

МОДЕЛИРОВАНИЕ Понижающего DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В СРЕДЕ MULTISIM 11

Рында А.А.

Кафедра теоретических основ электротехники

Научный руководитель: Коваленко В.М., доцент, канд. техн. наук

e-mail: 10alex_bmw@mail.ru

Аннотация – Описывается работа понижающего DC-DC преобразователя, моделируются происходящие в нем процессы в схемотехнической программе Multisim 11, рассказывается о способе замены недостающих библиотек элементов для получения результатов моделирования.

Ключевые слова: преобразователь DC-DC понижающего типа; коэффициент заполнения (duty cycle); микросхема управления MAX724.

Одним из приоритетных направлений силовой электроники является разработка последовательных стабилизаторов, а именно преобразователей DC-DC понижающего, повышающего и инвертирующего типа. Остановимся более подробно на примере схемы последовательного стабилизатора понижающего типа, обеспечивающего стабильное выходное напряжение на нагрузке $U_n = 5$ В при выходном токе нагрузки $I_n = 4$ А, при условии входного напряжения $U_{вх} = 10-15$ В.

Функциональная схема DC-DC преобразователя понижающего типа изображена на рис. 1.

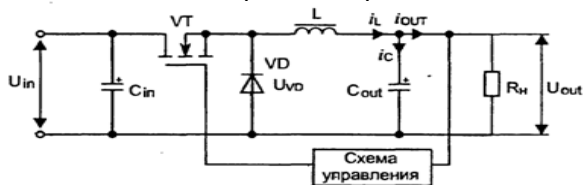


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя понижающего типа

Ключевой элемент VT (БТ, MOSFET или IGBT) может стабильно находиться только в двух состояниях – полной проводимости и отсечки. Если указанные состояния сменяют друг друга с постоянной периодичностью, равной T , то, обозначив время нахождения ключа в проводящем состоянии – как время проводимости (t_u), а время нахождения ключа в состоянии отсечки – как время паузы (t_n), можно ввести понятие коэффициента заполнения (duty cycle):

$$D = t_u / (t_u + t_n) = t_u / T = t_u \cdot f, \quad (1)$$

где f – частота коммутации.

На основании функциональной схемы и выбранной элементной базы проектируется принципиальная электрическая схема понижающего 5-вольтового стабилизатора (рис. 2) на базе микросхемы MAX724 типа step-down, выпускаемой фирмой «Maxim». Это микросхема со встроенным составным биполярным ключевым элементом. Работа микросхемы заключается в поддержании линейной зависимости выходного напряжения стабилизатора от значения коэффициента заполнения и величины напряжения на входе согласно регулировочной характеристике:

$$U_{out} = U_{in} \cdot t_u / T = U_{in} \cdot D. \quad (2)$$

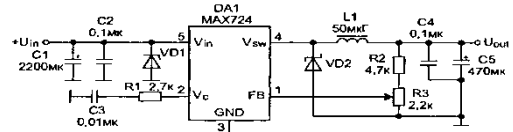


Рис. 2. Принципиальная схема преобразователя на базе MAX724

Моделирование производится с помощью пакета программ Multisim 11. В библиотеке элементов среды Multisim 11 модель микросхемы MAX724 отсутствует. Решить задачу помогает поиск транзистора, близкого по параметрам максимального напряжения и тока ко встроенному биполярному транзистору в самой микросхеме, а также использование функционального генератора XFG для задания прямоугольных импульсов с определенной амплитудой, равной входному напряжению, и требуемым коэффициентом заполнения. Для индикации и проверки выходного напряжения и тока нагрузки используется программный вольтметр и амперметр, а также двухканальный осциллограф XSC для снятия графических характеристик.

В данном случае был выбран БТ 2N6702 п-р-п типа, модель которого имеется в библиотеке элементов Multisim 11. Для случая входного напряжения $U_{in} = 15$ В (рис. 3) с помощью XFG задаем сигнал в виде прямоугольного импульса частотой $f = 100$ кГц (соответствующей частоте преобразования микросхемы), с амплитудой 15 В и коэффициентом заполнения $D = 66\%$. Таким образом, моделируется процесс открывания и закрывания ключевого элемента для обеспечения фаз работы преобразователя. В результате моделирования имеем постоянное выходное напряжение $U_{out} = 4,984$ В, ток нагрузки $I_{out} = 3,987$ А и уровень пульсаций $\Delta U_{out} = 16$ мВ, что укладывается в заданное значение $\Delta U_{out} = 50$ мВ.

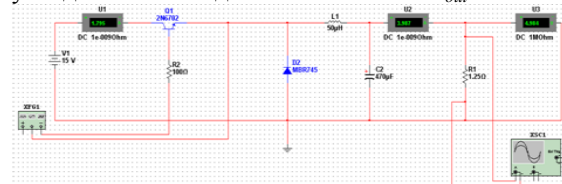


Рис. 3. Моделирование схемы в Multisim 11 при $U_{in} = 15$ В

При изменении входного напряжения соответствующим образом меняется амплитуда и коэффициент заполнения XFG. Результаты моделирования подтверждают правильность выполненного теоретического расчета.

- [1] Семенов, Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному / Б. Ю. Семенов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.
- [2] Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1998.