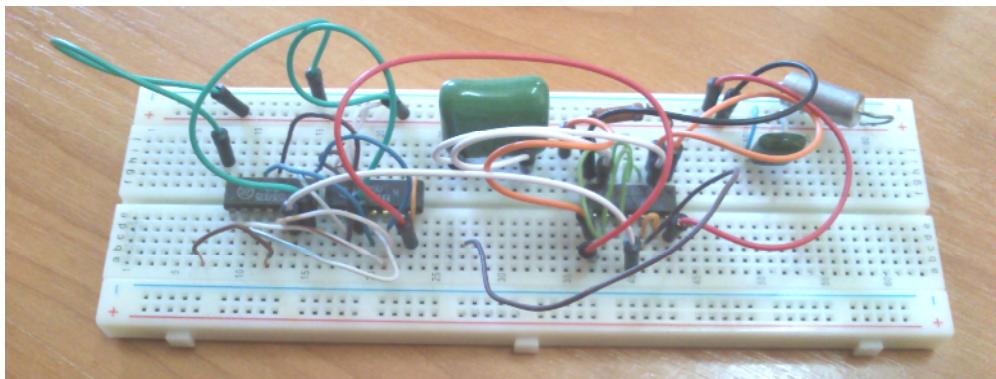


Рис. 2. Отладка генератора импульсов  
Fig. 2. Debugging pulse generator

Принципиальная электрическая схема была смоделирована в программных пакетах Multisim и Labview, тем самым были подобраны оптимальные номиналы радиодеталей, внесены существенные изменения в первоначальную разработку, а также найдены пути эффективной корректировки выходных сигналов с генератора импульсов и силовой части.

### Заключение

Данная система электроснабжения активно применяется на малых предприятиях в качестве переходного устройства между альтернативным генератором электроэнергии и потребителем ввиду своих выше описанных положительных качеств.

### Список литературы

- Костицын В. Преобразователь однофазного сетевого напряжения в трёхфазное частотой 50...400Гц // Радио. 2009. № 10. С. 35–37.
- Красношапка М.М. Электрическое оборудование ЛА. М.: Воениздат, 1973.

### References

- Kostitsyn V. Preobrazovatel' odnofaznogo setevogo naprâženîâ v trêhfaznoe častotoj 50...400Gc. Radio, 2009, no. 10, pp. 35–37.
- Krasnoshapka M.M. Èlektričeskoe oborudovanie LA. Moscow: Voenizdat Publ., 1973.

Транслитерация по ISO 9:1995

### АКЦИЯ «АРХИВНЫЕ НОМЕРА 2000–2013»:

**Научно-технический центр «TATA»  
предлагает приобрести архивные номера журналов**

- Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAAE) (2000-2013);
- Международный научный журнал «Письма в «АЭЭ» (№ 1, 2014);
- Международный научный журнал «Космонавтика» (№ 1, 2011; № 1-2 и № 3-4, 2012);
- Международный научный журнал «Фундаментальная и прикладная физика» (№ 1, 2012)
- Международный научный журнал «История оружия и военное искусство» (№ 1-2, 2012).

стоимость одного номера – 360 руб. (почтовые расходы на территории РФ включены);  
стоимость комплекта из 6 номеров (любых) – 1 860 руб. (почтовые расходы на территории РФ включены);  
стоимость комплекта из 12 номеров (любых) – 3 000 руб. (почтовые расходы на территории РФ включены).

**количество журналов ограничено!**

по вопросам приобретения обращаться  
e-mail: r.maximova@hydrogen.ru  
(Максимова Полина Александровна)