

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

Отчёт

по лабораторной работе №2

Дисциплина: Программирование микроконтроллеров для управления
роботами

Тема: Вторичный источник питания

Студент гр. 3331506/70401

Сомов А. С.

Преподаватель

Капустин Д. А.

«__»_____2020 г.

Санкт-Петербург

2020 г.

Содержание

1 Описание микросхема LMR64010	4
1.1 Описание элементов схемы LMR62014	4
1.2 Теория работы микросхемы LMR62014	6
1.3 Расчет параметров и выбор компонентов обвязки LMR62014	8
1.3.1 Выбор внешних конденсаторов	8
1.3.2 Выбор выходных конденсаторов	8
1.3.3 Выбор входных конденсаторов	9
1.3.4 Выбор конденсаторов обратной связи	9
1.3.4 Выбор диодов	9
Заключение	11
Список использованных источников	12

Задание

Разработать повышающий преобразователь напряжения DC/DC 5В/12В. Мощность преобразователя 5Вт. Преобразователь должен обеспечивать работу в диапазоне входных напряжений от 5В до 9В. В устройстве должно присутствовать индикация напряжения питания на выходе. Устройство должно быть защищено от КЗ на выходе источника. В качестве преобразователя напряжения использовать микросхему LMR62014.

Предоставить файлы проекта Altium Designer, принципиальную электрическую схему изделия, файлы для производства печатной платы, перечень электронных компонентов и отчет по лабораторной работе.

1 Описание микросхемы

LMR64010

1.1 Описание элементов схемы LMR62014

LMR62014 – это повышающий регулятор 2.7-14V, 1.4 А, представляющий собой повышающий преобразователь тока, работающий на фиксированной частоте 1,6 МГц. Этот регулятор отличается минимальными потерями мощности внутреннего переключателя 1,4 А, а использование небольших индукторов и конденсаторов приводит к самой высокой в отрасли плотности мощности. LMR62014 способен работать с рабочим циклом более 90%, что делает его идеальным для повышения напряжения до 20 В. Эти детали регулятора имеют вывод отключения логического уровня, который может быть использован для уменьшения тока покоя и продления срока службы батареи. Защита обеспечивается циклическим ограничением тока и тепловым отключением. Внутренняя компенсация упрощает конструкцию и уменьшает количество компонентов. Основные характеристики данной микросхемы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики микросхемы LMR62014

Параметр	Значение
Диапазон входного напряжения, В	от 2,7 до 14
Диапазон выходного напряжения, В	до 20
Ток переключения, А	1,4
Максимальный рабочий цикл, %	93
Частота переключения, МГц	1,6

На рисунке 1 представлено условное графическое обозначение (УГО) микросхемы.

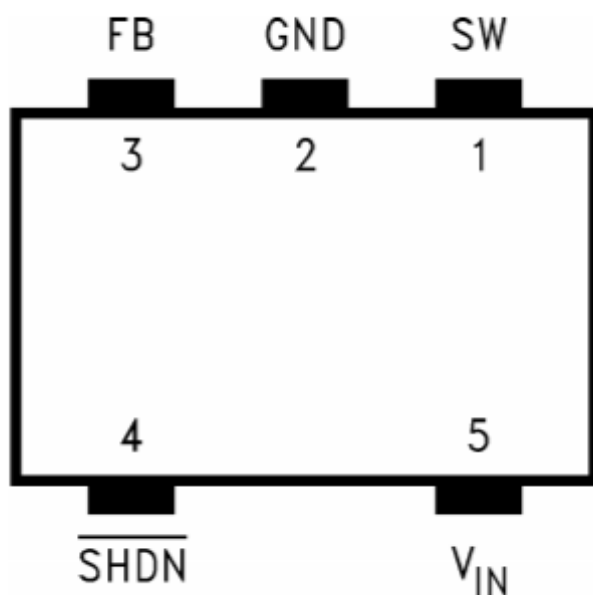


Рисунок 1 - УГО микросхемы LMR62014

Описание контактов на УГО представлено в таблице 2.

Таблица 2— Описание контактов микросхемы LMR62014

Контакт		Тип	Описание
Наименование	Номер		
SW	1	Выход	Сток внутреннего полевого транзистора.
GND	2	Выход	Аналоговая и цифровая земля.
FB	3	Вход	Обратная связь по выходному напряжению. Подключается к внешнему резистивному делителю напряжения.
\overline{SHDN}	4	Вход	Вывод для выключения микросхемы. При подаче напряжения больше 1.5 В микросхема включена. При подаче напряжения меньше 0.5 В микросхема выключена.
V_{IN}	5	Вход	Аналоговый и цифровой вход

На рисунке 2 изображена микросхема LMR62014 с элементами обвязки.

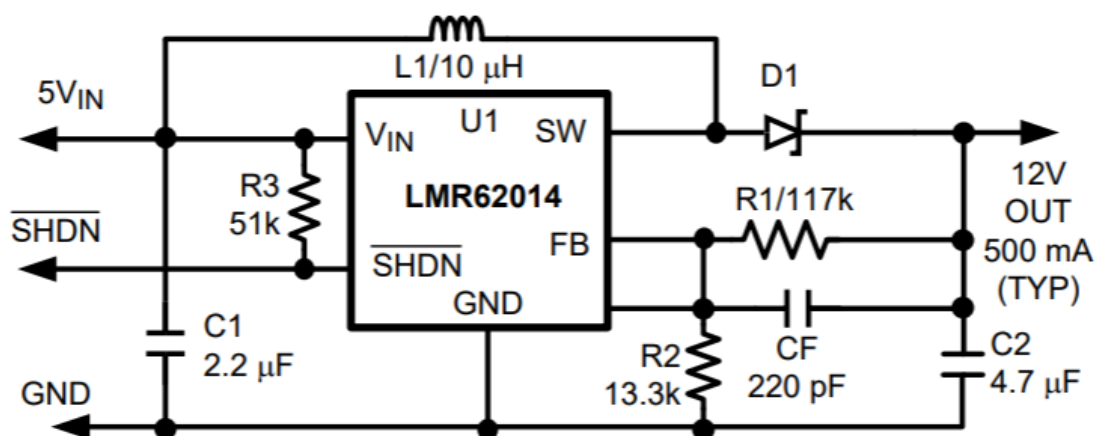


Рисунок 2 - Элементы обвязки микросхемы LMR62014

1.2 Теория работы микросхемы LMR62014

LMR62014 – это коммутационный преобразователь IC, который работает на фиксированной частоте (1,6 МГц) для быстрого переходного отклика в широком диапазоне входных напряжений и включает в себя импульсную защиту от ограничения тока.

На рисунке 3 представлена блок-диаграмма расположения компонентов внутри микросхемы.

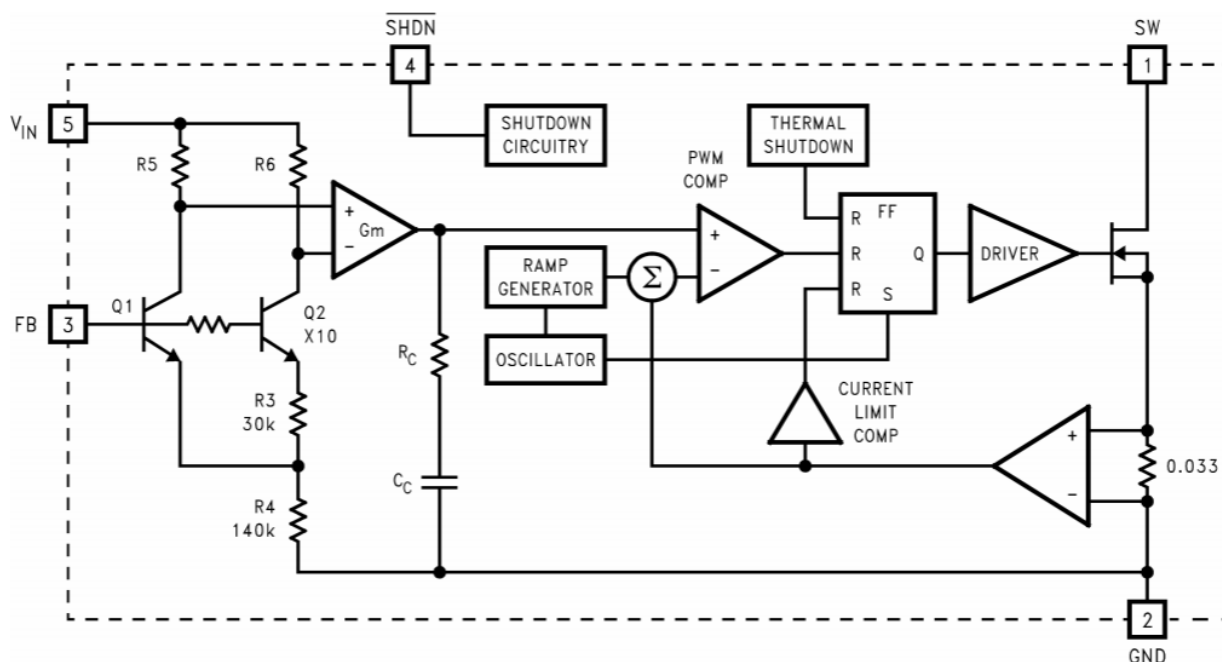


Рисунок 3 - Блок-диаграмма расположения компонентов внутри микросхемы

Поскольку это управление токовым режимом, чувствительный резистор 33 мОм последовательно с полевым транзистором используются для обеспечения напряжения (пропорционального току транзистора) как на вход компаратора широтно-импульсной модуляции (ШИМ), так и на усилитель предела тока.

В начале каждого цикла защелка S-R открывает транзистор. По мере увеличения тока через него, напряжение (пропорциональное этому току) суммируется с пилообразным напряжением, поступающей от генератора пилообразного напряжения, а затем подается на вход ШИМ-компаратора. Когда это напряжение превышает напряжение на другом входе (поступающее от усилителя G_m), защелка сбрасывается и выключает транзистор. Поскольку сигнал, поступающий от усилителя G_m , выводится из обратной связи (которая дискретизирует напряжение на выходе), действие ШИМ-компаратора постоянно устанавливает правильный пиковый ток через транзистор, чтобы поддерживать выходное напряжение в состоянии регулирования.

Q1 и Q2 вместе с R3 - R6 образуют опорное напряжение запрещенной зоны, используемое интегральную схему для удержания выхода в режиме регулирования.

Токи, протекающие через Q1 и Q2, будут равны, и контур обратной связи будет регулировать регулируемый выход, чтобы поддерживать это. Из-за этого регулируемый выход всегда поддерживается на уровне напряжения, равном напряжению в узле FB, "умноженному" на отношение выходного резистивного делителя.

Компаратор предельного тока питает триггер, приводящий в действие транзистор. Если ток транзистора достигает предельного порога, он выключается, и цикл завершается до следующего тактового импульса.

1.3 Расчет параметров и выбор компонентов обвязки LMR62014

1.3.1 Выбор внешних конденсаторов

Лучшими конденсаторами для использования с LMR62014 являются многослойные керамические конденсаторы. У них самая низкая СОЭ (эквивалентное последовательное сопротивление) и самая высокая резонансная частота, что делает их оптимальными для использования с высокочастотными коммутационными преобразователями. При выборе керамического конденсатора используем только диэлектрические типы X5R или X7R. Другие типы, такие как Z5U и Y5V, имеют такую сильную потерю емкости из-за влияния изменения температуры и приложенного напряжения, что они могут обеспечить всего лишь 20% номинальной емкости во многих типичных приложениях.

1.3.2 Выбор выходных конденсаторов

Один керамический конденсатор величиной от 4,7 мкФ до 10 мкФ обеспечит достаточную выходную емкость для большинства применений. Если требуется большее количество емкости для улучшения поддержки линии и переходного отклика, можно использовать танталовые конденсаторы. Можно использовать алюминиевые электролитики со сверхнизким ЭПР, такие как Sanyo Oscon, но обычно они непомерно дороги. Типичные электролитические конденсаторы АІ не подходят для переключения частот выше 500 кГц из-за значительного звона и повышения температуры из-за самонагрева от пульсационного тока. Выходной конденсатор с чрезмерным ЭПР также может уменьшить фазовый запас и вызвать нестабильность.

В общем случае, если используются электролитики, рекомендуется использовать их параллельно с керамическими конденсаторами, чтобы уменьшить звон, коммутационные потери и пульсации выходного напряжения.

1.3.3 Выбор входных конденсаторов

Входной конденсатор должен служить резервуаром энергии для тока, который должен поступать в катушку при каждом включении выключателя. Этот конденсатор должен иметь чрезвычайно низкую ЭПР, поэтому керамика – лучший выбор. Номинальное значение 2,2 мкФ, но можно использовать и более крупные значения. Поскольку этот конденсатор уменьшает количество пульсаций напряжения, наблюдаемых на входном выводе, он также уменьшает количество ЭМИ, передаваемых обратно по этой линии в другие схемы.

1.3.4 Выбор конденсаторов обратной связи

Для обеспечения стабильности требуется конденсатор обратной связи C_f . Добавление этого конденсатора ставит ноль в петлевую характеристику преобразователя. Рекомендуемая частота для нулевого f_z должна составлять примерно 6 кГц. C_f можно рассчитать по формуле:

$$C_f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot f_z}$$

Отсюда

$$C_f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot f_z} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 117 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^3} = 226 \text{ пФ}$$

1.3.4 Выбор диодов

Внешний диод должен быть диодом Шоттки. Диод должен быть рассчитан на максимальное выходное напряжение и ток нагрузки. Рекомендуется использовать диод 20 В, такой как MBR0520.

Диоды серии MBR05XX рассчитаны на максимальный средний ток 0,5 А. Для применений, превышающих в среднем 0,5 А, можно использовать Toshiba CRS08.

1.3.5 Расчёт сопротивления

Выходное напряжение устанавливается с помощью внешних резисторов R1 и R2. 13,3 кОм рекомендуется для R2, чтобы установить ток делителя приблизительно 92 мкА. R1 рассчитывается по формуле

$$R_1 = R_2 \cdot \frac{V_{OUT}}{1.23 - 1} = 13.3 \cdot 10^3 \cdot \frac{12}{0.23} \approx 860 \text{ кОм}$$

1.3.6 Светодиод

Для индикации напряжения питания на выходе установим светло-оранжевый светодиод TLMO1000-GS08, последовательно которому подключаем резистор RC0603FR-07270RL сопротивлением 270 Ом.

Заключение

В ходе лабораторной работы был разработан повышающий преобразователь напряжения, обеспечивающий все необходимые требования. Дано описание ключевых компонентов, выполнен расчет электронных компонентов схемы.

В результате выполнения работы были предоставлены принципиальная электрическая схема, файлы производства, перечень электронных компонентов и файлы проекта Altium Designer.

Список использованных источников

1. LMR62014 SIMPLE SWITCHER® 20V_{out}, 1.4A Step-Up Voltage Regulator in SOT-23 datasheet (Rev. E), URL:
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmr62014.pdf>