

УДК 004.9:621.37/.39(075.8)
ББК 32.844-02
А49

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор М. Л. Белов; доктор техн. наук, доцент Д. А. Перепёлкин.

Алехин В. А.

А49 OrCAD 17.2. Анализ и проектирование электронных устройств. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 328 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0778-2.

Изложены вопросы анализа и схемотехнического проектирования электронных устройств в системе автоматизированного проектирования OrCAD 17.2 компании Cadence. Рассмотрено моделирование разнообразных электронных схем в бесплатной учебной программе схемотехнического графического редактора проектов OrCADCapture Lite, предназначенного для создания принципиальных схем и моделирования в программе PSpice 17.2. Изучаются основные методы работы в OrCAD 17.2: создание проектов, режимы моделирования цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, длинных линий, многовариантный анализ, анализ методом Монте Карло, температурный анализ, анализ шумов, аналоговые поведенческие модели, моделирование цифровых и смешанных схем, создание иерархических проектов. Рассмотрены вопросы подготовки схем для этапа проектирования печатных плат, приведены примеры ручной маршрутизации в редакторе печатных плат OrCADPCBEditor и автоматической маршрутизации в OrCADPCBRouter. Книга написана на основе технической документации компании Cadence и может служить руководством пользователя при работе с последними версиями программы OrCAD (OrCAD 16 и OrCAD 17). Материалы книги использовались в учебном процессе в Российском технологическом университете (МИРЭА).

Для студентов, обучающихся по направлению 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника», а также студентов других направлений, изучающих технологии проектирования вычислительных устройств и электронной аппаратуры средствами САПР. Будет полезно инженерно-техническим работникам, специализирующимся в области разработки и конструирования электронной аппаратуры.

ББК 32.844-02

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

Алехин Владимир Александрович

OrCAD 17.2. Анализ и проектирование электронных устройств

Учебное пособие для вузов

Тиражирование книги начато в 2019 г.

Все права защищены.

Любая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения правообладателя.

© ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

www.techbook.ru

© В. А. Алехин

Оглавление

Введение	3
1. Начало работы в OrCAD 17.2	6
1.1. Системные требования	6
1.2. Что такое Spice-модели электронных компонентов ...	7
1.3. Установка пакета OrCAD 17.2 Lite	8
1.4. Структура и состав пакета программ OrCAD 17.2 Lite	9
1.5. Состав программ OrCAD PSpice	10
1.6. Ограничения в учебных программах OrCAD 17.2 Lite	11
1.7. Процесс моделирования в OrCAD	13
1.8. Создание первого проекта	16
1.9. Поведение менеджера проекта	22
1.10. В чем разница между понятиями <i>a part</i> и <i>a symbol</i> ..	22
1.11. Создаем первую схему из символов	23
1.12. Моделирование первой схемы	27
1.13. Окно команд TCL	33
1.14. Редактор схем и компонентов	33
1.14.1. Редактор схемных страниц	33
1.14.2. Редакторы схем и компонентов	34
1.15. Панели инструментов Capture	40
1.16. Поиск в режиме Capture	43
1.17. Диалоговое окно «Настройки»	45
1.18. Справочная документация OrCAD	49
1.19. Контрольные вопросы.....	49
2. Анализ электрических цепей постоянного тока	51
2.1. Краткие теоретические сведения	51
2.1.1. Элементы, структура и основные законы электрических цепей.....	51
2.1.2. Основные законы электрических цепей	53
2.1.3. Расчет цепи методом контурных токов (МКТ)	53
2.2. Расчетное задание № 2.1	54
2.3. Компьютерное моделирование задания № 2.1	54
2.4. Делитель напряжения	57
2.5. Делитель токов	57
2.6. Метод эквивалентного генератора	58
2.6.1. Расчетное задание № 2.2.....	58
2.6.2. Компьютерное моделирование задания № 2.2	58

2.6.3. Баланс мощности	59
2.7. Согласование нагрузки с генератором. Развертка параметров	60
2.7.1. Параметрический анализ мощности при изменении значения резистора	61
2.7.2. Использование курсоров	65
2.7.3. Развертка двух параметров	66
2.8. Выходные характеристики биполярного транзистора	68
2.9. Анализ и отображение режима постоянного тока (Bias Point)	72
2.9.1. Сохранение режимов постоянного тока	75
2.9.2. Загрузка сохраненного режима постоянного тока ..	77
2.10. Контрольные вопросы	78
3. Анализ на переменном токе	80
3.1. Краткое теоретическое введение	80
3.1.1. Символический метод расчета	80
3.1.2. Мощность в цепи гармонического тока	81
3.1.3. Расчет цепи методом двух узлов	82
3.2. Расчетное задание	83
3.3. Компьютерное моделирование по заданию 3.2	83
3.3.1. Схема моделирования	85
3.3.2. Использование двух курсоров	87
3.4. Активный заграждающий фильтр	90
3.4.1. Моделирование активного заграждающего фильтра	91
3.4.2. Добавление и изменение графиков	94
3.5. Многовариантный анализ активного фильтра	97
3.5.1. Изменение величины резисторов	97
3.5.2. Изменение установки потенциометра обратной связи	101
3.6. Контрольные вопросы	104
4. Анализ методом Монте-Карло	106
4.1. Принципы метода Monte Carlo	106
4.2. Моделирование заграждающего фильтра по методу Монте-Карло	108
4.3. Исследование влияния точности двух видов компонентов	111
4.4. Повторное использование значений случайных параметров	112
4.5. Создание гистограмм	113
4.6. Контрольные вопросы	115
5. Анализ наихудшего случая	116
5.1. Функции сравнения для наихудшего случая	116

5.2. Анализ смещения частоты режекции в заграждающем фильтре	117
5.3. Оптимизация схемы по результатам анализа худшего случая	121
5.4. Контрольные вопросы	123
6. Электрические цепи с магнитной связью	124
6.1. Краткие теоретические сведения и расчет простых неразветвленных цепей	124
6.2. Компьютерное моделирование воздушного трансформатора	125
6.3. Связанные колебательные контуры	128
6.4. Нелинейные трансформаторы с магнитными сердечниками	131
6.5. Экспериментальное определение гистерезисной кривой	133
6.6. Типовые трансформаторы	135
6.7. Контрольные вопросы	136
7. Редактор стимулов	137
7.1. Ввод и редактирование стимулов	137
7.2. Стимулы для переходных процессов	138
7.2.1. Экспоненциальные источники	138
7.2.2. Профили моделирования	140
7.2.3. Импульсные источники	142
7.2.4. Синусоидальные сигналы	143
7.2.5. Простая частотная модуляция (SFFM)	144
7.2.6. Кусочно-линейная аппроксимация	145
7.3. Контрольные вопросы	146
8. Анализ переходных процессов	147
8.1. Краткое теоретическое введение	147
8.1.1. Классический метод расчета переходных процессов	149
8.2. Моделирование переходных процессов	152
8.3. Профиль моделирования переходных процессов	153
8.4. Планирование	156
8.5. Контрольные точки	157
8.6. Формирования временных зависимостей стимула на напряжения с использованием текстовых файлов	160
8.6.1. Кусочно-линейные стимулы с однократным повторением	160
8.6.2. Текстовые стимулы с повторением	161
8.7. Контрольные вопросы	164
9. Проблемы сходимости и сообщения об ошибке	165

10. Анализ технических характеристик	167
10.1. Измерение времени фронта в RC-цепи	167
10.2. Зависимость времени нарастания от параметров цепи	169
10.3. Контрольные вопросы	172
11. Линии передачи	173
11.1. Определение линии с распределенными параметрами	173
11.2. Вывод телеграфных уравнений линии с потерями	173
11.3. Уравнения линии для гармонического сигнала. Характеристики параметры линии	174
11.4. Падающие и отраженные волны	175
11.5. Входное сопротивление линии	175
11.6. Уравнения линии без потерь	176
11.7. Режимы работы линии без потерь	176
11.8. Исследование линий передачи в OrCAD-17.2	176
11.8.1. Идеальная линия передачи без потерь	177
11.8.2. Линии с потерями	178
11.9. Примеры моделирования линии без потерь	179
11.9.1. Согласованная линия без потерь	179
11.9.2. Короткозамкнутая линия без потерь	180
11.9.3. Разомкнутая линия без потерь	181
11.9.4. Режим смешанных волн в линии без потерь	182
11.10. Исследование формы волны в линии без потерь	182
11.11. Контрольные вопросы	186
12. Аналоговые поведенческие модели	187
12.1. Обзор аналогового поведенческого моделирования	187
12.2. Размещение и спецификация компонентов АВМ	189
12.2.1. Имена цепи и имена устройств в выражениях АВМ	189
12.2.2. Необходимость использования глобального определения	190
12.3. Пример удвоителя напряжения	190
12.4. Пример компаратора	191
12.5. Пример умножителя	191
12.6. Пример фильтра нижних частот	192
12.7. Контрольные вопросы	194
13. Анализ шума	195
13.1. Виды шумов	195
13.2. Пример исследования шума в транзисторном усилителе	197
13.2.1. Настройка и анализ шума	197
13.3. Контрольные вопросы	202

14. Температурный анализ	203
14.1. Температурные коэффициенты	203
14.2. Запуск анализа температуры	204
14.3. Контрольные вопросы	205
15. Редактирование и создание PSpice модели	206
15.1. Редактирования параметров PSpice модели	206
15.2. Создание PSpice модели нового компонента	208
15.3. Контрольные вопросы	213
16. Цифровое моделирование	214
16.1. Модели цифровых устройств	214
16.1.1. Функциональное поведение	215
16.2. Цифровые цепи	217
16.2.1. Моделирование цифрового счетчика	218
16.2.2. Профиль цифрового моделирования	219
16.2.3. Отображение цифровых сигналов	220
16.3. Контрольные вопросы	222
17. Смешанное моделирование	223
17.1. Исследование аналогового компаратора с цифровым выходом	223
17.2. Исследование цифро-аналогового преобразователя	225
17.3. Контрольные вопросы	228
18. Создание иерархических проектов	229
18.1. Создание иерархического проекта	229
18.1.1. Создание плоского проекта полусумматора HalfAdd	230
18.1.2. Иерархические порты и off-page разъемы	231
18.1.3. Создание иерархического проекта Full Adder	233
18.1.4. Восходящий метод	234
18.1.5. Создание схемы полного сумматор	234
18.1.6. Добавление в проект аналоговых компонентов	238
18.1.7. Создание и сохранение компонентов для новых проектов	239
18.1.8. Нисходящий метод	242
18.2. Перемещение по иерархической конструкции	246
18.3. Моделирование полного сумматора	247
18.4. Контрольные вопросы	249
19. Испытательные стенды	250
19.1. Использование частичного моделирования проекта	251
19.2. Работа с тестовым стендом	252
19.2.1. Создание тестового стенда	252
19.2.2. Активация компонентов	254

19.3. Сравнение и обновление основного проекта	256
19.4. Контрольные вопросы	258
20. Обработка схем	259
20.1. Добавление ссылок для компонентов	259
20.2. Создание отчёта перекрёстных ссылок	262
20.3. Создание списка материалов	264
20.4. Добавление специфических свойств редактора РС ...	265
20.5. Проверка правил проектирования	267
20.6. Контрольные вопросы	270
21. Проектирование печатных плат с использованием OrCAD PCB Editor	271
21.1. Обзор	271
21.2. Подготовка в Capture	272
21.2.1. Создание списка соединений для редактора печатных плат	272
21.3. Начало работы в PCB Editor	276
21.4. Создание печатной платы	278
21.4.1. Создание контура платы	278
21.4.2. Добавление монтажных отверстий	282
21.5. Размещение компонентов	285
21.5.1. Выбор компонентов с помощью RefDes	285
21.5.2. Поиск компонентов на плате	288
21.5.3. Проверка правил разработки	291
21.6. Использование категории DataTip	292
21.7. Выделение области	293
21.8. Выбор элементов дизайна с помощью Superfilter	294
21.9. Общие параметры на всплывающих меню	294
21.10. Описание режима привязки	295
21.11. Использование панели окна WorldView	296
21.12. Маршрутизация	297
21.12.1. Руководство по маршрутизации	299
21.12.2. Ручная маршрутизация цепей VCC и GND	299
21.12.3. Маршрутизация остальных сетей вручную	302
21.13. Автоматическая маршрутизация с помощью PCB Editor	305
21.14. Автоматическая маршрутизация с помощью OrCAD PCB Router	305
21.15. Постобработка	310
21.15.1. Переименование компонентов вручную	310
21.15.2. Автоматическое переименование компонентов ...	310
21.15.3. Обратное аннотирование	311

21.16. Кросс-зондирование и кросс-выделение между редак- тором печатных плат и Capture.....	314
21.17. Генерация вывода	316
21.18. Выходные файлы	316
21.19. Отчеты	319
21.20. Резюме	319
21.21. Контрольные вопросы	320
Литература	321