Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

Методическое обеспечение дисциплины

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Смоленск – 2021 г.

Методические материалы составил:
Заведующий кафедрой
«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент _____ Якименко Игорь Владимирович
подпись ФИО

«24» июня 2021 г.

Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники**»:**

_____ Смолин Владимир Алексеевич
подпись ФИО

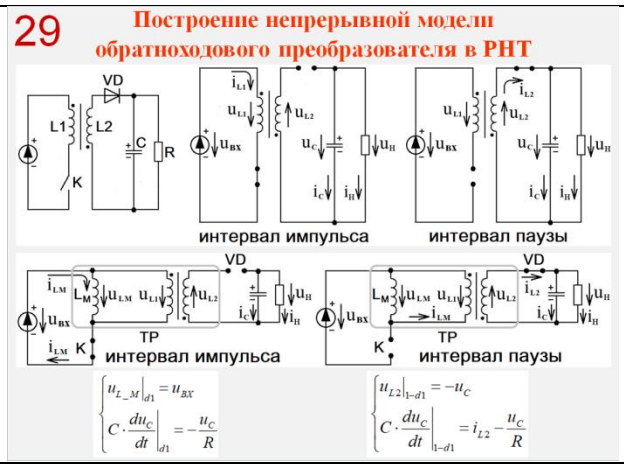
«02» июля 2021 г.

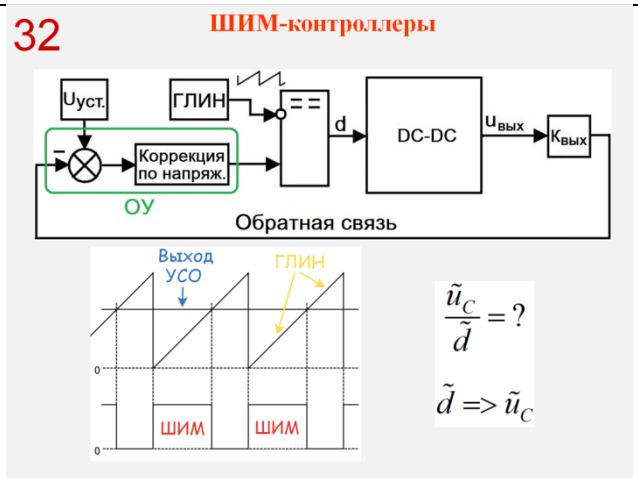
1. Методическое обеспечение лекций

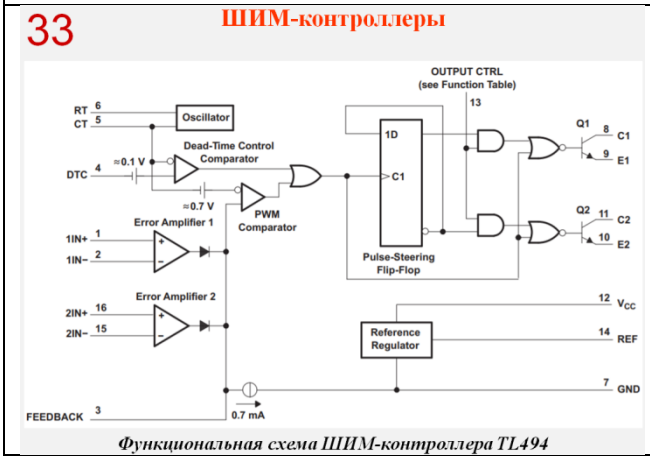
Цель лекций – изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов изучаемой дисциплины, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

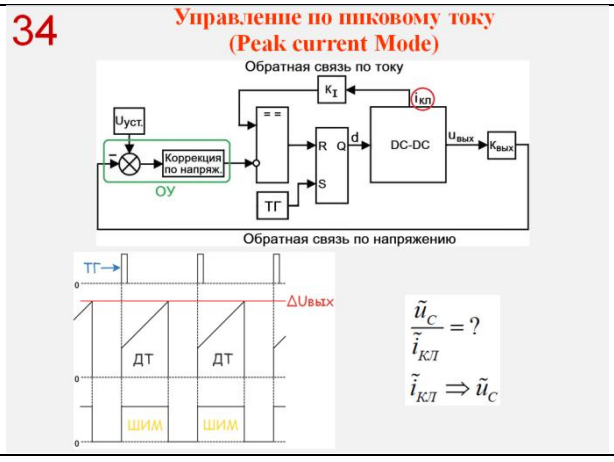
1. Комплект лекций в формате мультимедийных презентаций расположен на сайте кафедры: https://drive.google.com/drive/folders/1zWIa9RSfUTbQjZb1QGLQce2um5tfZZhu?usp=sharing

Фрагмент лекции в формате мультимедийной презентации:









2. **Методическое обеспечение лабораторных работ**

Цель лабораторных работ – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения научно-исследовательских задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на лабораторные работы расположены по ссылке:
https://drive.google.com/drive/folders/1zWIa9RSfUTbQjZb1QGLQce2um5tfZZhu?usp=sharing

Пример задания на лабораторную работу:

Лабораторная работа № 3
Исследование процессов коммутации силовых ключей

Цель работы – исследовать работу транзисторов и диодов в импульсном преобразователе с непосредственной связью

1 Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд выполнен в виде автономного модуля. Лицевая панель стенда показана на рис. 1. Плата источника питания, специально разработанная для экспериментальных исследований импульсных DC/DC-преобразователей. Плата позволяет исследовать:

– характерные особенности, присущие силовым дросселям, такие как насыщение, потери и тепловые эффекты, а также их взаимосвязь с физическими характеристиками;

– влияние режимов работы импульсных преобразователей на параметры дросселей;

– влияние параметров дросселей на функционирование и рабочие характеристики импульсных преобразователей;

– переходные процессы при коммутации полупроводниковых приборов;

– влияние системы управления на свойства импульсного преобразователя.

Плата состоит из двух частей. В верхней части платы расположен понижающий стабилизатор, выполненный на контроллере с гистерезисным управлением LM3475 компании Texas Instruments. Этот контроллер работает при входном напряжении от 5 до 10 В и обеспечивает выходное напряжение 3.3 В при максимальном токе нагрузки 1.2 А. В нижней части платы расположен понижающий стабилизатор, выполненный на контроллере с управлением по пиковому току TPS54160 компании Texas Instruments. Данный контроллер имеет входное напряжении от 6 до 18 В и формирует выходное напряжение 3.3 В при максимальном токе нагрузки 1.2 А. Питание на плату подаётся через разъёмы J10–J11 типа «банан». Напряжение питания можно подать либо на стабилизатор LM3475, замкнув контакты J15–J19, либо на стабилизатор TPS54160, замкнув контакты J19–J23. Нагрузка может быть подключена к выходу стабилизатора LM3475 через клеммную колодку J12 либо к выходу стабилизатора TPS54160 через клеммную колодку J32.

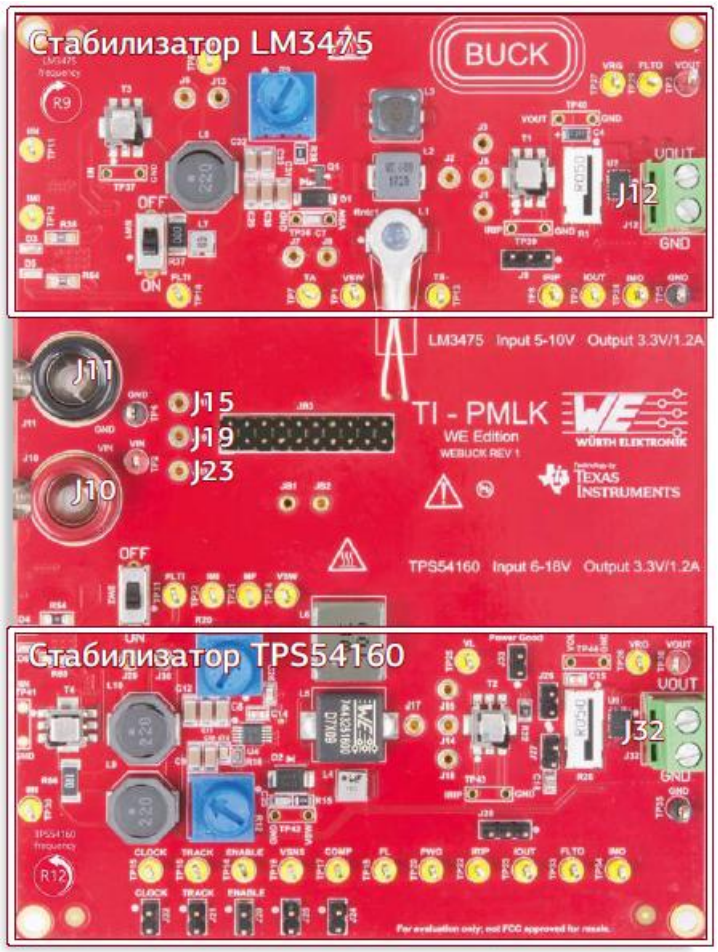


Рисунок 1 – Стенд для изучения принципа работы импульсных преобразователей

2 Рабочее задание

1. Установить начальную конфигурацию (см. рис. 1):

Установить перемычку J15–J19, стабилизатор LM3475 подключён к входу питания.

Установить перемычку J1–J5, подключён дроссель L1.

Установить перемычку J9 в положение 2-3, разделение постоянной и переменной составляющих тока дросселя.

Повернуть подвижной контакт подстроечного резистора R9 вправо до упора.

2. Включите Осциллограф, переведите все каналы в режим открытого входа («DC coupling») с входным сопротивлением 1 МОм и с ограничением полосы пропускания 20 МГц («20 MHz BW limit»). Включите режим синхронизации по нарастающему фронту канала 2. Установите коэффициент развёртки 500 нс/дел, коэффициент масштабирования по вертикали каналов 1 и 2 — 5 В/дел, канала 3 — 20 мВ/дел, канала 4 — 500 мВ/дел. Установите для канала 3 режим сбора с усреднением по 8 измерениям.

3. Включите Мультиметр и переведите его в режим измерения постоянного напряжения.

4. Включите Источник питания, переключите кнопку «OUT ON» в положение «OFF», установите выходное напряжение 10 В и ограничение по току на уровне 1.5 А.

5. Включите Электронную нагрузку, переключите кнопку «LOAD ON» в положение «OFF», включите режим постоянного тока и установите ток на уровне 0.0 А.

6. Переключите в положение «ON» кнопки «OUT ON» Источника питания и «LOAD ON» Электронной нагрузки. На Мультиметре вы должны увидеть постоянное напряжение около 3.36 В (выходное напряжение Vout), а по каналу 1 Осциллографа — постоянное напряжение 10 В (выходное напряжение Vin).

7. Плавно увеличивайте ток Электронной нагрузки до тех пор, пока сигнал по каналу Осциллографа не достигнет уровня 1.0 В. При необходимости выполните точную подстройку напряжения Источника питания, чтобы установить Vin = 10.0 В.

8. Контролируя частоту коммутации fsw по сигналу канала Осциллографа (напряжение точки коммутации Vsw), поворачивайте подвижной контакт подстроечного резистора R9 до тех пор, пока частота не станет равной 500 кГц. По каналу Осциллографа вы должны наблюдать треугольный сигнал с размахом около 80 мВ. Поскольку коэффициент передачи схемы измерения тока равен 1 А/В, сигнал на экране Осциллографа полностью идентичен сигналу тока (чтобы получить менее зашумлённый сигнал, включите для канала Осциллографа режим сбора с усреднением по 4 или по 8 измерениям).

9. Измерьте среднее значение входного напряжения Vin по каналу 1 Осциллографа.

10. Измерьте коэффициент заполнения D сигнала напряжения точки коммутации Vsw по каналу Осциллографа.

[Примечание. Как правило, осциллографы автоматически измеряют частоту и коэффициент заполнения прямоугольных сигналов, подобных сигналу напряжения в точке коммутации Vsw. Если в вашем осциллографе такие функции отсутствуют, то воспользуйтесь режимом курсорных измерений: поместите вертикальные курсоры на нарастающий и спадающий фронты сигнала Vsw, измерьте период коммутации Tsw и длительность импульса ton, как показано на Рис. 2, а затем вычислите значение коэффициента заполнения D = ton/Tsw; период коммутации Tsw и длительность импульса ton также можно измерить по сигналу тока пульсаций, поместив курсоры в точки минимального и максимального пикового значений треугольного сигнала.]

11. Измерьте размах пульсаций тока ΔiLpp по каналу Осциллографа.

12. Измерьте средний выходной ток Iout по каналу Осциллографа.

13. Запишите измеренные значения в Таблицу.

14. Уменьшите ток Электронной нагрузки до 0.0 А, переключите в положение «OFF» кнопки «LOAD ON» Электронной нагрузки и «OUT ON» Источника питания.

15. Установите перемычку J2–J5, чтобы подключить дроссель L2, и повторите соответствующие измерения.

16. Установите перемычку J3–J5, чтобы подключить дроссель L3, и повторите соответствующие измерения.

17. Выключите Электронную нагрузку, Источник питания, Мультиметр и Осциллограф. На Рис. 2 и 3 показаны ожидаемые осциллограммы сигналов напряжения в точке коммутации и пульсаций тока для дросселя L1 при токе нагрузки 0.2 А и 1.2 А соответственно. На Рис. 2 дополнительно отмечено прямое падение напряжения VD1 на диоде D1 во время паузы tOFF.

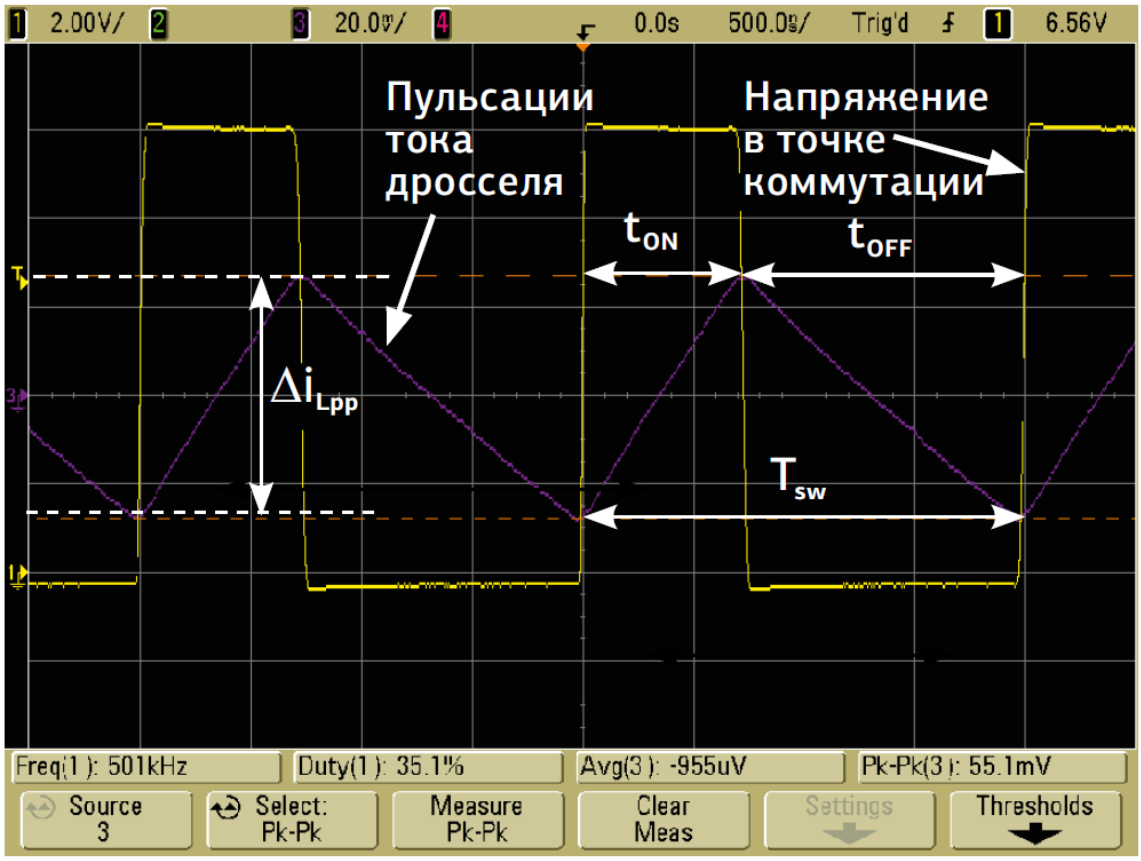


Рисунок 2 –Осциллограммы при использовании дросселя L1 и при токе нагрузки 0.2 А

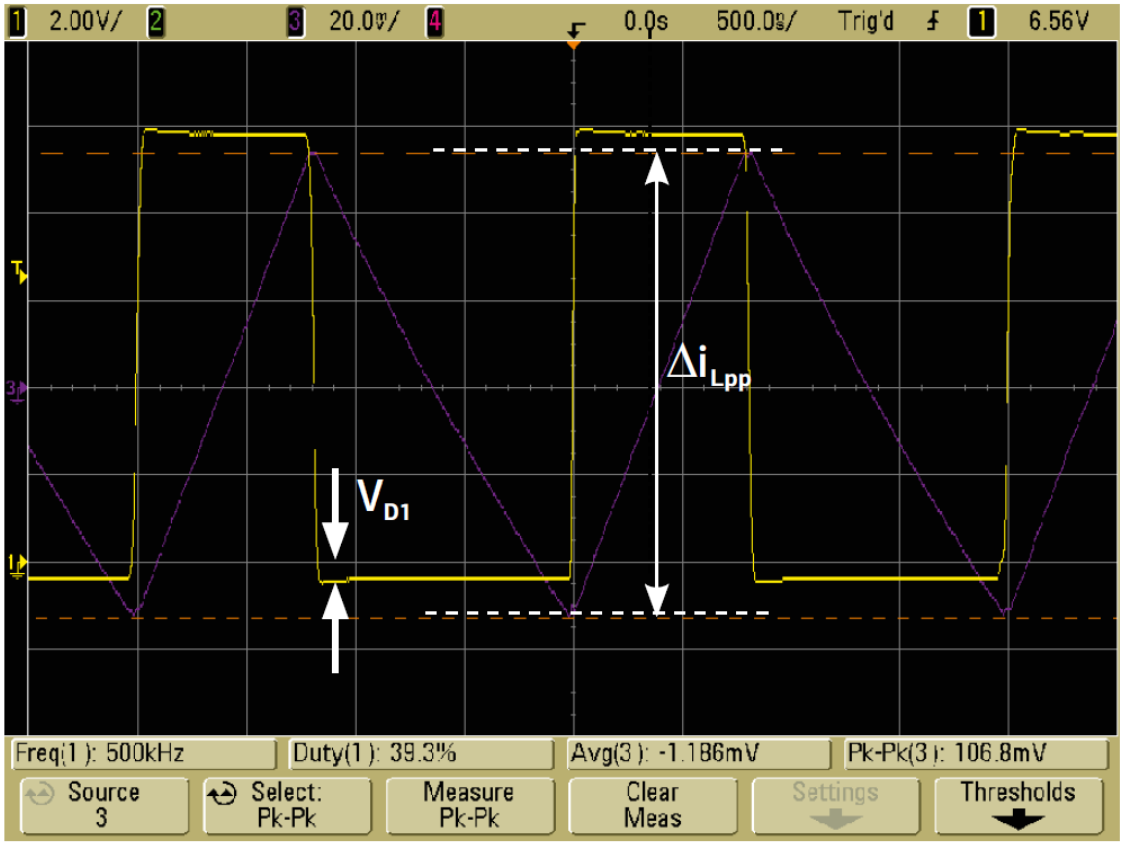


Рисунок 3 – Осциллограммы при использовании дросселя L1 и при токе нагрузки 1.2 А

Контрольные вопросы

1. Как влияет изменение тока нагрузки на КПД преобразователя?
2. Как влияет изменение входного напряжения на КПД преобразователя?
3. Что такое эффект Миллера?
4. Привести осциллограммы коммутации ключей и диодов импульсного преобразователя.
5. Как влияет изменение токов в затворной цепи МОП-транзистора на скорость переключения и динамические потери?

3. **Методическое обеспечение проведения экзамена:**

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет цель оценить уровень теоретические знания обучаемых, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач, а также оценить уровень освоения компетенций, закрепленных за дисциплиной.

Вопросы для подготовки к экзамену расположены по ссылке:
https://drive.google.com/drive/folders/1zWIa9RSfUTbQjZb1QGLQce2um5tfZZhu?usp=sharing