УДК 621.3

Сергей Александрович Амелин, науч. рук.

(ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, к.т.н., доц., Россия, Смоленск)

research supervisor Sergey Alexandrovich Amelin

(Smolensk branch of MPEI, Ph.D., doc., Russia, Smolensk)

Константин Павлович Клямеров

(АО«НПК«Тристан», студ, Россия, Смоленск, k.klyamerov@gmail.com)

Konstantin Pavlovich Klyamerov

(NPK Tristan JSC, stud, Russia, Smolensk, k.klyamerov@gmail.com)

Андрей Александрович Лысенков

(АО «НПК «Тристан», студ, Россия, Смоленск, lysenkovandrew02@gmail.com)

Andrei Alexandrovich Lysenkov

(NPK Tristan JSC,stud, Russia, Smolensk, lysenkovandrew02@gmail.com)

разработка *SPICE*-модуля микросхемы *HV9931* для моделирования электронных схем

DEVELOPMENT OF SPICE MODULE OF HV9931 CHIP FOR SIMULATION OF ELECTRONIC CIRCUITS

*Аннотация. Приведен процесс разработки SPICE-модели ШИМ контроллера HV9931 и тестирование в типичной схеме включения.*

*Abstract. The process of development of the PWM SPICE model of the HV9931 controller and testing in a typical switching-on scheme is given.*

*Ключевые слова: ШИМ, контроллер, SPICE-модель, HV9931.*

*Keywords: PWM, controller, SPICE model, HV9931.*

Современный процесс разработки невозможно представить без применения средств математического моделирования для выявления особенностей работы разрабатываемых электронных схем. Необходимо разрабатывать новые модели электронных устройств наиболее универсальными, например, в виде подсхемы *SPICE*. Создание *SPICE*-подсхем ШИМ контроллеров светодиодов является актуальной задачей.

Компания *SupertexInc* выпускает ряд ШИМ-контроллеров, использующихся при разработке современных стабилизаторов тока светодиодов, например, микросхема *HV9931* [2]. Разработанную ранее макромодель данного ШИМ-контроллера [4] возможно использовать только в среде математического моделирования *Micro*-*Cap*. Целью данной работы является создание подсхемы ШИМ-контроллера на языке *SPICE* и исследование ее работы. При помощи программы схемотехнического моделирования *Micro*-*Cap* возможно транслировать файл макромодели микросхемы в файл на языке *SPICE.* Генерируется файл формата .*ckt*,с описанием функционирования модели на языке *PSPICE*.

Директивы, находящиеся в начале сгенерированной программы на языке *PSPICE*, к определению подсхемы микросхемы *HV9931* отношения не имеют. Они являются вспомогательными файлами, определяющими функции (.*FUNC*) и глобальные параметры (.*PARAM*) (рис. 1).

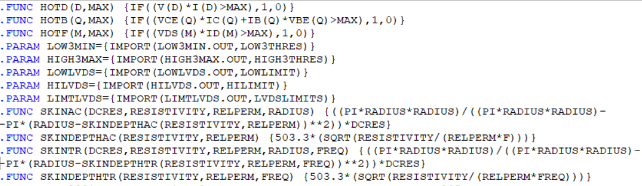
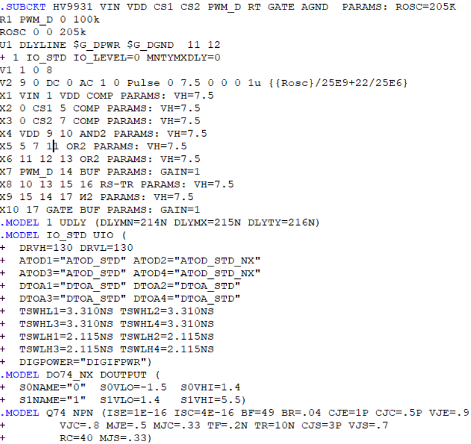


Рисунок 1 ― Листинг программы (директивы)

Описание макромодели начинается с директивы .SUBCKT и заканчивается директивой .END. Между ними находится описание компонентов, которые использовались при создании макромодели (рис. 2).



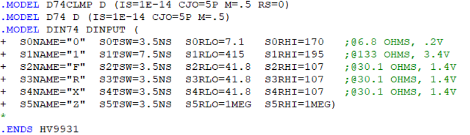


Рисунок 2 ― Листинг программы (начало описания макромодели *HV9931*)

После директивы .SUBCKT записано название макромодели (*HV9931*), имена узлов (*VIN, VDD, CS1, CS2, PWM\_D, RT, GATE, AGND*). Ключевым словом .*PARAMS* обозначен параметр, который может быть изменен пользователем при моделировании. В разработанной макромодели микросхемы *HV9931* это сопротивление внешнего резистора *ROSC*, который задаёт частоту генератора тактовой частоты *V2*.

Описание используемых при создании макромодели компонентов приводится после окончания ее описания. Типовое описание модели начинается с названия компонента (для совместимости с *SPICE* название конденсатора должно начинаться с *C*, резистора с *R*, источников напряжения с *V*, а функциональных блоков с *X*). Далее указаны номера (или символические имена) узлов к которым подключён компонент и заданный параметр элемента. Заканчивается описание макромодели директивой .ENDS после которой пишут название макромодели, используемое вначале (*.ENDS HV9931*).

В сгенерированной программе присутствуют также и описания моделей функциональных блоков [3], из которых моделировалась внутренняя структура ШИМ-контроллера стабилизатора тока светоизлучающих диодов (рис. 3). Описание моделей функциональных блоков структурно аналогичны структуре макромодели микросхемы *HV9931.*

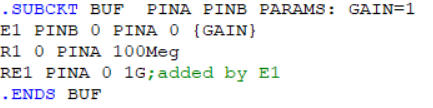


Рисунок 3 ― Листинг программы (описание модели буферного усилителя)

Разработанная *SPICE*-подсхема ШИМ-контроллера стабилизатора тока светодиодов *HV9931* была проверена в типичной схеме включения для оценки корректности ее работы в программе *Micro-Cap* (рис. 4).

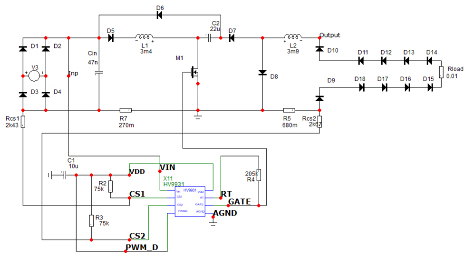


Рисунок 4 ― Модель ШИМ-стабилизатора тока светодиодов

Моделирование показало корректность работы разработанной подсхемы стабилизатора тока светодиодов *HV9910* на языке *PSPICE.* Эта модель поддерживает на выходе ток светоизлучающего диода на постоянном уровне (рис. 5).

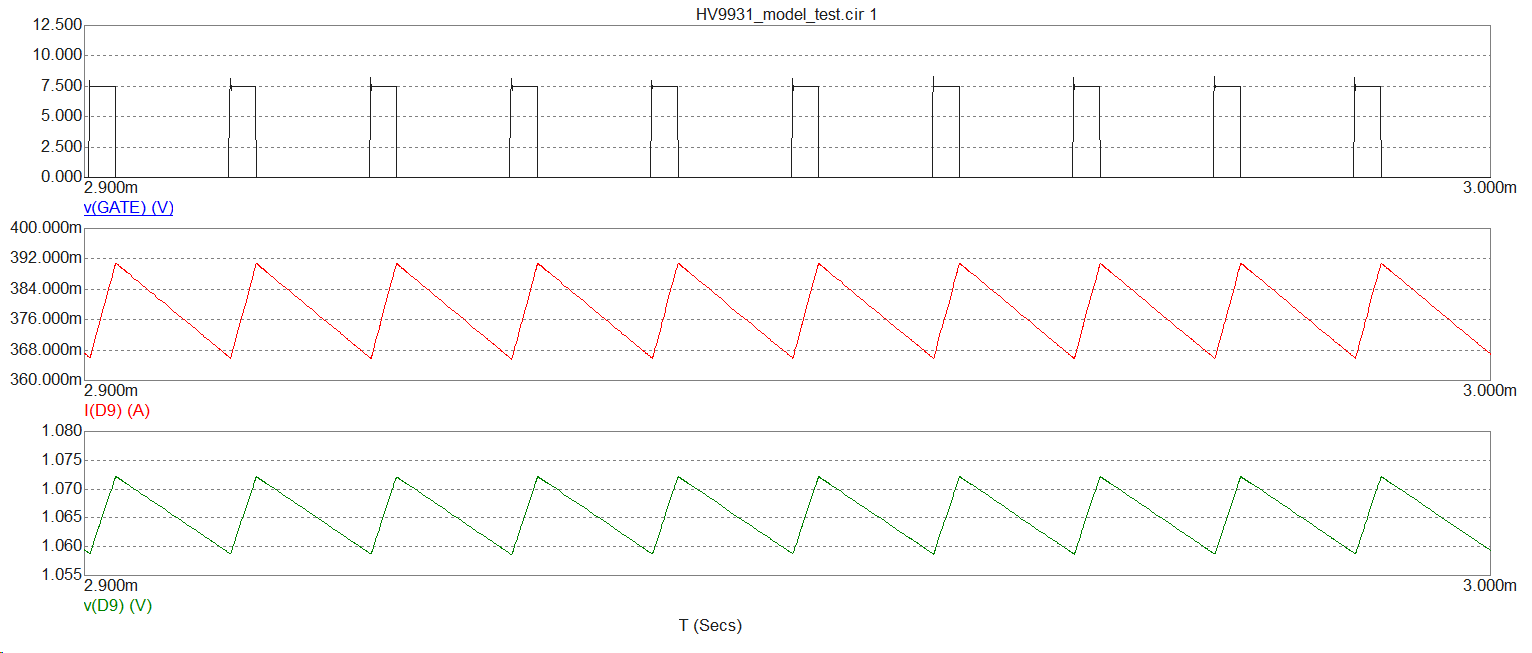


Рисунок 5 ― Временные диаграммы тока и напряжение на светодиоде *VD2*

Разработанная в среде схемотехнического моделирования программы *Micro-Cap* макромодель ШИМ- стабилизатор стабилизатора тока светодиодов *HV9931* успешно транслирована в подсхему на языке *PSPICE.* Изучена структура разработанной программы. Проверка показала, что полученная *SPICE*-подсхема работает корректно, а, значит, возможно ее использование для разработки, устройств, содержащих узлы на основе ШИМ-контроллера стабилизатора тока светодиодов *HV9931*.

**Список литературы**

1. Амелина М.А., Амелин С.А Программа схемотехнического моделирования MICRO-СAP. Версии 9, 10 – Санкт-Петербург, Издательство Лань, 2014, 632 С.

2. Universal High Brightness LED Drivers HV9931. Supertex inc. Doc.# DSFP-HV9931.

3. Амелин С.А., Амелина М.А. Библиотека функциональных блоков. Системы компьютерной математики и их приложения. 2013. № 14. С. 5-7.

4. Клямеров К.П., рук. С.А. Амелин, к.т.н., доц. Математическая модель драйвера светодиодной лампы с единичным коэффициентом мощности // Сборник: XVIII международня научно-техническая конференция студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА» - Смоленск: Издательство «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске.