

УДК 62-83:621.313

В. Г. Дрючин, Ю. П. Самчелев, И. С. Шевченко, кандидаты техн. наук,
Г. С. Белоха

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация. Рассматривается возможность построения универсального преобразователя инвариантного к действию возмущений и электромагнитно совместимого с сетью для электроприводов постоянного и переменного тока. Приводится его функциональная схема, показаны необходимые динамические характеристики

В. Г. Дрючин, Ю. П. Самчелев, И. С. Шевченко, кандидаты техн. наук,
Г. С. Белоха

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО І ЗМІННОГО СТРУМУ

Анотація. Розглядається можливість побудови універсального перетворювача інваріантного до дії збурень і електромагнітно сумісного з мережею для електроприводів постійного і змінного струму. Наводиться його функціональна схема, показані необхідні динамічні характеристики.

V. G. Drjuchin, Y. P. Samchelev, I. S. Shevchenko, PhD,
G.S. Beloha

UNIVERSAL CONVERTER FOR ELECTRIC AC AND DC

Abstract. The possibility of universal transformer of invariant to the action of indignations and electromagnetically consonant with a network for the electromechanics of direct and variable current construction is examined in the article. A functional circuit of the converter is given, required dynamic characteristics are shown.

Введение. Оценивая перспективность направлений научных исследований в области преобразовательной техники в [3] авторы указывают на необходимость выполнения исследований по разработке новых принципов и схмотехнических решений построения преобразователей параметров электрической энергии для обеспечения многофункционального ее преобразования. Такие преобразователи должны иметь расширенные функциональные возможности, меньшую стоимость, высокую надежность и уменьшенные весогабаритные показатели. Речь идет о создании преобразователей для регулируемых электроприводов переменного и постоянного тока, систем стабилизации, повышения качества электроэнергии и снижения потерь мощности в электрических сетях.

Для решения задачи стабилизации тока в нагрузке, например, в двигателе постоянного тока, а также регулирования его в широких пределах при малой чувствительности преобразователя к действию возмущений при высокой степени электромагнитной совместимости с сетью, авторами данной статьи был

предложен принцип объединения релейного управления с принудительным формированием синусоидальных токов, потребляемых из сети, при отсутствии фазового сдвига между фазными токами и напряжениями [2]. Этот же принцип был положен и при разработке частотно-токового преобразователя [1,4].

Цель работы. Продемонстрировать возможность построения универсального преобразователя, инвариантного к действию возмущений и электромагнитно совместимого с сетью для электроприводов постоянного и переменного тока.

Материалы и результаты исследования. Под универсальностью понимается возможность существенного расширения функциональных возможностей и использования одного и того же преобразователя для питания как двигателей постоянного тока так и переменного с возможностью изменения направления тока в якоре и порядка чередования фаз при питании обмоток статора.

На рис.1 представлена функциональная схема универсального преобразователя.

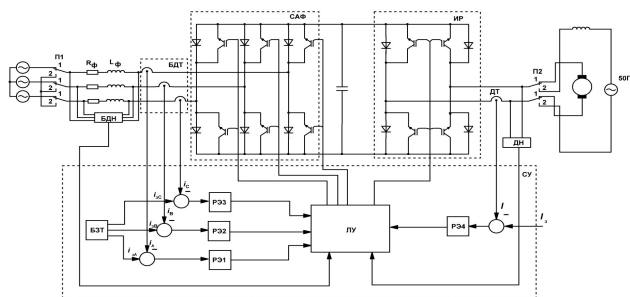


Рис.1. Функциональная схема универсального преобразователя: БДН – блок датчиков фазных напряжений; БДТ – блок датчиков фазных токов; СУ – система управления; БЗТ – блок задания фазных токов; ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; ЛУ – логическое устройство; САФ – силовой активный фильтр; ИР – импульсный регулятор

Ниже приводятся результаты компьютерного моделирования режимов работы преобразователя.

Режим стабилизации тока в цепи нагрузки. В этом случае переключатели П1 и П2 установлены в положении 1. Сопротивление R_ϕ и индуктивность L_ϕ являются параметрами входных дросселей. В данном случае преобразователь выступает в роли источника тока (ИТ), т.е. реализует режим работы при котором ток в цепи нагрузки не зависит от величины ее сопротивления. Принцип формирования потребляемых фазных токов заключается в том, что предварительно заряженный конденсатор до напряжения превышающего амплитудное значение линейного напряжения включается либо согласно с сетевым напряжением, и тогда ток форсировано возрастает, либо встречно – и тогда ток форсировано снижается.

Смена направления включения напряжения конденсатора осуществляется в моменты, когда ток каждой фазы превышает или становится меньше заданных значений i_{3A} , i_{3B} , i_{3C} , изменяющихся по синусоидальному закону, на величину ширины петли гистерезиса релейных элементов РЭ1, РЭ2, РЭ3.

Одновременно осуществляется формирование тока в цепи якоря двигателя сменой полярности напряжения конденсатора, прикладываемого к нагрузке, посредством импульсного регулятора ИР (реверсора). Соответственно ток либо возрастает, либо уменьшается по отношению к заданному значению I_3 . Смена полярности происходит в моменты, когда ток превышает или становится меньше значения I_3 на величину ширины петли гистерезиса релейного элемента РЭ4.

При изменении параметров цепи нагрузки или сети происходит нарушение баланса между мощностью нагрузки и мощностью источника питания. Восстановление баланса осуществляется вычислением необходимых величин потребляемых фазных токов. На рис.2 показан процесс формирования потребляемых токов и тока в нагрузке, реакция ИТ на изменение напряжения сети и реверс тока в нагрузке.

Видно, что при этом синусоидальность потребляемых из сети токов сохраняется, а ток в нагрузке остается неизменным.

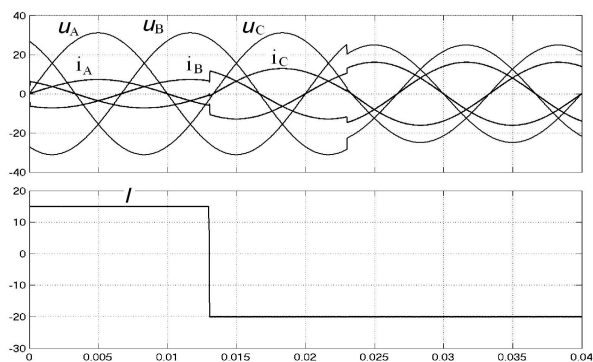
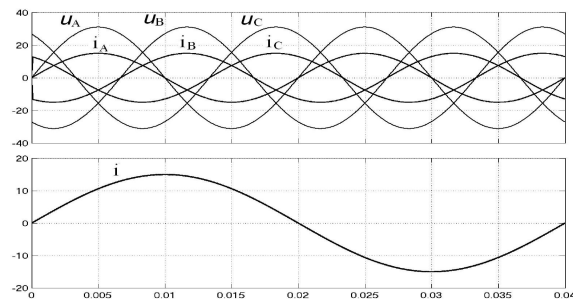


Рис.2. Работа ИТ при действии возмущений

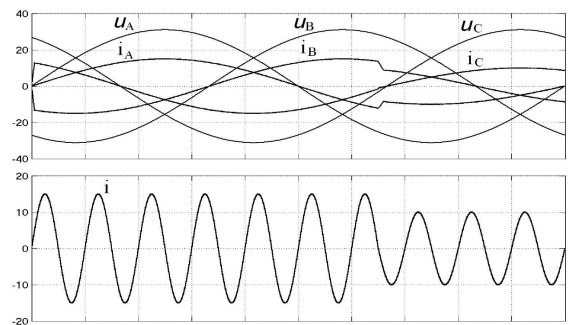
Режим частотно-токового преобразования. Если на вход подать сигнал $i_3 = I_{3M} \sin \omega t$, то ИТ будет работать в режиме преобразования трехфазной систем напряжений в однофазный ток изменяющийся по синусоидальному закону с возможностью регулирова-

ния его частоты и амплитуды (рис.3).

При установке переключателей П1 и П2 в положение 2 преобразователь оказывается подключенным к однофазной сети, а на выходе преобразователя формируется трехфазная система токов (параметры R_ϕ , L_ϕ в данном случае являются параметрами обмотки статора). Принцип формирования токов аналогичен рассмотренному выше.



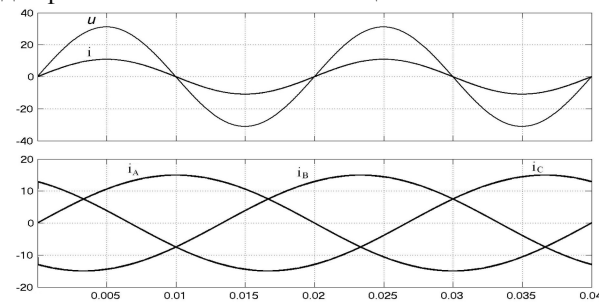
а



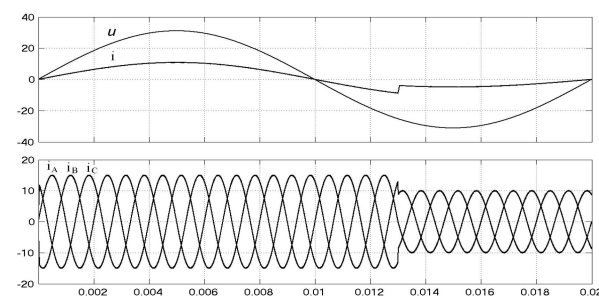
б

Рис.3. Формирование тока нагрузки:
 а – 25 Гц; б – 500 Гц

На рис.4 представлен процесс формирования трехфазной системы синусоидальных токов соответственно с частотами 25 Гц и 500 Гц при питании от однофазной сети с частотой 50 Гц.



а



б

Рис.4. Формирование трехфазной систем токов:

а – 25 Гц; б – 500 Гц

На рис.5 представлен процесс изменения порядка чередования фаз (реализация процесса реверса асинхронного двигателя) и реакция преобразователя на изменение напряжения питающей однофазной сети. Преобразователь остается инвариантным к такому возмущению, а потребляемый из сети однофазный ток – синусоидальным при $\cos\varphi = 1$.

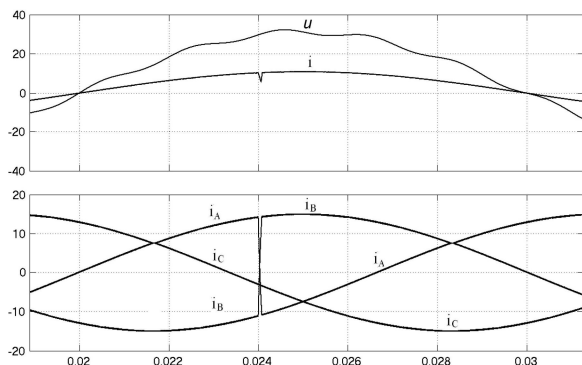


Рис.5. Процесс изменения порядка чередования фаз

Выводы. Предложенный авторами преобразователь может работать в качестве

- преобразователя трехфазного переменного напряжения неизменной частоты и амплитуды в постоянный ток с возможностью регулирования его величины и стабилизации на заданном уровне;
- преобразователя трехфазного переменного напряжения неизменной частоты и амплитуды в однофазный ток различной формы и регулируемой частоты;
- преобразователя однофазного переменного напряжения неизменной частоты и амплитуды в трехфазный ток регулируемой частоты и амплитуды;
- преобразователя постоянного напряжения (вместо однофазной сети подключен, например, аккумулятор) в трехфазный ток регулируемой частоты и амплитуды.

Таким образом, преобразователь обладает широкими функциональными возможностями, является универсальным с точки зрения его применения для питания различных потребителей, оставаясь во всех режимах работы инвариантным к действию возмущений и электромагнитно совместимым с сетью.

Список использованной литературы

1. Пат.66191 Україна, МПК(2006) Н02М 7/12. Перетворювач частоти струму / Ю.В.Скuryтін, Ю.П.Самчелєєв, І.С.Шевченко, Д.І.Морозов; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № 2003087622; заявл. 12.08.2003, опубл. 25.05.2007. Бюл. № 7.
2. Пат.66628 Україна, МПК(2006) Н02М 7/12. Регульоване джерело струму / Ю.В.Скuryтін, Ю.П.Самчелєєв, І.С.Шевченко; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. - № 2003087623; заявл. 12.08.2003, опубл. 25.05.2007. Бюл. № 7.

3. Стан та перспектива розвитку силової електроніки / С.П. Денесюк, В.Я. Жуйков, О.В. Кириленко, Р. Стржелецьки // Технічна електродинаміка Тем. вип. Силова електроніка та енергоефективність. – 2004. – С.8-14.

4. Частотно-струмовий асинхронний електропривод електромагнітно сумісний з мережею живлення / Д.І. Морозов, І.С. Шевченко, Ю.П. Самчелєєв та ін. // Вісн. НТУ «ХП». – Харків: – 2008. – Вип.30. – С. 233-235.

Получено 11.07.2011



Дрючин Виктор Гаврилович,
кан.техн. наук, доц.,
Донбасск. гос. техн. ун-та,
94204, г. Алчевск, пр. Ленина, 16
toedon@rambler.ru



Самчелєєв Юрий Павлович,
кан.техн. наук, доц.,
Донбасск. гос. техн. ун-та,
94204, г. Алчевск, пр. Ленина, 16
toedon@rambler.ru



Шевченко Иван Степанович,
кан. техн. наук, проф.
Донбасск. гос. техн. ун-та,
94204, г. Алчевск, пр. Ленина, 16
toedon@rambler.ru



Белоха Галина Сергеевна,
магистр Донбасск. гос. техн. ун-та,
94204, г. Алчевск, пр. Ленина, 16
galin.1303@mail.ru