

УДК 621.3

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e5f1f2bc91.19710464

А.В. Серебрянников, И.Н. Агеев

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕРТИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОГРАММЕ LTSPICE

Представлены результаты моделирования в программе LTspice трёх различных схем инвертирующих импульсных преобразователей постоянного напряжения. Сделаны выводы о процессах, происходящих при работе рассмотренных преобразователей.

The article presents the results of simulation in LTspice of three different schemes of inverting pulsed DC/DC converters. Conclusions about the processes occurring during the operation of the considered converters are made.

Ключевые слова: моделирование, инвертирующий импульсный преобразователь, преобразователь постоянного напряжения, LTspice

Keywords: simulation, inverting pulse converter, DC/DC converter, LTspice

Программа LTspice была выбрана в качестве инструмента компьютерного моделирования инвертирующих импульсных преобразователей по результатам ранее проведённого сравнения различных программ моделирования [1-2].

Рассмотрены три схемы инвертирующих импульсных преобразователей со входным напряжением +12 В и выходным напряжением -5 В.

Схема преобразователя на базе микросхемы LT8330 представлена на рис. 1, а результаты моделирования – на рис. 2.

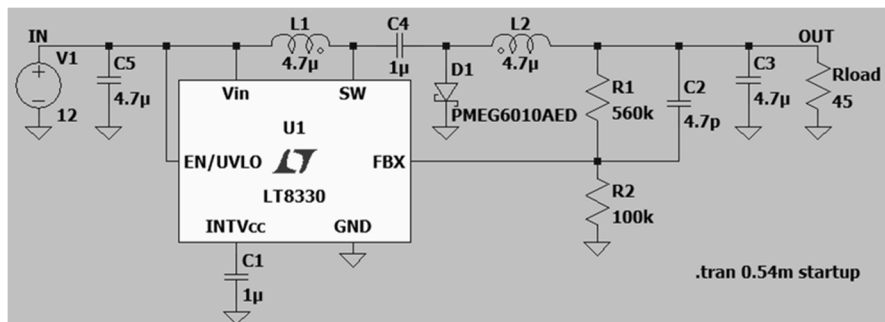
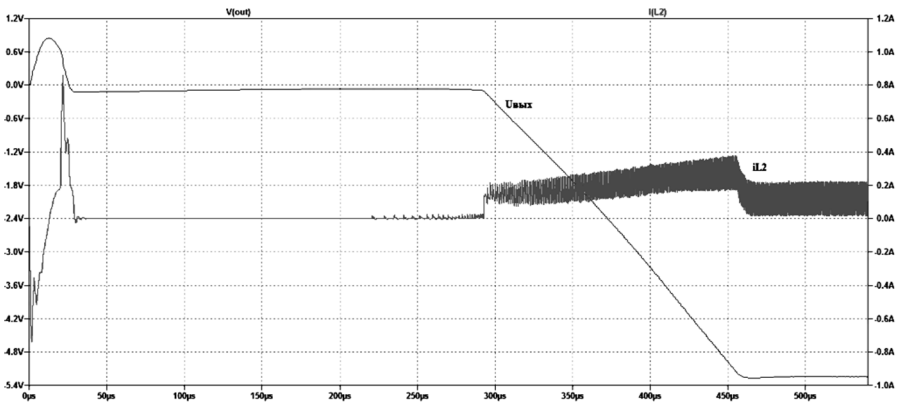


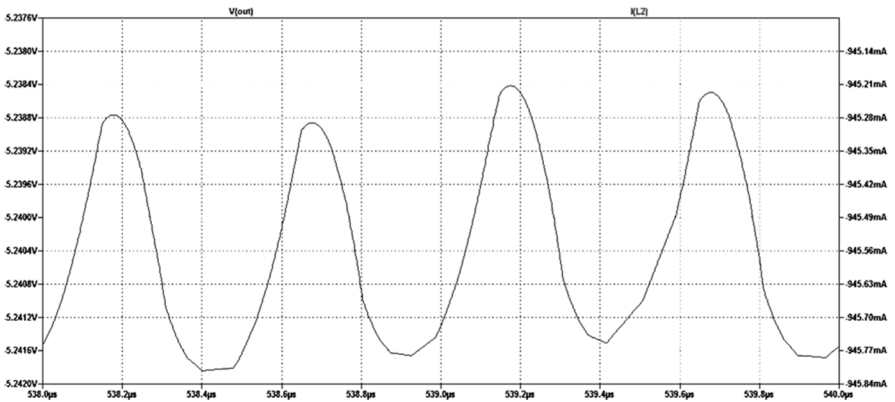
Рис. 1. Схема преобразователя на базе микросхемы LT8330 в программе LTspice

Схема преобразователя на базе микросхемы LT8361 и результаты её моделирования представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

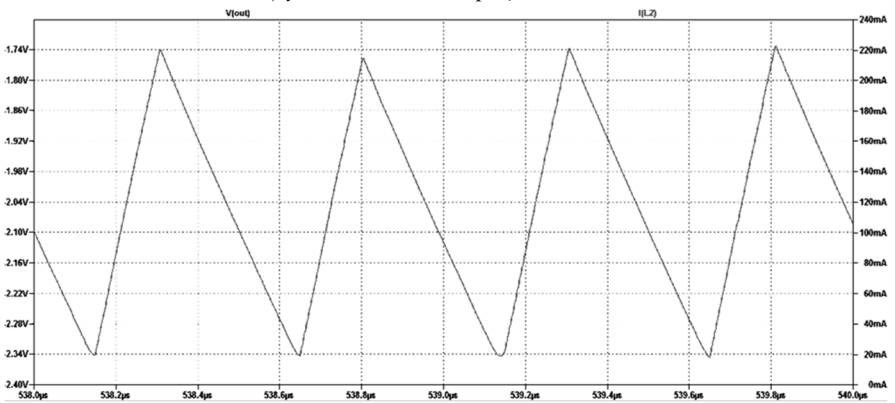
Схема преобразователя на базе микросхемы LT8364 представлена на рис. 5, а результаты моделирования – на рис. 6.



а) переходный процесс



б) установившийся процесс для $i_{\text{ВЫХ}}$



в) установившийся процесс для i_{L2}

Рис. 2. Результаты моделирования преобразователя на базе микросхемы LT8330

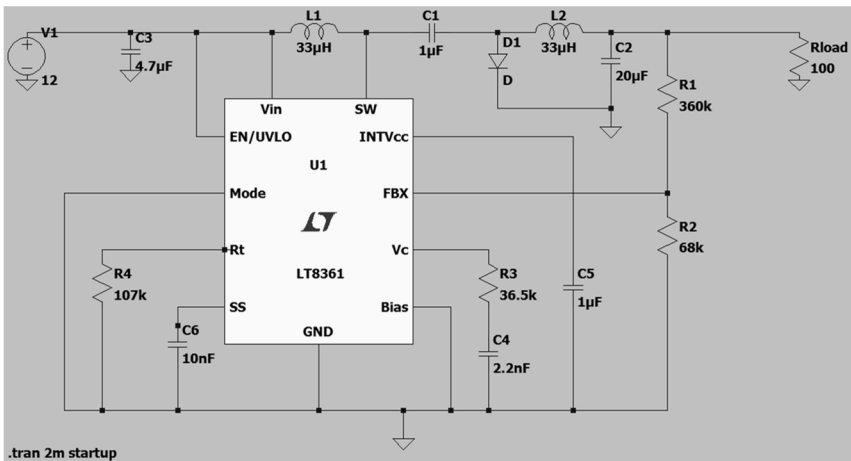


Рис. 3. Схема преобразователя на базе микросхемы LT8361 в программе LTspice

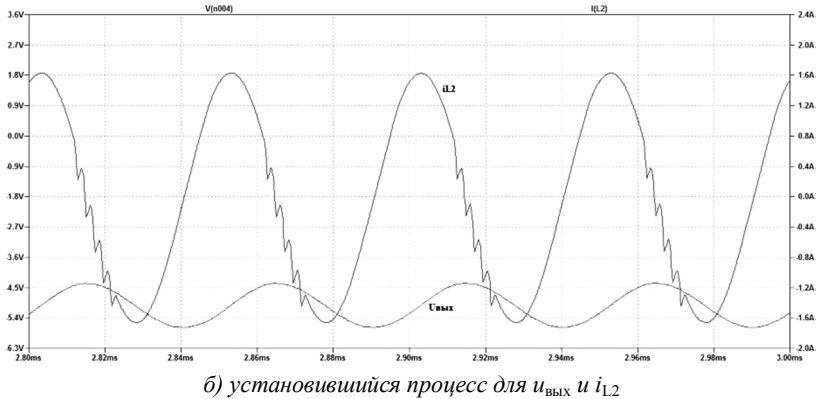
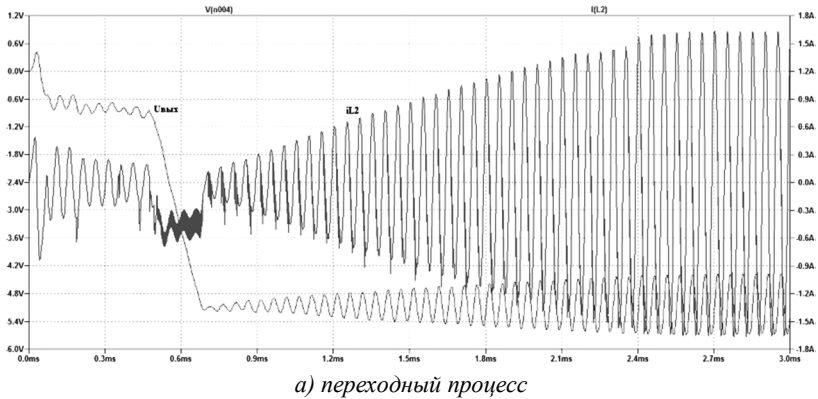


Рис. 4. Результаты моделирования преобразователя на базе микросхемы LT8361

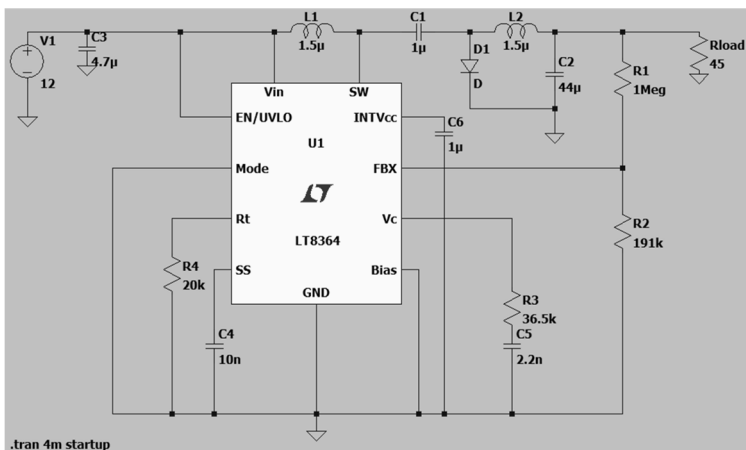
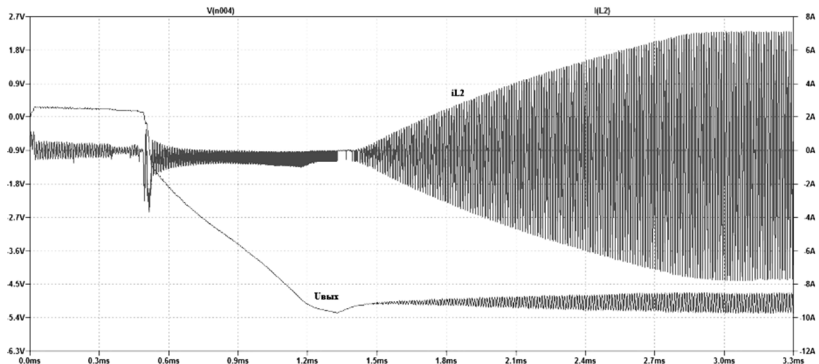
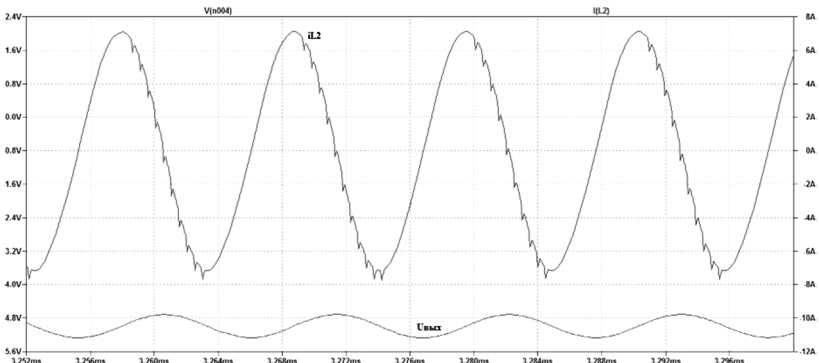


Рис. 5. Схема преобразователя на базе микросхемы LT8364 в программе LTspice



а) переходный процесс



б) установившийся процесс для i_{L2} и $i_{Вых}$

Рис. 6. Результаты моделирования преобразователя на базе микросхемы LT8364

Небольшие колебания выходного напряжения $u_{\text{вых}}$ и тока дросселя i_{L2} в установившемся процессе (рис. 2, б и в) можно объяснить низкочастотными пульсациями, которые требуют дальнейших исследований.

Как видно из рис. 2, 4 и 6, переходные процессы в исследуемых преобразователях имеют сложный вид, что объясняется сложной системой управления, заложенной в соответствующих микросхемах контроллеров. Сложность в исследовании принципов управления, заложенных в контроллерах, заключается в том, что полная структура микросхем компаний-производителей по понятным причинам не раскрывается [2]. Более-менее подробную структуру можно найти лишь для самых простых контроллеров, но даже для них в описаниях микросхем приводятся не все параметры внутренних элементов контроллера. Поэтому при построении моделей микросхем управления приходится некоторые параметры внутренних элементов брать наугад или подбирать их экспериментальным путём: с помощью виртуального эксперимента, при котором добиваются более-менее правильных результатов работы схемы, или с помощью реального эксперимента с микросхемой.

В связи с изложенным самым лучшим способом моделирования устройств силовой электроники является построение полной модели устройства на основе PSpice-моделей микросхем управления, которые предоставляются самими разработчиками этих микросхем [2], что и было выполнено авторами статьи с использованием программы моделирования LTspice.

Следует также заметить, что даже при достаточно простом преобразователе на базе микросхемы LT8330 наблюдаются колебательные, а не почти линейные процессы, которые имеют место в простых импульсных преобразователях. Подобные колебания наблюдались и при моделировании импульсных преобразователей в программе MultiSim (NI Design Suite) [2]. Понятно, что колебания могут возникнуть в схемах с большим количеством реактивных элементов, но условия возникновения таких колебаний необходимо исследовать более подробно.

Список литературы

1. *Серебрянников, А.В.* Расчет резонансных процессов в простейшей RLC-цепи в различных программах моделирования / А.В. Серебрянников, И.Н. Агеев, В.Н. Серебрянникова // САПР и моделирование в современной электронике: Сб. науч. тр. I межд. науч.-практ. конф. (Брянск, 22-23 ноября 2017 г.). – Брянск: БГТУ, 2017. – С. 5-9.
2. *Серебрянников, А.В.* Особенности компьютерного моделирования устройств силовой электроники на различных этапах их проектирования / А.В. Серебрянников, Л.С. Севриков // Нигматуллинские чтения-2018: Тезисы Междунар. науч.-техн. конф. (Казань, 9-12 октября 2018 г.). – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2018. – С. 202-205.

Материал поступил в редколлегию 22.10.18.