

УДК 621.314.572

СРАВНЕНИЕ ДВОЙНОГО Z-ИНВЕРТОРА С КЛАССИЧЕСКИМ ИНВЕРТОРОМ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТА

А.С.Хлебников, П.А.Бачурин, А.В.Гейст, А.Н.Решетников, М.В.Балагуров,  
Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, 630064, Россия.

Предложена схема двойного Z-инвертора с повышенным качеством формируемого напряжения. Представлены результаты моделирования работы преобразователя в составе авиационной системы генерирования электрической энергии, а также произведено сравнение данной схемы со схемой классического инвертора напряжения. Работа выполнена по государственному контракту № 13.G36.31.0010 от 22.10.2010 г. Библ. 4, рис. 3.  
**Ключевые слова:** система генерирования, преобразователь частоты, инвертор напряжения, Z-инвертор.

Рассматривается авиационная система генерирования электрической энергии переменного тока 115/200 В, 400 Гц, мощностью 15 кВА. Система генерирования состоит из трёхфазного синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов и диапазоном изменения частоты вращения, равным двум, трёхфазного мостового неуправляемого выпрямителя и Z-инвертора. Предлагаемый двойной Z-инвертор (рис. 1) построен на основе схемы High-Performance Z-Source Inverter [1], адаптированной для применения в четырёхпроводной системе [4]. Он состоит из одного Z-фильтра и двух трёхфазных транзисторных модулей (блоки «INV1» и «INV2»), работающих на общую нагрузку.

Использование Z-фильтра в цепи постоянного тока и соответствующего алгоритма управления модулями позволяет получить коэффициент передачи по напряжению большим единицы.

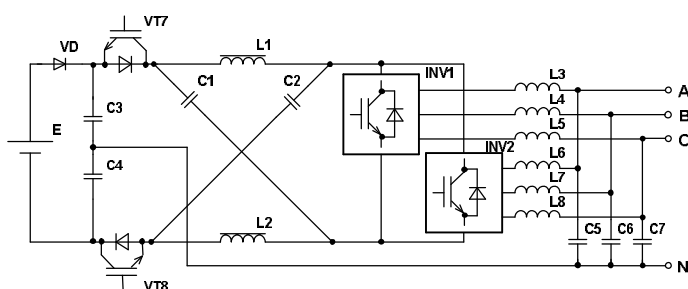


Рис. 1

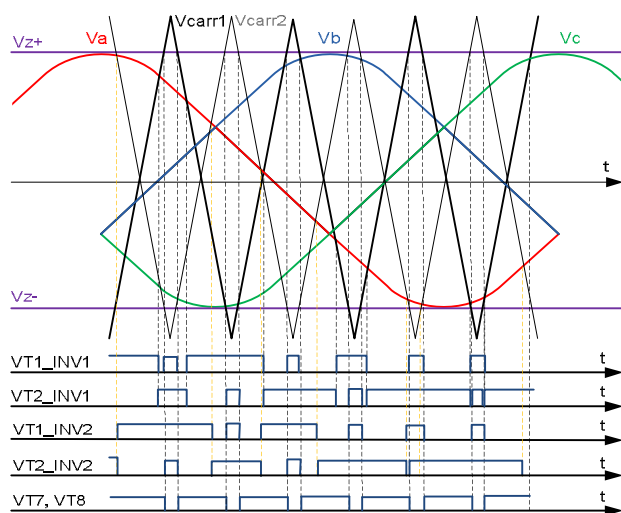


Рис. 2

В схеме используется одно звено постоянного тока; во время интервалов сквозного включения импульсы управления подаются на все транзисторы обоих модулей, т.е. стойки транзисторных модулей во время сквозного включения работают параллельно. В работах [2], [3] применен аналогичный подход, однако, в этих источниках модули включены последовательно.

Следующая особенность преобразователя заключается в том, что опорные сигналы модулей сдвинуты друг относительно друга на 180 электрических градусов (рис. 2). Такое решение позволяет увеличить частоту и уменьшить амплитуду пульсации выходного напряжения и тока, что улучшает качественные показатели генерируемой электрической энергии.

Система электроснабжения с предложенным двойным Z-инвертором и замкнутой системой управления детально исследована с помощью имитационной модели в среде Matlab/Simulink. Структурная схема исследуемой системы (рис. 3) сопоставлялась со схемой классического трехфазного инвертора с аналогичными выходными параметрами. При сопоставлении схем учитывалось наличие «мертвого времени» в схеме классического инвертора.

Результаты моделирования систем генерирования со сравниваемыми преобразователями показывают, что у Z-инвертора качество выходного напряжения при одинаковых параметрах LC фильтра выше, в частности, коэффициент искажения напряжения на нагрузке уменьшается на

17%. Кроме того, в системе с классическим инвертором напряжение синхронного генератора должно быть в 1.5 раза больше по величине. С учетом двойного диапазона изменения частоты вращения вала синхронного генератора это приводит к увеличению класса изоляции кабеля в фидере между синхронным генератором и преобразователем. Z-инвертор обладает всеми достоинствами, характерными для инвертора напряжения и инвертора напряжения с повышающим DC/DC преобразователем в звене постоянного тока.

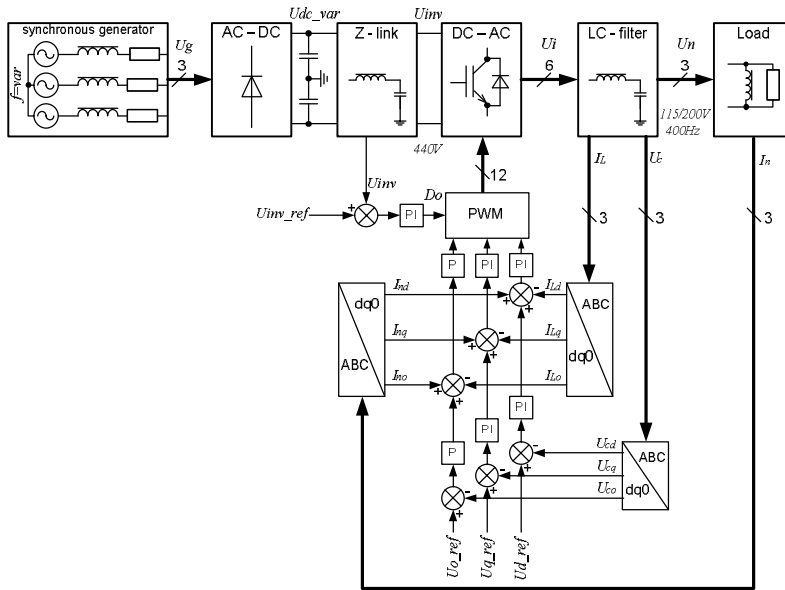


Рис. 3

При этом решается одна из основных проблем – выход из строя инвертора при кратковременном сквозном включении ключей одной стойки. Однако двойной Z-инвертор имеет следующие существенные недостатки: наличие дополнительного транзистора и большее число пассивных элементов в звене постоянного тока.

1. Ding, Xinping; Qian, Zhaoming; Yang, Shuitao; Cui, Bin; Peng, F.Z. A High-Performance Z-Source Inverter Operating with Small Inductor at Wide-Range Load. APEC 2007, 22nd Annual IEEE, Feb. 25 2007-March 1. – Pp. 615–620.

2. F. Gao, P.C. Loh, F. Blaabjerg, D.M. Vilathgamuwa. Dual Z-source Inverter with Three-Level Reduced Common Mode Switching. – IEEE Transactions on Industry Applications – Vol.43. – №6. – November/ December. – 2007. – Pp. 1597–1608.

3. F. Gao, P.C. Loh, F. Blaabjerg,

D.M. Vilathgamuwa. Dual Z-source Inverter with Three-Level Reduced Common Mode Switching. Industry Applications Conference, 2006. 41st IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2006 IEEE. Vol. 2. – 8-12 Oct. 2006. – Pp. 619–626.

4. Khlebnikov A.S., Kharitonov S.A. Application of the Z-source Converter for Aircraft Power Generation Systems, Electron Devices and Materials EDM 2008, 1-5 JULY. – 2008. – Pp. 211–215.

УДК 621.314.572

**Порівняння подвійного Z-інвертора з класичним інвертором для системи електропостачання літака**  
**А.С.Хлебніков, П.А.Бачурін, А.В.Гейст, А.Н.Решетніков, М.В.Балагуров,**  
**Новосибірський державний технічний університет,**  
**Новосибірськ, пр. К. Маркса, 20, 630064, Росія.**

Запропоновано схему подвійного Z-інвертора з підвищеною якістю напруги, що формується. Представлено результати моделювання роботи перетворювача у складі авіаційної системи генерування електричної енергії, а також проведено порівняння даної схеми зі схемою класичного інвертора напруги. Роботу виконано за державним контрактом № 13.G36.31.0010 від 22.10.2010 р. Бібл. 4, рис. 3.

**Ключові слова:** система генерування, перетворювач частоти, інвертор напруги, Z-інвертор.

**Comparison of dual z-source inverter with the classical voltage source inverter for aircraft power generation**  
**A.S.Khlebnikov, P.A.Bachurin, A.V.Geist, A.N.Reshetnikov, M.V.Balagurov,**  
**Novosibirsk state technical university, NSTU, Novosibirsk, K. Marx's avenue, 20, 630064, Russia.**

The scheme of the dual Z-Source inverter with the raised quality of formed voltages is proposed. Results of modeling of the converter as a part of aviation system of generating of electric energy are presented; comparison of this scheme with the scheme of the classical voltage source inverter is made. Work is executed under the state contract № 13.G36.31.0010 from 22.10.2010. References 4, figures 3.

**Keywords:** power generation, the frequency converter, the voltage source inverter, the Z-Source inverter.

1. Ding, Xinping; Qian, Zhaoming; Yang, Shuitao; Cui, Bin; Peng, F.Z. A High-Performance Z-Source Inverter Operating with Small Inductor at Wide-Range Load. APEC 2007, 22nd Annual IEEE, Feb. 25 2007-March 1. – Pp. 615–620.

2. F. Gao, P.C. Loh, F. Blaabjerg, D.M. Vilathgamuwa. Dual Z-source Inverter with Three-Level Reduced Common Mode Switching. – IEEE Transactions on Industry Applications – Vol.43. – №6. – November/ December. – 2007. – Pp. 1597–1608.

3. F. Gao, P.C. Loh, F. Blaabjerg, D.M. Vilathgamuwa. Dual Z-source Inverter with Three-Level Reduced Common Mode Switching. Industry Applications Conference, 2006. 41st IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2006 IEEE. Vol. 2. – 8-12 Oct. 2006. – Pp. 619–626.

4. Khlebnikov A.S., Kharitonov S.A. Application of the Z-source Converter for Aircraft Power Generation Systems, Electron Devices and Materials EDM 2008, 1-5 JULY. – 2008. – Pp. 211–215.

Надійшла 16.12.2011  
 Received 16.12.2011