

521382(075)
M 207

N 5189



И.В. МАЛЫШЕВ

**СХЕМОТЕХНИКА
ИМПУЛЬСНЫХ И ЦИФРОВЫХ
УСТРОЙСТВ**

5/21

621,382(075)

M 207

УДК 621.374 (075.8)+681.32 (075.8)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И.В. МАЛЫШЕВ

СХЕМОТЕХНИКА ИМПУЛЬСНЫХ И ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Таганрог 2014

УДК 621.374 (075.8)+681.32 (075.8)

И.В. Малышев. Схемотехника импульсных и цифровых устройств: Учебное пособие.-Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014.-397с.

Учебное пособие предназначено для бакалавров и магистров направления 210100.68 (коды 11.03.04, 11.04.04.) «Электроника и наноэлектроника», профиля подготовки « Электронные приборы и устройства».

Лекционно-практические занятия проводятся в пятом и шестом семестрах и включают изучение тем, рассматривающих схемотехническую реализацию как базовых ключевых устройств, поведение различных цепей при импульсном воздействии и их спектральный анализ, так и вопросы построения генераторов импульсов различной формы и устройств с импульсным преобразованием на различных полупроводниковых приборах и микросхемах.

Рассматриваются также вопросы применения прикладных пакетов компьютерных программ Multisim и Microcap к расчёту и анализу импульсных и цифровых устройств.

Предназначено для изучения соответствующих разделов курса и для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ и проектов бакалаврами, специалистами и магистрами.

Табл. 17. Илл. 177. Библиогр.: 10.

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент кафедры ТМиНА ИТА ТРТИ ЮФУ **С.П. Авдеев**;

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник ДНР НПП «Спецстройсвязь» **И.М. Пономарёв**.

1543716

БИБЛИОТЕКА
Научно-техническое
отделение ЗНБ ЮФУ
(г.Таганрог)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем учебном пособии собраны теоретические и практические материалы для изучения курсов «Электротехника и электроника», «Электронные цепи и микросхемотехника» и «Твердотельная электроника», которые изучают студенты направления «Электроника и наноэлектроника» профиля подготовки «Электронные приборы и устройства» в Институте Нанотехнологий, Электроники и Приборостроения Инженерно-Технологической Академии «Таганрогский Радиотехнический Институт» Южного Федерального Университета.

Учебное пособие разбито на три больших раздела, посвящённых поведению электрических цепей при импульсном воздействии входного напряжения (разд. 1), схемным реализациям генераторов импульсов различных форм (разд. 2) и устройствам с импульсным преобразованием (разд. 3). В конце третьего раздела приведена практическая часть, посвящённая применению пакетов компьютерных программ Multisim и Microcap к расчёту и анализу импульсных и цифровых устройств, что очень полезно для выполнения лабораторного практикума.

Пособие рекомендовано для использования в рамках модульной системы подготовки бакалавров и магистров.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.	4
1.1. ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ И ЦИФРОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗУЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ.	7
Описание импульсных сигналов.....	8
Анализ переходных процессов (динамических режимов) в импульсных схемах.....	12
Диоды с барьером Шоттки	25
Устройство и принцип действия биполярного транзистора.....	26
Динамические характеристики биполярного транзистора.....	35
Устройство и принцип действия униполярного транзистора.....	37
Динамические характеристики полевых транзисторов.....	47
1.2. АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ КЛЮЧИ НА БАЗЕ РАЗЛИЧНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СХЕМНЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ.	50
Диодные ключи. Структура и статические характеристики передачи.	53
Прохождение импульса напряжения через диодный ключ.	58
Аналоговые и цифровые ключи.....	66
Цифровые ключи на биполярных транзисторах. ..	68
Ненасыщенные цифровые ключи на биполярных транзисторах.....	76

Аналоговые коммутаторы (аналоговые ключи) на биполярных транзисторах.....	78
Ключи на полевых транзисторах.....	83
1.3 СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, АЧХ И ФЧХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ. СПЕКТР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ.ИМПУЛЬСНЫЕ СИГНАЛЫ.	92
Принцип динамического представления.....	96
Функция включения.....	97
Спектральный анализ периодических сигналов. ..	99
1.4.СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕБАНИЙ С ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ И МАНИПУЛЯЦИЕЙ.....	113
Основные виды импульсной модуляции.....	113
Амплитудно-импульсная модуляция.	117
Широтно-импульсная модуляция (ШИМ).....	121
Временная импульсная модуляция (ВИМ).....	121
Основные виды манипуляции сигналов.	122
Частотная манипуляция.	124
Фазовая манипуляция.....	127
Квадратурная манипуляция.	127
Импульсно-кодовая модуляция.....	128
Дифференциальная ИКМ.	129
Дельта-модуляция.....	130
Треллис-модуляция.	131
1.5 ИМПУЛЬСНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ. РЕЖИМЫ ИХ РАБОТЫ И РЕГУЛИРОВКИ.....	132
Импульсные усилители мощности.	132

Основные требования к импульсным усилителям мощности.....	135
Статические потери в транзисторном ключе.	137
Динамические потери в транзисторном ключе....	140
Потери при коммутации активной нагрузки.	141
Потери при коммутации активно-индуктивной нагрузки.....	143
Методы снижения динамических потерь.	148
Режим импульсного регулирования мощности....	152
Схема транзисторных усилителей мощности.....	156
2. СХЕМОТЕХНИКА ГЕНЕРАТОРОВ ИМПУЛЬСОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ.	159
Основы теории генераторов, баланс амплитуд и фаз.....	159
2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (БЛЭ).	163
Реализация логических функций.	163
Интегральные компараторы.....	171
Параметры логических элементов.....	174
2.2. ИМПУЛЬСНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ. ТРАНЗИСТОРНО- ТРАНЗИСТОРНАЯ ЛОГИКА.	183
Эмиттерно-связанная логика.....	192
Интегральная инжекционная логика.....	197
Логические элементы на МДП-транзисторах.....	200
Логические элементы на ключах с динамической нагрузкой.....	201
Логические элементы на комплементарных ключах(КМДПТЛ).....	203

2.3. ТРИГГЕРЫ НА ТРАНЗИСТОРАХ И ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ.	205
Симметричный триггер на дискретных элементах.	205
Несимметричный триггер.	214
2.4. ОДНОВИБРАТОРЫ И МУЛЬТИВИБРАТОРЫ НА ТРАНЗИСТОРАХ И ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ.	221
Принцип действия генераторов.	221
Мультивибраторы.	222
Мультивибратор на логических элементах.	231
Одновибраторы.	235
Одновибратор на логических элементах.	246
2.5. БЛОКИНГ-ГЕНЕРАТОРЫ И ГЕНЕРАТОРЫ ИМПУЛЬСОВ НА ТРАНЗИСТОРАХ И ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ.	249
Ждущий режим работы блокинг-генератора.	249
Автоколебательный режим работы блокинг-генератора.	257
Генераторы импульсов на операционных усилителях.	263
2.6. ГЕНЕРАТОРЫ ЛИНЕЙНО ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ (ГЛИН). ГЛИН С ТРАНЗИСТОРНЫМ КЛЮЧОМ. ГЛИН С ТОКОСТАБИЛИЗИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ.	271
Принцип действия генераторов ГЛИН.	271
Генератор ЛИН с токостабилизирующим элементом.	279
2.7. ГЛИН С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ И ГЛИН С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ.	285

Генератор с дополнительной интегрирующей цепочкой.	292
Генератор ЛИН с отрицательной обратной связью.	294
2.8. ГЕНЕРАТОР ЛИНЕЙНО ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ТОКА (ГЛИН). ФАНТАСТРОНЫ.	301
Генераторы линейно изменяющегося тока.	303
3. УСТРОЙСТВА С ИМПУЛЬСНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ.	310
3.1. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ТАЙМЕРЫ И ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ИХ ОСНОВЕ.	310
Типы таймеров.	310
Интегральный таймер.	313
Автогенератор.	314
Ждущий мультивибратор.	320
3.2. СИЛОВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ТИРИСТОРАХ.	322
Схемы управления тиристорами.	326
Запирание тиристоров.	339
3.3. КВАРЦЕВАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ИМПУЛЬСОВ В ПРАКТИЧЕСКОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ.	342
3.4. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ К РАСЧЕТАМ И АНАЛИЗУ ИМПУЛЬСНЫХ И ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ.	349
3.4.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЫ MULTISIM ДЛЯ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ.	349
3.4.2 МАКРОМАДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА MICROCAP.	356
Общие сведения о моделях компонентов.	356

Пассивные компоненты (Passive components)	358
ALUE: 51k.....	359
PART: C8	359
MODEL:	359
Диод (Diode) и стабилитрон (Zener). Формат:.....	360
PART: VD1.....	360
MODEL: D104A.....	360
Активные компоненты (Active components).....	360
Биполярные транзисторы (Bipolar transistor) Формат:.....	361
Арсенид-галлиевый полевой транзистор (GaAsFET) .Формат:	361
МОП-транзисторы (MOSFET). Формат:.....	362
Полевые транзисторы (JFET). Формат:.....	362
Операционные усилители (OPAMP) Формат:.....	363
Источники сигналов (Waveform sources)	364
[DC] <значение> – постоянное напряжение или ток	366
Таблица 3.4.3.....	366
Таблица 3.4.4.....	367
Таблица 3.4.5.....	368
Линейные зависимые источники (Dependent sources) 369	
Линейные управляемые источники, задаваемые преобразованиями Лапласа (Laplace sources)	369
Функциональные источники сигналов (Function sources)	370
Смесь (Miscellaneous)	371
Макромодели, заданные схемами замещения (Macros).....	372
Макромодели, заданные текстовым описанием (Subckts).....	373

Соединители (Connectors)	373
Цифровые компоненты	374
Модели генераторов цифровых сигналов	378
Модели цифровых вентилях	380
Модели триггеров.....	382
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	395

Учебное издание

Мальшев Игорь Владимирович

Схемотехника импульсных и цифровых устройств

Ответственный за выпуск Мальшев И.В.

Редактор Кочергина Т.Ф.

Корректор Надточий З.И.

Подписано в печать

Заказ № 110 Тираж 50 экз.

Формат 60x84¹₁₆. Усл. п. л. – 33,3. Уч.-изд. л. – 33,3.

Издательство Южного Федерального Университета

344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1.

Тел. (863)2478051.

Отпечатано в Секторе обеспечения полиграфической
продукцией кампуса в г. Таганроге отдела полиграфической,
корпоративной и сувенирной продукции ИПК КИБИ МЕДИА

ЦЕНТРА ЮФУ. ГСП 17А, г. Таганрог, 28, ул. Энгельса, 1.

Тел. (8634)371717