

Н.И. Дементьев, А.А. Малаханов

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)
N.I. Dementiev A.A. Malakhanov (Bryansk, Bryansk State Technical University)

РАЗРАБОТКА СТАБИЛИЗОВАННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДАТЧИКОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

DEVELOPMENT OF A STABILIZED VOLTAGE CONVERTER FOR POWER SUPPLY
OF SENSORS IN AUTOMOBILE TECHNOLOGY

В данной работе предложено применение импульсного источника напряжения для питания датчиков в автомобильной технике, в условиях нестабильного входного напряжения.

This paper proposed the use of a dc/dc convert for powering sensors in automotive technology, under conditions of unstable input voltage.

Ключевые слова: импульсный источник питания, преобразователь с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью.

Keywords: DC/DC, SEPIC convert.

В настоящее время в любой электронной технике не обойтись без стабилизированных источников постоянного напряжения, автомобильная техника не является исключением. В каждой системе управления используются различные виды датчиков, с целью организации обратной связи и управления объектом. Некоторые датчики являются полноценно законченными устройствами с внутренними цепями стабилизации или работающие в условии пониженного напряжения, например индуктивные датчики скорости, другие датчики, такие как датчики температуры, требуют стабильного напряжения.

В автомобильной технике присутствуют провалы бортового напряжения и высокоимпульсные помехи, которые обусловлены работой сильноточного оборудования [1]. Провалы напряжения изменяются на уровень, как правило, неприемлемый для измерительной техники, что сказывается на точности измерений.

Поэтому разработка импульсного источника питания, на современной электронной компонентной базе, возможного работать в условиях пониженного напряжения и импульсных помех является актуальной.

Для обеспечения стабильного выходного напряжения при изменении входного, подходит только несколько решений.

Первый вариант использование топологий понижающее-повышающей схемы с использованием специализированных микросхем, например LTC3113[2]. Отказом от этого решения послужило относительная дороговизна и отсутствие микросхем работающих в заданном диапазоне напряжений.

Второй вариант использования топологии импульсного преобразователя, который может обеспечить работу в диапазоне питающего напряжения как выше, так и ниже от выходного напряжения - преобразователь с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью или *single-ended primary-inductor converter (SEPIC)*[2].

Для разработки рассматриваемого импульсного источника можно использовать практически все широкодоступные контроллеры для повышающих преобразователей, топологии которых можно легко модернизировать. Например можно использовать *ADP1111*, *L5970D*, *LM5001* [4-6]. Для разработки был выбран контроллер *LM5001* фирмы *Texas Instruments*.

Модернизация схемы заключается в добавлении одного дросселя и диода в топологию повышающего преобразователя, схема итогового преобразователя изображена на рисунке 1.

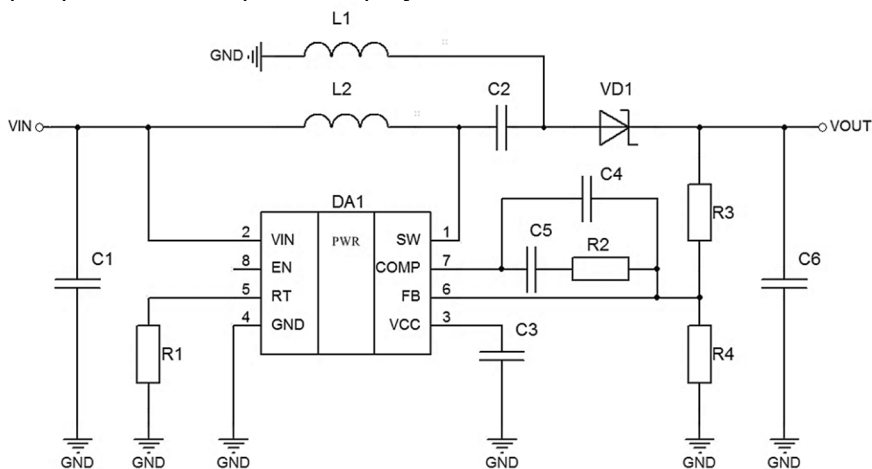


Рис. 1. Преобразователь напряжения

Выбранный контроллер имеет широкий рабочий входной диапазон напряжений от 3.1 до 75 В. Этот простой в использовании регулятор включает в себя 75-вольтовый *N*-канальный *MOSFET* с пределом тока в 1 А. Рабочая частота задается одним резистором и программируется до 1,5 МГц. Генератор также может быть синхронизирован с внешними часами. Дополнительные функции защиты включают: ограничение тока, тепловое отключение, блокировку пониженного напряжения и возможность удаленного отключения.

Расчет элементов схемы осуществлялся для выходного напряжения равного 10 В и током до 500 мА, при минимальном напряжении 8 В.

Сначала необходимо рассчитать сопротивление делителя напряжения *R3* и *R4* по формуле 1 и 2.

$$R3 = \frac{V_{out} + V_d - V_{fb}}{I_{fb}} = \frac{10 + 0,7 - 1,26}{0,6} = 15616 \text{ Ом}, \quad (1)$$

$$R4 = \frac{V_{fb}}{I_{fb}} = \frac{1.26}{0,6 \cdot 10^{-3}} = 2100 \text{ Ом}, \quad (2)$$

где I_{fb} ток делителя.

Выберем частоту $f_s=460$ КГц и рассчитаем резистор $R1$ по формуле 3:

$$R1 = 13,1 \cdot 10^9 \left(\frac{1}{460 \cdot 10^3} - 83 \cdot 10^{-3} \right) = 28024 \text{ Ом}. \quad (3)$$

Произведем расчет коэффициента заполнения по формуле 4:

$$D_{max} = \frac{V_{out} + V_d}{V_{min} + V_{out} + V_d} = \frac{10 + 0,7}{8 + 10 + 0,7} = 0,592. \quad (4)$$

Для определения индуктивности, необходимо обеспечить размах пульсаций тока от приблизительно в 40% от максимального входного тока, при минимальном входном напряжении. Рассчитаем пульсацию тока для данной схемы по формуле 5, при коэффициенте полезного действия 90%:

$$\Delta I = \frac{I_{out}(V_{out} + V_d)}{V_{min} \cdot 0,9} \cdot 0,4 = \frac{0,5(10 + 0,7)}{8 \cdot 0,9} \cdot 0,4 = 0,323 \text{ А}. \quad (5)$$

Рассчитаем минимальное значение индуктивности по формуле 6:

$$L_{min} = \frac{D_{max} \cdot V_{min}}{f_s \cdot \Delta I} = \frac{0,592}{460 \cdot 10^3} \cdot \frac{8}{0,323} = 31,45 \text{ мкГн}. \quad (6)$$

Для схемы были выбраны резисторы из ряда $E24$, поэтому $R3=15$ КОм, $R4 = 2,1$ КОм и $R4 = 27$ КОм. Значение индуктивности выберем из ряда $E12$ ближайшее большее значение $L= 47$ мкГн. Входной и выходной конденсатор можно выбрать одинаковыми, выберем номиналом 4,7 мкФ.

Заключение

В результате данной работы разработана схема и рассчитаны компоненты, для импульсного источника напряжения для работы в условиях нестабильного автомобильного напряжения. Широкий диапазон входного напряжения выбранной микросхемы позволяет использовать данное решение в автомобильной и другой технике. При условии питания от нескольких источников, в свою очередь позволит повысить надежность разрабатываемых устройств, предназначенных для критически важных нагрузок.

Список литературы

1. *ГОСТ 33991-2016*. Электрооборудование автомобильных транспортных средств. Электромагнитная совместимость. Помехи в цепях. Требования и методы испытаний. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 28 с.
2. LTC3113 3A Low Noise Buck-Boost DC/DC Converter [Электронный ресурс]: URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/3113f.pdf> (дата обращения: 20.09.2019).
3. Steve Roberts DC/DC BOOK OF KNOWLEDGE. RECOM. 2014.
4. Micropower, Step-Up/Step-Down SW Regulator [Электронный ресурс]: URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP1111.pdf>
5. L5970D [Электронный ресурс]: URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/l5970d.pdf>
6. LM5001x High-Voltage Switch-Mode Regulator [Электронный ресурс]: URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm5001.pdf>