

Содержание

Введение	19
Предварительные замечания	20
Начальные шаги	21
Несколько полезных замечаний	22
Порядок выполнения	23
Создание входного файла	23
Просмотр выходного файла	25
Изменение входного файла	26
Направление тока	27
Что еще можно прочесть	28
Обзор PSpice	29
Анализ цепей постоянного тока	29
Анализ цепей переменного тока	33
Probe	36
Анализ транзисторных схем	38

ГЛАВА 1

Анализ цепей на постоянном токе	43
Вводный пример	43
Использование Spise для исследования схем	44
Просмотр выходного файла	45
Другой пример для анализа	46
Основные законы теории цепей	48
Что еще можно извлечь из выходного файла	50
Направления токов	50
Цепи с двумя источниками напряжения	50
Теорема Тевенина и ее применения	53
Spise и Теорема Тевенина	54
Практические применения теоремы Тевенина	55
Замена цепей при применении теоремы Тевенина	56
Реальные источники тока или реальные источники напряжения	58
Анализ для цепей с источниками тока с помощью Spise	60

10 | Содержание |

Теорема Нортонa	62
Применение теоремы Нортонa	62
Определение тока короткого замыкания	63
Цепи с источниками тока и напряжения	63
Максимальная передача мощности	64
Зависимые источники в электрических цепях	65
Источник напряжения, управляемый напряжением	65
Источник напряжения, управляемый током	68
Источник тока, управляемый током	70
Другие источники тока, управляемые током	71
Источник тока, управляемый напряжением	73
Другие источники напряжения, управляемые током	74
Полиномиальные зависимые источники	75
Зависимые источники, управляемые двумя напряжениями	76
Метод контурных токов и PSpice	78
Вариация параметров на постоянном токе	80
Применение команды .PROBE	81
Метод узловых потенциалов и PSpice	83
Непланарные цепи	85
Обзор команд PSpice, применяемых в данной главе	86
Команды, начинающиеся с точки, используемые в данной главе	87
Задачи	89

ГЛАВА 2

Анализ цепей на переменном токе (для установившихся синусоидальных режимов)	93
Последовательная <i>RL</i> -цепочка на переменном токе	93
Последовательная <i>RC</i> -цепочка на переменном токе	95
Параллельные ветви на переменном токе	95
Параллельная <i>RC</i> -цепь	96
Максимальная передача мощности в цепях переменного тока	97
Резонанс в последовательных <i>RLC</i> -цепях	98
Частотный анализ в последовательно-параллельных цепях переменного тока	101
Влияние изменения сопротивления катушки	102
Параллельные резонансные цепи	102
Использование курсора в программе Probe	104
Определение полного входного сопротивления в цепях переменного тока	104
Полное входное сопротивление в цепях с двумя ветвями	106
Фазосдвигающие цепи	107
Частотные зависимости полных проводимостей	109
Годограф проводимости для последовательного <i>RLC</i> -контура ...	111

Цепи переменного тока с несколькими источниками	112
Трансформаторы	114
Реакция в частотной области для цепей настройки частоты	115
Трехфазные цепи переменного тока	117
Исправление коэффициента мощности	119
Исправление коэффициента мощности в трехфазных цепях	121
Трехфазный выпрямитель	126
Регулировка напряжения в трехфазных системах	127
Двухфазные системы	129
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	131
Команды, начинающиеся с точки, используемые в данной главе	132
Задачи	133

ГЛАВА 3

Транзисторные схемы	139
Биполярные транзисторы	139
Модели, предназначенные для расчета смещения	139
Условия насыщения	141
Расчет смещения для германиевого транзистора	141
Малосигнальная модель с h -параметрами для биполярных транзисторов	143
Анализ схем с общим эмиттером, использующий модель с h -параметрами	144
Анализ схем с общим коллектором, использующий модель с h -параметрами	146
Анализ схем с общей базой, использующий модель с h -параметрами	147
Анализ схем для других конфигураций	149
Анализ цепей с использованием теоремы Миллера	150
Дуальная теорема Миллера	152
Схема с общим коллектором, включающая с коллекторный резистр	154
Усилители с высоким входным сопротивлением	155
Двухкаскадные усилители	157
Упрощенная модель с h -параметрами	159
Анализ усилителя с общим эмиттером, использующий упрощенную модель с h -параметрами	159
Транзисторные усилители на полевых транзисторах	160
Усилители с общим стоком на полевых транзисторах с внешним резистором стока	162
Частотная характеристика усилителя на полевых транзисторах	162
Модель биполярного транзистора для высоких частот	164
Эмиттерный повторитель при работе на высоких частотах	165
Чувствительность по постоянному току	167

12 | Содержание |

Чувствительность по току смещения	169
Библиотека элементов PSpice	171
Чувствительность биполярных транзисторов из библиотеки PSpice	171
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	173
Команды, начинающиеся с точки, используемые в данной главе	174
Задачи	174

ГЛАВА 4

Многокаскадные усилители, частотные характеристики и цепи обратной связи	179
Фильтры низких частот	179
Низкочастотная реакция <i>RC</i> -фильтра высоких частот	181
Усилитель с общим эмиттером и шунтирующим конденсатором	182
Двухкаскадный усилитель на высоких частотах	184
Двухкаскадный усилитель общим эмиттером с последовательной связью по напряжению	186
Колесательный контур как модель двухполюсного усилителя с обратными связями	190
Усилитель с общим эмиттером с параллельной обратной связью по напряжению	194
Параллельная обратная связь по току в двухкаскадном усилителе с общим эмиттером	195
Амплитудно-частотные характеристики для трехкаскадного усилителя с общим эмиттером	196
Влияние нагрузки на частотную характеристику	198
Трехкаскадный усилитель с параллельной обратной связью по напряжению	199
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	200
Различные виды задания формы выходного сигнала источников	201
Экспоненциальные источники	201
Импульсные источники	202
Источники с широтно-импульсной модуляцией	203
Источники с частотной модуляцией	204
Синусоидальные источники	205
Задачи	206

ГЛАВА 5

Операционные усилители	211
Идеальный операционный усилитель	211
Неинвертирующий идеальный операционный усилитель	213
Операционный усилитель с дифференциальным входом	214
Амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя	216
Использование подсхем при моделировании операционных усилителей	220

Дифференцирующие схемы на базе операционных усилителей	222
Интегрирующие схемы на базе операционных усилителей	224
Отклик на единичную функцию	226
Цепи с двумя однотипными операционными усилителями	227
Активные фильтры	229
Низкочастотный фильтр Баттерворда второго порядка	230
Низкочастотный фильтр Баттерворда четвертого порядка	232
Активный резонансный полосовой фильтр	236
Активный <i>RC</i> полосовой фильтр	240
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	241
Задачи	242

ГЛАВА 6

Переходные процессы и анализ во временной области	245
Замыкание ключа в <i>RL</i> -цепях	245
Переходной процесс при ненулевых начальных условиях	247
Подключение источника постоянного напряжения к <i>RC</i> -цепи	249
Цепи с двумя накопителями энергии	250
Апериодический процесс в <i>RLC</i> -цепях	250
Критический переходной процесс в <i>RLC</i> -цепях	252
Колебательный процесс в <i>RLC</i> -цепях при слабом запуске	253
Отклик на служебное воздействие в усилителях	254
Отклик на низкочастотное воздействие в усилителях	256
Цепи заряда конденсаторов	258
<i>LC</i> -цепи при размыкании ключа	260
Цепи с источником тока	262
Мостовые схемы с ненулевым начальным током	264
Звенящий контур	266
Задачи	267

ГЛАВА 7

Ряды Фурье и гармонические составляющие	269
Основная и вторая гармоники	260
Сложение гармоник и разложение сигнала на гармонические составляющие	272
Искажение по второй гармонике в усилителях	274
Интермодуляционные искажения	275
Сложение гармоник	279
Сложение основной и второй гармоник	280
Амплитудная модуляция	281
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	283
Задачи	284

ГЛАВА 8

Устойчивость и автоколебания	287
Цепи обратной связи	287
Генератор на базе моста Вина с начальным запуском	288
LC-генератор с начальным запуском	290
Измерения с помощью измерительных цепей	291
Генератор со смещением фазы	292
Генератор на базе моста Вина	295
Другой пример исследования генератора на базе моста Вина	297
Генератор Колпитца	299
Задачи	301

ГЛАВА 9

Приборы в PSpice	303
Однополупериодные выпрямители	303
Встроенная модель для диода	304
Фильтрация выходного напряжения в однополупериодных выпрямителях	306
Двухполупериодные выпрямители	308
Двухполупериодные выпрямители с фильтрами	309
Простейший диодный ограничитель	310
Двусторонний ограничитель	311
Выбор сопротивления нагрузочного резистора для максимальной передаваемой мощности	313
Встроенная модель биполярного транзистора	315
Выходные характеристики схемы с общим эмиттером	316
Входные характеристики схемы с общим эмиттером	317
Другие активные полупроводниковые приборы	318
Дифференциальные усилители	318
Коэффициент усиления при дифференциальном входе	318
Коэффициент усиления при общем входе	319
Передаточные характеристики дифференциального усилителя	320
Логические схемы	323
Микросхема или HE типа 7402	323
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	326
Новые команды, начинающиеся с точки	327
Задачи	328

ГЛАВА 10

Биполярные транзисторы и их модели	331
Биполярные транзисторы	331
Выходные характеристики	331
Входные характеристики	333

Усилители с общим эмиттером	333
Анализ цепи смещения	337
Анализ на переменном токе	338
Усилитель с общим эмиттером с нешунтированным эмиттерным резистором	342
Определение входного сопротивления	346
Применение собственных моделей с h -параметрами	346
Анализ с помощью h -параметров	346
Фазовые соотношения в усилителе с общим эмиттером	347
Усилитель без эмиттерного конденсатора	348
Усилитель с эмиттерным конденсатором	350
Триггер на биполярных транзисторах	351
Анализ на PSpice	353
Симметричный мультивибратор	355
Мультивибратор с эмиттерными связями на биполярных транзисторах	356
Задачи	361

ГЛАВА 11

Полевые транзисторы	363
Выходные характеристики полевых транзисторов	363
Входные характеристики усилителя на полевых транзисторах	364
Токи смещения полевых транзисторов	365
Усилители на полевых транзисторах	368
Временные диаграммы усилителей	369
Мощные полевые транзисторы MOSFET	369
Выходные характеристики	370
Входные характеристики	371
Усилители на MOSFET	373
Временные диаграммы	375
Арсенид-галлиевые полевые транзисторы	375
Задачи	379

ГЛАВА 12

Четырехполюсники и пассивные фильтры	383
Параметры четырехполюсников	383
Определение y -параметров	383
Использование y -параметров для расчета схем	386
Y -параметры для цепей с независимыми источниками	387
Полные сопротивления в режиме холостого хода	389
Z -параметры для цепей переменного тока	391
Использование z -параметров для расчета схем	393
Параметры $ABCD$	393
Гибридные параметры	395

16 | Содержание |

Другой набор гибридных параметров	396
Линии передачи	397
Длинные линии	397
Фильтры с постоянным коэффициентом передачи	400
Поведение фильтров в полосе давления с постоянным коэффициентом передачи	403
Линии передачи без потерь	404
Линии передачи без потерь из нескольких секций	408
Входное сопротивление в различных точках линии	409
Полосовой фильтр	411
Заградительный фильтр	413
Задачи	414

ГЛАВА 13

Нелинейные приборы	417
Нелинейный резистор	417
Дроссель со стальным сердечником	419
Кривая В(Н)	419
Трансформатор со стальным магнитопроводом	421
Использование ключа, управляемого напряжением, для моделирования нелинейного резистора	424
Использование ключа, управляемого током, для моделирования нелинейного резистора	426
Обзор новых команд PSpice, применяемых в данной главе	427
Новая директива, начинающаяся с точки	428
Задачи	428

ГЛАВА 14

Программа Capture	431
Последовательные цепи на постоянном токе	432
Создание схем в программе Capture	432
Анализ схемы	435
Исследование выходного файла	435
Печать результатов	435
Псевдонимы в цепях	438
Изображение Т-образной цепи	440
Запуск моделирования	440
Зависимые источники в схемах	442
Источник напряжения, управляемый напряжением	442
Источник тока, управляемый током	444
Цепи переменного тока	446
Проведение анализа с вариацией на переменном токе	447
Нахождение более точных значений	450
Порядок следования узлов	450

Получение синусоидальных диаграмм при анализе на переменном токе	451
Временные диаграммы тока и напряжений	452
Последовательная <i>RC</i> -цепь	453
Полное сопротивление нагрузки, обеспечивающее максимальную передаваемую мощность	455
Обозначения токов и напряжений в Probe	457
Последовательный резонанс	457
Цепи переменного тока с несколькими источниками	459
Временные диаграммы цепей переменного тока со многими источниками гармонического сигнала	460
Временные диаграммы гармонических токов	462
Трансформаторы	463

ГЛАВА 15

Транзисторные цепи в Capture	465
Выходные характеристики Q2N3904	465
Входные характеристики Q2N3904	468
Изучение схем с общим эмиттером на биполярных транзисторах	469
Анализ на переменном токе	472
Анализ переходных процессов	472
Изменение параметров транзистора	474
Использование моделей с <i>h</i> -параметрами	477
Характеристики полевых транзисторов	480
Усилители на полевых транзисторах	481
Анализ переходных процессов (временные диаграммы JFET)	486
Анализ частотных характеристик биполярного транзистора	487
Изменение характеристик транзистора	488

ГЛАВА 16

Операционные усилители в Capture	489
Неинвертирующие усилители на идеальных операционных усилителях	489
Операционные усилители с дифференциальным входом	491
Амплитудно-частотная характеристика операционных усилителей	493
Активные фильтры	494
Активный полосовой резонансный фильтр	497
Компонент <i>uA741</i>	498
Частотная характеристика <i>uA741</i>	498
Обозначение узлов подсхемы	498
Использование <i>uA741</i> в качестве детектора уровня	503
Фазосдвигающее устройство на операционном усилителе	506
Фазосдвигающее устройство с использованием идеального операционного усилителя	507

ГЛАВА 17

Другие темы в Capture	513
Редактор Stimulus	513
Характеристики при вариации по температуре	514
Изменение напряжения зенеровского пробоя	516
Другой способ изменения напряжения пробоя зенеровских диодов	519
Анализ шума	519
Гармонический состав выходного напряжения	523
Использование изменяемого параметра	527
Использование допусков приборов	528
Анализ по методу Монте-Карло	530
Анализ на наихудший случай	532
Влияние допуска резисторов на анализ наихудшего случая	533
Цифровые схемы в Capture	534
Схема НЕ	534
Схема полусумматора	537
Схема для упрощения с использованием булевых функций	540
D-триггер	540

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Краткое описание директив PSpice	545
--	-----

Приложение В

Компоненты и директивы PSpice	549
-------------------------------------	-----

Приложение С

Установка программы, справочника и гида	566
---	-----

Приложение D

Приборы PSpice и параметры моделей	571
--	-----

Приложение E

Выбор из стандартной библиотеки приборов PSpice	589
---	-----

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	623
-----------------------------------	-----