

Г.В. Малинин, Л.С. Севриков

(г. Чебоксары, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова)

ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОГО МИКРОИНВЕРТОРА, РАБОТАЮЩЕГО НА ПРОМЫШЛЕННУЮ СЕТЬ

Приведена Simulink-модель солнечного инвертора с описанием ее функциональных блоков. Приведены входные и выходные параметры системы и осциллограммы результатов моделирования.

The paper presents a Simulink-model of the solar inverter with a description of its functional units. The input and output parameters of the system and waveforms of simulation results are given.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечный модуль, микроинвертор, обратноходовой преобразователь.

Keywords: solar energy, photovoltaic panel, microinverter, flyback converter.

Фотопреобразовательные системы (ФС) находят все более широкое применение в нашей стране как в частном секторе, так и при построении мощных солнечных электростанций. Основными элементами ФС являются солнечный модуль и полупроводниковый преобразователь солнечной энергии в электрическую. Особый интерес представляют ФС, ориентированные на применение технологии встроенного в солнечный модуль преобразователя (*Module integrated converter, MIC*). Такие ФС состоят из солнечного модуля и микроинвертора, преобразующего выходное напряжение солнечного модуля в переменное напряжение промышленной частоты.

На рис. 1 представлена моделируемая схема микроинвертора, построенного на базе двух обратноходовых преобразователей.

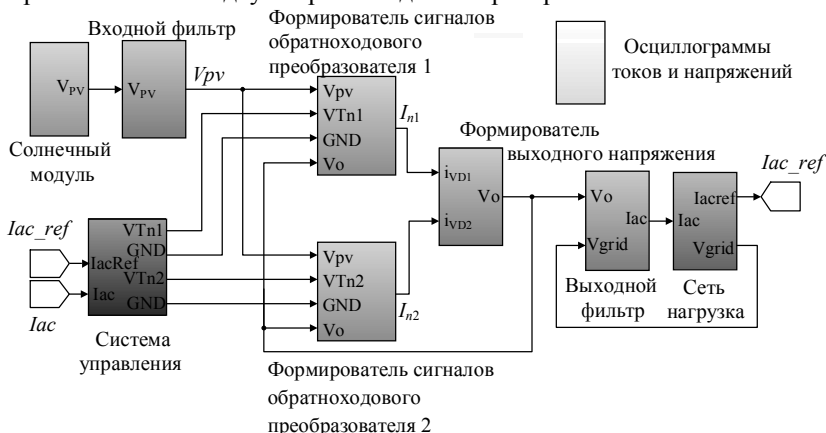


Рис. 1. Simulink - модель преобразователя энергии солнечного модуля

Подробное описание работы микроинвертора приведено в [2].

Входные и выходные параметры солнечного микроинвертора:

- выходное напряжение солнечного модуля 20 - 45 В;
- выходное напряжение - переменное напряжение 220 В с частотой 50 Гц;
- выходная мощность микроинвертора - 200 Вт.

Simulink - модель микроинвертора включает:

- блок солнечного модуля с номинальным выходным напряжением 36 В;
- блок входного фильтра;
- блоков формирователей сигналов обратных преобразователей.
- блок формирования выходного напряжения;
- блок выходного фильтра;
- блока нагрузки/потребительской сети.

В качестве прототипа в модели используются характеристики солнечного модуля ООО "Хевел". Сигнал напряжения V_{pv} солнечной панели поступает на входной фильтр. Блок входного фильтра представляет емкостной накопитель. Параметрами блока являются индуктивность фильтра, активное сопротивление цепи фильтра, емкость и эквивалентное последовательное сопротивление электролитических конденсаторов.

Напряжение с фильтра подается на блок формирователей сигналов обратного преобразователя. Параметрами блока являются индуктивность входного дросселя, коэффициент трансформации трансформатора. Так как в такой конфигурации входной ток преобразователя достаточно большой, для его разделения применяется повышающий двухфазный обратный преобразователь. Обратные преобразователи работают в противофазе. Управление силовыми ключами преобразователей осуществляют по закону синусоидальной ШИМ, реализованном в блоке системы управления так, чтобы огибающая тока входного дросселя соответствовала положительной полуволне синусоидального напряжения сети. Осциллограммы входных токов обратных преобразователей приведены на рис 2.

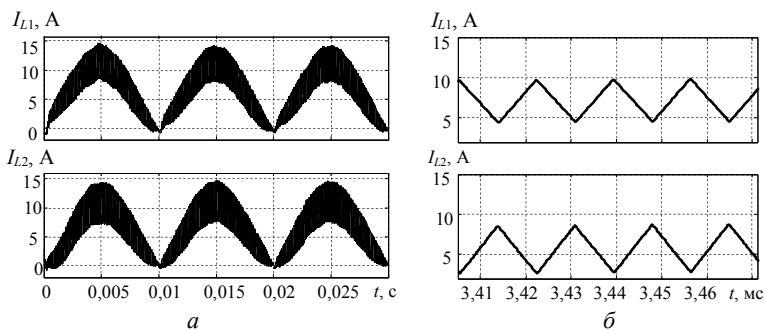


Рис. 2. Осциллограммы входных токов обратных преобразователей: а – общий вид тока; б – токи преобразователей в увеличенном масштабе

Осциллограммы выходных токов $I_{п1}$ и $I_{п2}$ обратных преобразователей приведены на рис. 3.

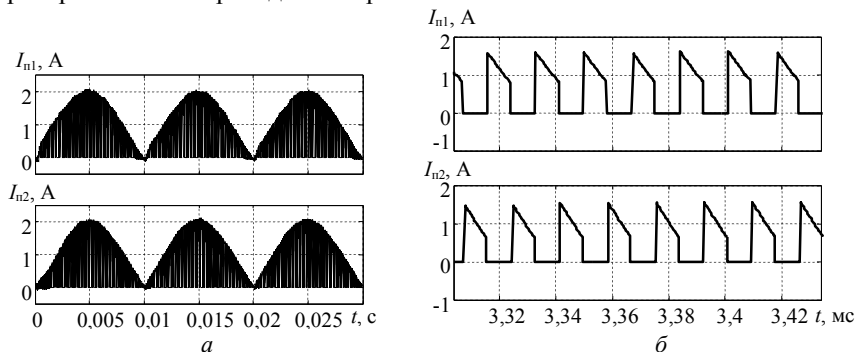


Рис. 3. Осциллограммы выходных токов обратных преобразователей: а – общий вид тока; б – токи преобразователей в увеличенном масштабе

Сигналы $I_{п1}$ и $I_{п2}$ поступают на вход блока формирования выходного напряжения, выходной сигнал V_o которого подается на блок выходного фильтра. Осциллограммы тока I_{ac} и напряжения V_o выходного фильтра приведены на рис. 4.

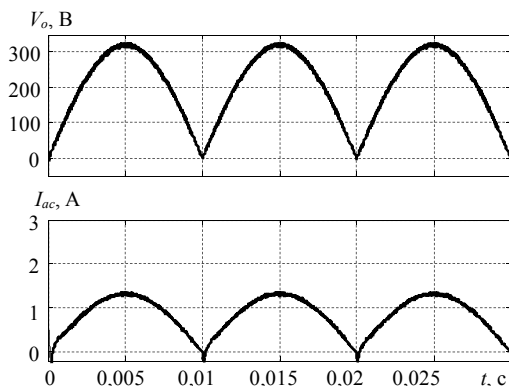


Рис. 4. Осциллограммы выходных токов и напряжений

Выходной ток микроинвертора I_{ac} используется для организации обратной связи и подается на вход блока системы управления.

Список литературы

1. Малинин, Г.В. Системы управления преобразователями для солнечных модулей на базе инверторов с ШИМ / Г.В. Малинин, Г.А. Белов // Вестник Чувашского университета. – 2015. – № 3. – С. 68–80.
2. AN1444: Grid-Connected Solar Microinverter Reference Design, 2012. Режим доступа: www.microchip.com (дата обращения 18.11.2017).

Материал поступил в редколлегию 21.10.18.