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: Преобразователь напряжения

Студент гр. 3331506/70401 Паньков И.С.

Преподаватель Капустин Д.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc57936290)

[1 Цели и задачи 4](#_Toc57936291)

[2 Описание функциональной схемы 5](#_Toc57936292)

[3 Выбор элементов обвязки 6](#_Toc57936293)

[3.1 Расчёт резисторов для делителя напряжения 6](#_Toc57936294)

[3.2 Расчёт резистора для настройки частоты 7](#_Toc57936295)

[3.3 Расчёт резистора для ограничения пикового тока 7](#_Toc57936296)

[3.4 Расчёт катушки индуктивности 9](#_Toc57936297)

[3.5 Расчёт выходного конденсатора 12](#_Toc57936298)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 14](#_Toc57936299)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 15](#_Toc57936300)

# ВВЕДЕНИЕ

# Цели и задачи

Задача: разработать повышающий преобразователь напряжения DC/DC 5 В/12 В. Мощность преобразователя — 5 Вт. Преобразователь должен обеспечивать работу в диапазоне входных напряжений от 5 В до 9 В. В устройстве должна присутствовать индикация напряжения питания на выходе. Устройство должно быть защищена от короткого замыкания на выходе источника.

# Описание функциональной схемы

Функциональная схема устройства приведена в приложении А.

# Выбор элементов обвязки

## Расчёт резисторов для делителя напряжения

Микросхема TPS61378-Q1 имеет два способа настройки выходного напряжения : фиксированный и регулируемый. В обоих случаях настройка осуществляется с помощью делителя напряжения, состоящего из двух резисторов — верхнего  и нижнего . Делитель напряжения подключается между выводом FB и потенциалом земли (GND).

В случаях, когда сопротивление нижнего резистора  внешнего делителя напряжения меньше 16 кОм, микросхема использует внутренний делитель напряжения и работает в фиксированном режиме, выдавая в зависимости от номинала нижнего резистора  напряжение  равное 5 В ( кОм), 5,25 В ( кОм) или 5,5 В ( кОм).

В случаях, когда сопротивление нижнего резистора  внешнего делителя напряжения больше 16 кОм, микросхема использует внешний делитель напряжения и работает в регулируемом режиме, выдавая выходное напряжение , В, которое вычисляется по формуле



где  — опорное напряжение, В; микросхема TPS61378-Q1 имеет опорное напряжение  В.

Задавшись выходным напряжением  В, путём несложных математических преобразований найдём из формулы соотношение между номиналами резисторов:



Принимая в учёт соотношение , рекомендацию по выбору нижнего резистора  кОм и условие для работы микросхемы в регулируемом режиме  кОм, выберем  кОм и  кОм.

## Расчёт резистора для настройки частоты

Микросхема TSP61378-Q1 осуществляет фиксированный контроль частоты переключения ключа , которая может принимать значения от 200 кГц до 2,2 МГц и настраивается с помощью резистора , подключенного между выводом FREQ и потенциалом земли (GND). Частота переключения связана с номиналом резистора по эмпирической формуле



где  — частота переключения ключа (транзистора), МГц;

 — сопротивление резистора, кОм.

Зададимся частотой переключений  МГц и рассчитаем номинал резистора:



Возьмём ближайший по ряду E24 резистор номиналом  кОм и пересчитаем частоту переключений:



## Расчёт резистора для ограничения пикового тока

Микросхема TSP61378-Q1 осуществляет внутренний контроль пикового тока и переводит ключ в закрытое состояние при достижении током порогового значения . Оно может быть настроен с помощью резистора , подключенного между выводом ILIM и потенциалом земли (GND). Пороговое значение тока связано с номиналом резистора по эмпирической формуле



где  — пороговое значение пикового тока, А;

 — сопротивление резистора, кОм.

Зададимся пороговым значение тока  и рассчитаем номинал резистора:



Возьмём ближайший по ряду E24 резистор номиналом  кОм.

## Расчёт катушки индуктивности

Для работы импульсному повышающему преобразователю напряжения необходима катушка индуктивности для запасания энергии. Размах пульсации тока в катушке , А может быть вычислен по формуле



где  — входное напряжение питания, В;

 — выходное напряжение преобразователя, В;

 — коэффициент заполнения импульса;

 и  — длительность и период импульса соответственно, с;

 — индуктивность катушки, Гн;

 — частота переключения ключа (транзистора), Гц.

Поскольку мощности на входе и на выходе преобразователя напряжения связаны следующим соотношением:



где  и  — мощности на входе и на выходе преобразователя напряжения соответственно, Вт;

 — коэффициент полезного действия преобразователя напряжения,

можно выразить размах пульсации тока с учётом  как



где  — коэффициент пульсации тока;

 — входной ток, А.

Из формул и можно получить выражение для индуктивности катушки, которое принимает вид



Из формулы также несложно выразить коэффициент заполнения как



Подставив формулу в , получим



Определим зависимость индуктивности катушки от входного напряжения:



откуда ясно, что величина требуемой индуктивности как функция входного напряжения  имеет локальный максимум в точке  В, и, в силу ограниченности входного напряжения, условные минимумы в точках  В и  В. При этом в точке  В индуктивность имеет глобальный максимум на рассматриваемом диапазоне входных напряжений

Задавшись значениями , ,  В,  Вт и  МГц вычислим минимальное и максимальное значения требуемой индуктивности соответственно при  В и  В по формуле :





Возьмём катушку индуктивности номиналом 10 мкГн. Определим другие параметры катушки.

Пиковый ток катушки индуктивности , А вычисляется по формуле



или, с учётом уравнений , и ,



Рассчитаем минимальное и максимальное значения пикового тока соответственно при  В и  В:





Действующее (среднеквадратичное) значение тока катушки индуктивности , А вычисляется по формуле



или, с учётом уравнений , и ,



Рассчитаем минимальное и максимальное действующие значения тока соответственно при  В и  В:





Важно, чтобы пиковые значений тока не превышали ток насыщения катушки индуктивности, а действующие значения тока не превышали её номинального тока. Исходя из этих соображений выберем катушку индуктивности DEM8045Z-100M.

Теперь проверим, что во всех локальных экстремумах значение коэффициента пульсации тока не превышает допустимых значений, то есть удовлетворяет условию

:

;

;

Как видно, условие не нарушается, а значит, выбранная катушка индуктивности удовлетворяет поставленным требованиям.

## Расчёт выходного конденсатора

Также импульсному преобразователю напряжения необходим выходной конденсатор для запасания энергии, обеспечения стабильности колебательного контура и уменьшения выбросов напряжения при переходных процессах. Требуемая ёмкость выходного конденсатора , Ф может быть вычислена по формуле



или, с учётом ,



где  — входное напряжение питания, В;

 — выходное напряжение преобразователя, В;

 — выходная мощность преобразователя, Вт;

 — выходной ток преобразователя, А;

 — частота переключения ключа (транзистора), Гц;

 — требуемый размах пульсаций выходного напряжения, В.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Функциональная схема устройства