

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

Преподаватель

Е.А. Игнатова

Д.А. Капустин

« » _____ 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Оглавление

Задание	3
1. Описание микросхемы	4
2. Расчет и выбор компонентов	7
2.1. Выбор основных компонентов.....	7
2.2. Расчет резисторов делителя напряжения.....	8
3. Расчет стоимости производства платы.....	9
3.1. Стоимость текстолита	9
3.2. Стоимость компонентов	9
Заключение	10

Задание

Разработать понижающий-повышающий преобразователь напряжения на основе микросхемы TPS55160-Q1 DC/DC 24V/9V. Мощность преобразователя 5Вт. Преобразователь должен обеспечивать работу в диапазоне входных напряжений от 5В до 24В. В устройстве должна присутствовать индикация напряжения питания на выходе. Устройство должно быть защищено от КЗ на выходе источника.

1. Описание микросхемы

TPS55160-Q1 – это понижающий-повышающий преобразователь напряжения с четырьмя встроенными МОП-транзисторами. Переключение между понижающим и повышающим режимами происходит автоматически.

Преобразователь может работать в нормальном режиме, а также в режиме пониженного энергопотребления. В режиме пониженного энергопотребления преобразователь временно прекращает работу и выходное напряжение падает. Когда выходное напряжение уменьшается до значения, меньшего, чем заданное напряжение регулирования, устройство снова наращивает выходное напряжение, подавая один или несколько импульсов, пока выходное напряжение не превысит целевое напряжение регулирования.

TPS55160-Q1 имеет регулируемое выходное напряжение в диапазоне от 5,7 В до 9 В, которое задается внешним резистивным делителем. Также в преобразователе предусмотрена защита от перегрева и перенапряжения на выходе.

Основные параметры микросхемы приведены в таблице 1.1. Ее условное графическое обозначение представлено на рисунке 1.1.

Таблица 1.1 – параметры микросхемы TPS55160-Q1

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, В	от 3,6 до 36
Номинальный ток, А	до 0,8
Частота переключения, МГц	2
Рабочие температуры, °С	от -40 до +125

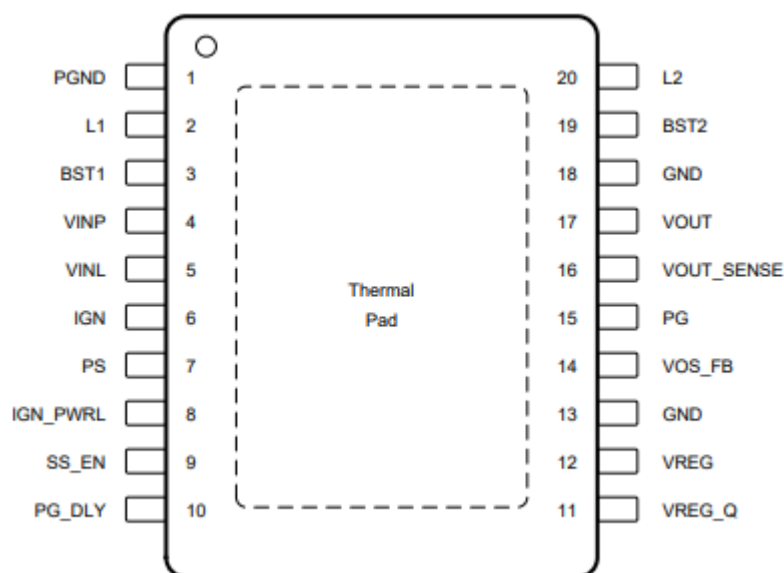


Рисунок 1.1 – УГО микросхемы TPS55160-Q1

Контакты VINP и VINL подключаются к входному напряжению питания в диапазоне от 3,6 В до 36 В.

Между контактами L1 и L2 подключается индуктивность.

Между выводами BST1 и L1, BST2 и L2 подключаются накопительные конденсаторы, которые повышают напряжение на транзисторах до напряжения, необходимого для их включения.

Когда на выводе IGN устанавливается высокий уровень, устройство включается. Когда на выводе низкий уровень, устройство отключается.

Контакт IGN_PWRL позволяет поддерживать устройство включенным даже после того, как на IGN будет установлен низкий уровень. Функция блокировки питания включена, когда на этом выводе высокий уровень, и отключена, когда этот вывод имеет низкий уровень.

Через вывод PS можно выбрать режим работы преобразователя. Когда на выводе PS низкий уровень, устройство работает в нормальном режиме с постоянной фиксированной частотой переключения 2 МГц. Когда на выводе PS высокий уровень, преобразователь переходит в режим пониженного энергопотребления с частотно-импульсной модуляцией.

Через вывод SS_EN можно включить или отключить функцию расширения спектра частоты. Когда вывод SS_EN не подключен, функция

расширения спектра включена. Когда вывод SS_EN подключен к земле, функция расширения спектра отключена.

Вывод VOUT подключается к выходному напряжению.

Контакт VOUT_SENSE подключается к выводу VOUT.

Вывод VOS_FB подключается к цепи внешней обратной связи для регулирования выходного напряжения устройства. Общее сопротивление этой цепи должно быть менее 1 МОм. Усилитель ошибки напряжения получает сигнал обратной связи от вывода VOS_FB. Напряжение обратной связи сравнивается с внутренним опорным напряжением для получения стабильного и точного выходного напряжения.

На выводе индикатора исправного питания PG устанавливается высокий уровень, когда напряжение достигает определенного порогового значения. При снижении напряжения ниже этого значения на выводе устанавливается низкий уровень.

Вывод PG_DLY позволяет регулировать время задержки PG. При подключении этого вывода к земле через резистор со значением от 10 кОм до 100 кОм можно настроить время задержки от 0,5 мс до 40 мс. При подключении вывода к земле без дополнительного сопротивления время задержки PG устанавливается по умолчанию составляет 2 мс.

Контакты VREG и VREG_Q подключаются к земле через развязывающий конденсатор.

Выводы PGND и GND соединяются с землей.

2. Расчет и выбор компонентов

2.1. Выбор основных компонентов

В таблице 2.1 представлены рекомендуемые значения некоторых компонентов схемы.

Таблица 2.1 – рекомендуемые значения компонентов.

Компонент	Значение
C_{IN} , мкФ	8,2 и более
C_{OUT} , мкФ	от 18 до 47
L , мкГн	от 3,3 до 6,2
C_{VREG} , мкФ	от 3,9 до 5,6

Поскольку устройство TPS55160-Q1 переключается на частоте 2 МГц, следует использовать экранированный индуктор и керамические конденсаторы типа X5R или X7R.

Для входного конденсатора номинальное напряжение должно быть больше максимального входного напряжения, поэтому выбираем два конденсатора по 10 мкФ, рассчитанные на 50 В.

Выходной конденсатор подключается к напряжению 9 В, поэтому необходимо установить два конденсатора емкостью 22 мкФ, которые рассчитаны на 10 В и более. Также установим еще один конденсатор емкостью 2,2 мкФ, рассчитанный на 10 В или более, параллельно выходным конденсаторам.

Для фильтрации шумов на выводе V_{OUT_SENSE} рекомендуется добавить высокочастотный развязывающий конденсатор емкостью 0,1 мкФ, рассчитанный на 25 В или более.

Устройство имеет внутренний предел пикового тока, равный 4,5 А. Силовой индуктор не должен насыщаться во время работы, поэтому выбираем катушку индуктивности 4,7 мкГн с током насыщения свыше 4,5 А и активным сопротивлением менее 40 мОм.

В качестве нагрузочных конденсаторов, подключаемых к выводам BST1 и BST2, рекомендуется использовать конденсатор емкостью 0,1 мкФ, рассчитанный на 15 В или более.

Для повышения помехоустойчивости и стабилизации внутреннего регулятора к выводу VREG рекомендуется подключить конденсатор емкостью 4,7 мкФ, рассчитанный на 25 В или более.

Для вывода PG требуется внешний подтягивающий резистор для индикации состояния питания. Выбираем резистор сопротивлением 100 кОм.

2.2. Расчет резисторов делителя напряжения

Для регулирования выходного напряжения используется резистивный делитель. Рассчитать сопротивление резисторов можно по формуле:

$$V_{OUT} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \times V_{FB},$$

где V_{OUT} – выходное напряжение ($V_{OUT} = 9$ В), V_{FB} – напряжение обратной связи ($V_{FB} = 0,8$ В).

Отсюда получаем $R_1 = 205$ кОм и $R_2 = 20$ кОм.

3. Расчет стоимости производства платы

3.1. Стоимость текстолита

Спроектированная двухслойная плата имеет размеры $45,5 \times 25,8 \times 1,5$ мм и толщину проводящих слоев 0,035 мм. Минимальная ширина проводников равна 0,3 мм, минимальный диаметр отверстий также равен 0,3 мм. Расчет стоимости текстолита производился с помощью калькулятора на сайте pcbway.com. Без учета доставки примерная стоимость текстолита составляет 5,2\$.

3.2. Стоимость компонентов

Расчет стоимости электронных компонентов производился на сайте mouser.com. На рисунке 3.1 представлен список всех компонентов и их стоимость.

Наименование	Производитель	Количество	Стоимость
CL31A106KBHNNNE	Samsung electro-mechanics	2	\$0,57
CC0603JRX7R9BB104	YAGEO Corp.	3	\$0,18
CC0603KRX5R8BB475	YAGEO Corp.	1	\$0,41
CC0603MPX5R6BB226	YAGEO Corp.	2	\$1,43
CC0603KRX7R6BB225	YAGEO Corp.	1	\$0,49
TPS55160QPWPRQ1	Texas Instruments	1	\$7,39
TLMG1100-GS08	Vishay Intertechnology, Inc.	1	\$0,71
SRP7028A-4R7M	Bourns, Inc.	1	\$1,72
RC0603FR-07100KL	YAGEO Corp.	1	\$0,16
RC0603FR-07205KL	YAGEO Corp.	1	\$0,16
RC0603FR-0720KL	YAGEO Corp.	1	\$0,16
TDD01H0SB1R	C&K	3	\$3,22
SDA01H1SBD	C&K	1	\$1,99
SD24C-01FTG	Littelfuse, Inc.	1	\$0,78
DS1029-2-MRW6XB	Connfly Electronic Co. LTD.	1	\$0,07
DS1069-3 MR-A	Connfly Electronic Co. LTD.	1	\$0,05

Рисунок 3.1 – электронные компоненты и их стоимость

Общая стоимость компонентов составляет 28,29\$.

Таким образом, общая стоимость всей платы будет равна 33,49\$.

Заключение

В ходе лабораторной работы был разработан понижающий-повышающий преобразователь напряжения. Дано описание микросхемы, выполнен расчет электронных компонентов, а также рассчитана стоимость изготовления печатной платы. Предоставлены принципиальная электрическая схема, файлы производства, перечень электронных компонентов и файлы проекта Altium Designer.