

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Предисловие..... | 17 |
| Практические схемы и системы..... | 18 |
| <hr/> | |
| I Электрические схемы и цепи..... | 20 |
| Введение..... | 21 |
| Глава 1. Диоды | 24 |
| Ток и напряжение..... | 24 |
| Обратное смещение..... | 25 |
| Вопросы по схемам..... | 30 |
| Вопросы по диодам..... | 30 |
| Тесты..... | 31 |
| Глава 2. Транзисторные ключи | 32 |
| Включение ламп..... | 32 |
| Датчики..... | 33 |
| Схема включения лампы с помощью фотодиода..... | 33 |
| Варианты схемы фотореле..... | 35 |
| Конструирование систем..... | 35 |
| Сирена, включаемая датчиком освещенности..... | 35 |
| Ключи на биполярных транзисторах..... | 37 |
| Схема для управления нагревателем..... | 38 |
| Термисторы..... | 39 |
| Защитный диод..... | 40 |
| ЭДС..... | 41 |
| Индикация работы системы..... | 41 |
| Предупреждение о перегреве..... | 42 |
| Инверсная работа..... | 42 |
| p-n-p или n-p-n?..... | 42 |
| Типы МОП-транзисторов..... | 43 |
| Триггер Шмитта..... | 43 |
| Защелкивание..... | 44 |
| Гистерезис..... | 44 |
| Управление логическими сигналами..... | 45 |
| Практикум по транзисторным ключам..... | 50 |
| Вопросы по транзисторным ключам..... | 50 |
| Дополнительные вопросы..... | 52 |
| Тесты..... | 52 |
| Глава 3. Делители напряжения | 54 |
| Ток и разность потенциалов..... | 54 |
| Влияние нагрузки делителя напряжения..... | 55 |
| Увеличение точности..... | 56 |
| Датчики..... | 57 |
| Погрешности измерений..... | 57 |
| Регулируемые делители напряжения..... | 58 |
| Внутреннее сопротивление..... | 58 |

| | |
|--|------------|
| Практикум по делителям напряжения | 60 |
| Вопросы по делителям напряжения | 60 |
| Глава 4. Конденсаторы | 62 |
| Емкость конденсатора | 62 |
| Параллельное и последовательное соединения конденсаторов | 63 |
| Выбор конденсаторов..... | 63 |
| Применение конденсаторов для связи между каскадами | 68 |
| Применение конденсаторов для исключения паразитной связи между каскадами (блокировки)..... | 69 |
| Заряд конденсаторов..... | 70 |
| Разряд конденсаторов..... | 72 |
| Время | 72 |
| Практикум по конденсаторам | 73 |
| Вопросы по конденсаторам..... | 74 |
| Дополнительные вопросы | 75 |
| Тесты | 76 |
| Вспомогательный веб-сайт | 77 |
| Глава 5. Применение конденсаторов | 78 |
| Задержка времени | 78 |
| Одновибратор | 78 |
| Таймер на микросхеме семейства 555 | 79 |
| Мультивибратор | 81 |
| Переменное напряжение..... | 83 |
| Фильтр нижних частот | 84 |
| Сопротивление и реактанс | 85 |
| Импеданс | 85 |
| Импеданс и частота..... | 86 |
| Амплитудно-частотная характеристика..... | 86 |
| Частота среза..... | 88 |
| АЧХ фильтра низкой частоты | 88 |
| Фазовые соотношения..... | 89 |
| Период и фазовый сдвиг | 90 |
| Ток конденсатора | 91 |
| Фазочастотная характеристика фильтра высокой частоты..... | 92 |
| Практикум по фильтрам | 92 |
| Вопросы по применению конденсаторов | 93 |
| Глава 6. Поля | 95 |
| Электрическое поле..... | 95 |
| Магнитное поле..... | 95 |
| Поля и движение | 96 |
| Единицы измерения электрических полей | 97 |
| Единицы измерения магнитных полей..... | 97 |
| Ферромагнетики..... | 99 |
| Глава 7. Катушки индуктивности | 102 |
| Самоиндукция | 102 |
| Реактанс | 103 |
| Типы компонентов электронных цепей с индуктивностью | 104 |
| Передача энергии..... | 105 |

| | |
|---|------------|
| LC-цепи | 105 |
| Фильтры с индуктивными элементами | 107 |
| Вопросы по полям | 110 |
| Вопросы по катушкам индуктивности | 110 |
| Тесты | 111 |
| Глава 8. Усилители на МОП-транзисторах | 112 |
| Усилитель с общим истоком | 112 |
| Крутизна передаточной характеристики | 113 |
| Смещение | 114 |
| Разделительные конденсаторы | 114 |
| Выходное напряжение | 115 |
| Выходное сопротивление | 115 |
| Испытания усилителя | 116 |
| Амплитудно-частотная характеристика | 116 |
| Фазочастотная характеристика | 117 |
| Практикум по усилителю на МОП-транзисторе в схеме с общим истоком | 117 |
| Практикум по крутизне МОП-транзисторов | 118 |
| Усилитель с общим стоком | 118 |
| Коэффициент усиления по напряжению | 119 |
| Согласование выхода с входом | 119 |
| Усиление по току и по мощности | 120 |
| Практикум по повторителям напряжения на МОП-транзисторах | 120 |
| Применение МОП-транзисторов | 121 |
| Вопросы по МОП-транзисторам | 122 |
| Тесты | 123 |
| Дополнительные вопросы | 124 |
| Глава 9. Усилители на биполярных транзисторах | 125 |
| Усилитель с общим эмиттером | 125 |
| Коэффициент усиления по току | 125 |
| Выходное напряжение | 126 |
| Выходное сопротивление | 127 |
| Смещение | 127 |
| Сопротивление эмиттера | 127 |
| Амплитудно-частотная характеристика | 128 |
| Коэффициент усиления по напряжению | 128 |
| Улучшение стабильности | 129 |
| Входное сопротивление | 130 |
| Коэффициент усиления по напряжению | 130 |
| Амплитудно-частотная характеристика | 131 |
| Шунтирующий конденсатор | 131 |
| Потребляемая мощность | 132 |
| Практикум по усилителям на биполярных транзисторах | 132 |
| Усилитель с общим коллектором | 132 |
| Коэффициент усиления по напряжению | 133 |
| Коэффициент усиления по току и мощности | 134 |
| Амплитудно-частотная характеристика эмиттерного повторителя | 134 |
| Составной транзистор (схема Дарлингтона) | 134 |
| Практикум по составным транзисторам | 135 |
| Дифференциальный усилитель | 135 |
| Практикум по дифференциальным усилителям | 138 |

| | |
|---|------------|
| Резонансные усилители | 138 |
| Добротность | 140 |
| Достоинства резонансных усилителей | 141 |
| Практикум по резонансным усилителям | 141 |
| Вопросы по биполярным транзисторам | 143 |
| Тесты | 144 |
| Глава 10. Усилители на полевых транзисторах с <i>p-n</i>-переходом | 146 |
| Крутизна передаточной характеристики | 147 |
| Выходное сопротивление | 147 |
| Амплитудно-частотная характеристика | 148 |
| Практикум по усилителям на полевых транзисторах с <i>p-n</i> -переходом | 148 |
| Практикум по крутизне полевых транзисторов с <i>p-n</i> -переходом | 148 |
| Вопросы по полевым транзисторам с <i>p-n</i> -переходом | 150 |
| Тесты | 150 |
| Глава 11. Операционные усилители | 151 |
| Терминология | 151 |
| Корпуса | 152 |
| Идеальный операционный усилитель | 152 |
| ОУ на практике | 152 |
| Напряжение смещения нуля | 153 |
| Скорость нарастания выходного напряжения | 153 |
| Влияние частоты на коэффициент усиления | 154 |
| Компаратор напряжения | 155 |
| Практикум по компараторам напряжения | 156 |
| Равенство напряжений на входах ОУ | 156 |
| Инвертирующий усилитель | 157 |
| Виртуальная земля | 158 |
| Входное сопротивление | 158 |
| Расчет номинала резистора R_B для минимизации смещения нуля ОУ | 159 |
| Практикум по смещению нуля | 160 |
| Практикум по амплитудно-частотным характеристикам | 161 |
| Неинвертирующий усилитель | 161 |
| Повторитель напряжения | 162 |
| Вопросы по операционным усилителям | 163 |
| Параметры операционных усилителей | 164 |
| Выбор ОУ | 165 |
| Тесты | 165 |
| Глава 12. Применение операционных усилителей | 166 |
| Сумматор | 166 |
| Дифференциальный усилитель | 167 |
| Входное сопротивление дифференциального усилителя | 168 |
| Применение дифференциальных усилителей в медицинских исследованиях | 168 |
| Измерения с помощью мостовой схемы | 169 |
| Интегратор | 171 |
| Генераторы треугольных импульсов | 172 |
| Инвертирующий триггер Шмитта | 173 |
| Работа триггера Шмитта | 173 |
| Расчет пороговых напряжений | 175 |
| Проектирование инвертирующего триггера Шмитта | 176 |

| | |
|--|------------|
| Неинвертирующий триггер Шмитта | 177 |
| Пороговые напряжения | 179 |
| Проектирование неинвертирующего триггера Шмитта | 179 |
| Генераторы пилообразного напряжения и импульсов прямоугольной формы | 181 |
| Генератор пилообразного напряжения | 182 |
| Период следования импульсов, постоянная времени RC-цепи и гистерезис | 183 |
| Вопросы по применению операционных усилителей | 183 |
| Тесты | 185 |
| Глава 13. Активные фильтры | 187 |
| Амплитудно-частотная характеристика | 188 |
| Активный фильтр верхних частот первого порядка | 189 |
| Проектирование фильтров первого порядка | 190 |
| Активные фильтры второго порядка | 191 |
| Полосовые фильтры | 192 |
| Заградительные фильтры | 194 |
| Практикум по активным фильтрам | 195 |
| Вопросы по активным фильтрам | 196 |
| Тесты | 196 |
| Глава 14. Генераторы | 198 |
| Генератор с фазосдвигающей цепью | 198 |
| Генератор Колпитца | 199 |
| Генератор с мостом Вина | 200 |
| Практикум по генераторам | 201 |
| Глава 15. Мощные усилители | 202 |
| Усилители тока | 202 |
| Усилители класса А | 203 |
| Усилители класса В | 203 |
| Устранение переходных искажений | 205 |
| Мощные усилители на МОП-транзисторах | 206 |
| Проблемы отвода тепла | 206 |
| Радиаторы | 207 |
| Тепловое сопротивление | 208 |
| Интегральные схемы усилителей звуковой частоты | 210 |
| Практикум по мощным усилителям | 212 |
| Вопросы по мощным усилителям | 212 |
| Тесты | 212 |
| Глава 16. Тиристоры и триаки | 214 |
| Работа тиристора | 214 |
| Применение тиристоров при работе на постоянном токе | 215 |
| Применение тиристоров при работе на переменном токе | 216 |
| Рабочее напряжение | 217 |
| Двухполупериодный управляемый выпрямитель | 218 |
| Триаки | 219 |
| Диаки | 220 |
| Импульсы управления | 220 |
| Ложные включения | 223 |
| Электромагнитные помехи | 223 |
| Включение при нулевом напряжении | 224 |

| | |
|--|------------|
| Практикум по работе тиристоров..... | 226 |
| Практикум по управляемым выпрямителям..... | 227 |
| Вопросы по тиристорам и триакам..... | 227 |
| Тесты..... | 228 |
| Глава 17. Источники питания..... | 229 |
| Выпрямление..... | 230 |
| Сглаживание..... | 230 |
| Выходное напряжение..... | 231 |
| Двухполупериодный выпрямитель и стабилизатор напряжения на стабилитроне..... | 231 |
| Мостовой выпрямитель..... | 231 |
| Сглаживание..... | 232 |
| Расчет амплитуды пульсаций..... | 233 |
| Стабилизация напряжения..... | 234 |
| Мощность стабилитрона..... | 235 |
| Мощность балластного резистора..... | 235 |
| Выходное сопротивление источника питания..... | 235 |
| Работа с большими токами нагрузки..... | 235 |
| Стабилизированный источник питания с двухполупериодным выпрямлением и стабилизатором на микросхеме..... | 236 |
| Диодный мост в монолитном исполнении..... | 237 |
| Применение микросхем для стабилизации напряжения..... | 237 |
| Выходное сопротивление и коэффициент стабилизации..... | 238 |
| Цепи защиты интегральных стабилизаторов напряжения..... | 238 |
| Регулируемые интегральные стабилизаторы напряжения..... | 238 |
| Практикум по источникам питания..... | 239 |
| Вопросы по источникам питания..... | 239 |
| Глава 18. Логические микросхемы..... | 241 |
| Работа элемента И..... | 241 |
| Элемент ИЛИ..... | 242 |
| Элемент НЕ..... | 243 |
| Элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ..... | 243 |
| Элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ..... | 244 |
| Семейства логических микросхем..... | 245 |
| Транзисторно-транзисторная логика..... | 245 |
| КМОП-логика..... | 246 |
| Сравнение ТТЛ и КМОП ИС..... | 247 |
| Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)..... | 250 |
| Практикум по логическим уровням напряжения..... | 250 |
| Практикум по таблицам истинности..... | 251 |
| Вопросы по логическим микросхемам..... | 252 |
| Тесты..... | 253 |
| Глава 19. Логические операции..... | 254 |
| Булевы символы..... | 255 |
| Определение состояния выходов..... | 255 |
| Схемы с четырьмя входами..... | 258 |
| Карты Карно..... | 259 |
| Разработка схем..... | 260 |
| Макетирование и моделирование..... | 263 |
| Работа с элементами И-НЕ и ИЛИ-НЕ..... | 264 |

| | |
|---|------------|
| Практикум по логическим операциям..... | 267 |
| Практикум по использованию моделирования..... | 268 |
| Вопросы по логическим операциям..... | 269 |
| Тесты..... | 270 |
| Глава 20. Комбинационные устройства | 271 |
| Мажоритарная логика | 271 |
| Полусумматор..... | 272 |
| Полный сумматор..... | 273 |
| Древовидная схема контроля по четности | 274 |
| Схема сравнения по абсолютной величине..... | 275 |
| Преобразователь десятичных чисел в двоичные..... | 276 |
| Преобразователь двоичных чисел в десятичные..... | 276 |
| Шифратор приоритетов..... | 277 |
| Селектор данных | 278 |
| Распределитель данных | 279 |
| Произвольные таблицы истинности | 280 |
| Использование ПЗУ..... | 284 |
| Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) | 285 |
| Выполнение логических операций программным путем..... | 285 |
| Практикум по ИС средней степени интеграции | 286 |
| Вопросы по комбинационным устройствам | 286 |
| Тесты..... | 287 |
| Глава 21. Последовательностные логические схемы..... | 289 |
| Триггеры | 289 |
| Временные задержки | 291 |
| Одновибраторы..... | 293 |
| Мультивибраторы на КМОП ИС..... | 295 |
| Защелки | 296 |
| Тактируемая логика..... | 297 |
| D-триггеры..... | 297 |
| T-триггер | 298 |
| J-K-триггеры | 299 |
| Практикум по триггерам..... | 300 |
| Практикум по тактируемой логике..... | 301 |
| Вопросы по схемам с последовательностной логикой | 301 |
| Тесты | 302 |
| Глава 22. Счетчики и регистры..... | 303 |
| Деление и счет | 303 |
| JK-счетчики..... | 305 |
| Суммирующие и вычитающие счетчики | 305 |
| Счетчики со сквозным переносом | 306 |
| Синхронные счетчики | 308 |
| Двоично-десятичные счетчики..... | 308 |
| Счетчики до n..... | 310 |
| Декодирование состояний выходов..... | 310 |
| Регистры данных | 311 |
| Регистры сдвига | 312 |
| Счетчики Джонсона | 313 |
| Статические оперативные запоминающие устройства (ОЗУ) | 317 |

| | |
|--|------------|
| Динамические оперативные запоминающие устройства (ОЗУ) | 317 |
| Флеш-память | 318 |
| Управление памятью | 319 |
| Практикум по счетчикам и регистрам | 320 |
| Вопросы по счетчикам и регистрам | 321 |
| Тесты | 322 |
| Глава 23. Дисплеи | 323 |
| Светодиоды | 323 |
| 7-сегментные светодиодные дисплеи | 324 |
| 14-сегментные дисплеи | 326 |
| Матричные дисплеи | 326 |
| Жидкокристаллические дисплеи | 327 |
| Практикум по светодиодным дисплеям | 328 |
| Вопросы по светодиодам и дисплеям | 330 |
| Тесты | 330 |
| Глава 24. Преобразователи сигналов | 332 |
| Аналого-цифровые преобразователи | 332 |
| Параллельный АЦП | 332 |
| АЦП с последовательным приближением | 335 |
| АЦП интегрирующего типа | 338 |
| Сигма-дельта АЦП | 339 |
| Цифроаналоговые преобразователи | 340 |
| Сумматор на операционном усилителе | 340 |
| ЦАПы на матрице R-2R | 342 |
| Практикум по АЦП | 344 |
| Практикум по ЦАПам | 344 |
| Вопросы по преобразователям сигналов | 344 |
| Тесты | 345 |
| Глава 25. Интегральные схемы | 346 |
| ИС с низким уровнем интеграции | 346 |
| ИС для импульсных преобразователей напряжения | 348 |
| Фильтры на переключаемых конденсаторах | 349 |
| Схемы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) | 350 |
| Практикум по ИС | 351 |
| <hr/> | |
| II Системы | 352 |
| Глава 26. Аудио- и видеосистемы | 353 |
| Системы | 353 |
| Входная часть | 353 |
| Радиотюнер | 354 |
| CD/DVD-плеер | 354 |
| Жесткий диск | 356 |
| Флеш-память | 357 |
| Микрофоны | 357 |
| Компьютер как источник аудио- и видеосигналов | 358 |
| Аналоговые аудиосистемы | 359 |
| Обработка сигналов | 359 |

| | |
|--|------------|
| Звуковой смеситель..... | 360 |
| Эквалайзер..... | 360 |
| Выходной усилитель..... | 362 |
| Громкоговорители..... | 362 |
| Звуковые колонки..... | 364 |
| Вопросы по аудио- и видеосистемам..... | 364 |
| Другие вопросы..... | 365 |
| Тесты..... | 365 |
| Глава 27. Шумы..... | 367 |
| Источники шумов..... | 367 |
| Электромагнитные помехи..... | 367 |
| Механические источники помех..... | 368 |
| Шумы в электрических цепях..... | 368 |
| Обработка сигналов..... | 370 |
| Отношение сигнал–шум..... | 370 |
| Уменьшение шумов..... | 371 |
| Шумы в телекоммуникациях..... | 372 |
| Вопросы по шумам..... | 373 |
| Тесты..... | 373 |
| Глава 28. Телекоммуникационные системы..... | 375 |
| Несущая частота и модуляция..... | 377 |
| Импульсная модуляция..... | 379 |
| Частотная манипуляция..... | 381 |
| Передача цифровых данных..... | 382 |
| Частотное уплотнение..... | 383 |
| Временное уплотнение..... | 384 |
| Скорость передачи данных..... | 384 |
| Дрожание (джиттер)..... | 385 |
| Форма импульсов..... | 386 |
| Сравнение аналоговых и цифровых систем передачи данных..... | 387 |
| Сети телекоммуникации..... | 388 |
| RS-232..... | 388 |
| Код ASCII..... | 390 |
| Соединение и переключение цепей..... | 391 |
| Коммутация сообщений..... | 392 |
| TCP/IP..... | 393 |
| Вопросы по телекоммуникациям..... | 395 |
| Тесты..... | 396 |
| Глава 29. Линии передачи..... | 397 |
| Типы линий связи..... | 397 |
| Линии передачи..... | 398 |
| Характеристический импеданс..... | 400 |
| Передачики и приемники..... | 400 |
| Перекрестные помехи..... | 403 |
| Практикум по линиям передач..... | 403 |
| Практикум по трансформаторному включению линии передачи..... | 404 |
| Практикум по передатчикам и приемникам..... | 404 |
| Вопросы по линиям передач..... | 405 |
| Тесты..... | 405 |

| | |
|---|-----|
| Глава 30. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) | 407 |
| Оптическое волокно | 407 |
| Источники света | 409 |
| Приемники света | 409 |
| Преимущества ВОЛС | 410 |
| Вопросы по ВОЛС | 411 |
| Тесты | 411 |
| Глава 31. Радиотехнические системы связи | 413 |
| Спектр электромагнитных волн..... | 413 |
| Радиовещание..... | 414 |
| Околоземная волна..... | 414 |
| Ионосферные радиоволны..... | 416 |
| Антенны | 418 |
| Антенны направленного действия | 420 |
| Радиопередающие устройства | 421 |
| Радиоприемные устройства..... | 423 |
| Супергетеродинные радиоприемники | 425 |
| Мобильные телефоны..... | 427 |
| Практикум по радиоприемникам | 429 |
| Практикум по биениям | 430 |
| Вопросы по радиотехническим системам связи..... | 430 |
| Тесты | 430 |
| Глава 32. Измерительные системы | 432 |
| Телеметрия..... | 432 |
| Измерение напряжения | 433 |
| Датчики..... | 434 |
| Датчики, генерирующие ЭДС..... | 435 |
| Резистивные датчики..... | 436 |
| Датчики газового состава | 437 |
| Емкостные датчики..... | 438 |
| Индуктивные датчики | 439 |
| Обработка сигналов и их использование..... | 440 |
| Дисплеи измерительных приборов..... | 441 |
| Практикум по измерительным системам..... | 443 |
| Вопросы по измерительным системам | 443 |
| Глава 33. Электронные системы управления | 444 |
| Регуляторные системы и сервосистемы..... | 445 |
| Управление температурой..... | 445 |
| Обратная связь в термостате | 446 |
| Управление скоростью вращения вала электромотора..... | 446 |
| Управление перемещением | 449 |
| Практикум по системам управления..... | 451 |
| Вопросы по системам управления..... | 451 |
| Глава 34. Системы управления производственными процессами | 452 |
| Пропорциональное управление..... | 452 |
| Пропорционально-интегральное управление | 456 |
| Пропорционально-интегрально-дифференциальное управление | 458 |
| Практикум по системам пропорционально-интегрально-дифференциального управления..... | 460 |

| | |
|--|-----|
| Глава 35. Отказы систем | 461 |
| Причины отказов..... | 461 |
| Проявление отказа..... | 462 |
| Внешний осмотр..... | 463 |
| Предварительный анализ..... | 463 |
| Наиболее часто встречающиеся причины отказов..... | 464 |
| Аналоговые схемы..... | 465 |
| Цифровые схемы..... | 466 |
| Программные неисправности..... | 468 |
| Испытания программ..... | 468 |
| Вопросы по отказам систем..... | 469 |
| <hr/> | |
| III Микроэлектронные цифровые системы | 471 |
| Глава 36. Входы и выходы | 472 |
| Одноразрядный вход..... | 472 |
| Многоразрядные входы..... | 474 |
| Изолированные входы..... | 475 |
| Одноразрядный выход..... | 476 |
| Многоразрядные выходы..... | 477 |
| Вопросы по входам и выходам..... | 477 |
| Тесты..... | 478 |
| Глава 37. Обработка информации | 479 |
| От битов до терабайтов..... | 479 |
| Шины..... | 480 |
| Элементы компьютерной системы..... | 481 |
| Процессор..... | 482 |
| Микроконтроллеры..... | 485 |
| Программируемые логические контроллеры..... | 488 |
| Адресация..... | 489 |
| Обработка данных..... | 491 |
| Практикум по контроллерам..... | 493 |
| Вопросы по обработке данных..... | 494 |
| Тесты..... | 494 |
| Глава 38. Программирование | 496 |
| Блок-схема..... | 497 |
| Инициализация..... | 497 |
| Арифметические и логические операции..... | 499 |
| Временные подпрограммы..... | 501 |
| Обращение с данными..... | 502 |
| Подпрограммы ввода..... | 503 |
| Подпрограммы вывода..... | 508 |
| Прерывания..... | 515 |
| Прямая и косвенная адресация..... | 517 |
| Стек..... | 518 |
| Заключение..... | 519 |
| Практикум по программированию..... | 519 |
| Глава 39. Языки программирования | 521 |
| Программирование в машинных кодах..... | 521 |

| | |
|---|------------|
| Программирование на ассемблере | 522 |
| Некоторые программы в ассемблере | 525 |
| Сокращения, используемые в ассемблере | 525 |
| Входы и выходы | 527 |
| Конфигурация выводов как выходов | 527 |
| Программирование с входами и выходами | 528 |
| Виртуальный микроконтроллер для оптического распознавания образов | 530 |
| Программирование на языке BASIC | 530 |
| Программирование в многоступенчатой логике | 533 |
| Тесты по ассемблеру | 536 |
| Тесты по BASIC'у | 537 |
| Тесты по многоступенчатой логике | 538 |
| Глава 40. Роботизированные системы | 540 |
| Роботы в промышленности | 540 |
| Источники питания | 541 |
| Робот как система | 542 |
| Достоинства программного обеспечения | 542 |
| Датчики роботов | 542 |
| Датчики света | 542 |
| Датчики касания | 543 |
| Микрофон | 545 |
| Датчики магнитного поля | 546 |
| Исполнительные механизмы роботов | 546 |
| Глава 41. Нейронные сети | 549 |
| Математические модели | 550 |
| Распознавание образов | 553 |
| Аналоговые входы и выходы | 554 |
| Вопросы по нейронным сетям | 555 |
| Тесты | 555 |
| Приложение А. Полезная информация | 557 |
| Электрические величины и единицы их измерения | 557 |
| Законы электрических цепей | 559 |
| Электрические цепи | 560 |
| Цепи с конденсаторами | 560 |
| Компоненты | 561 |
| Логические тождества | 565 |
| Системы счисления | 565 |
| Представление отрицательных чисел в двоичном коде | 566 |
| Благодарности | 567 |
| Приложение Б. Ответы к вопросам для самопроверки | 568 |
| Предметный указатель | 570 |

Предисловие

Эта книга была написана как пособие для начальных курсов по электронике. Ее содержание тщательно согласовано с основными программами образования в Великобритании, соответствующими уровню 3 (А-уровню), но затрагиваемые темы и глубина их рассмотрения были выбраны так, чтобы получившийся текст был доступен для большинства студентов младших курсов во всем мире. Единственным требуемым изначальным знанием являются основы математики и наличие аттестата об окончании средней школы с изучением естествознания.

В книге рассмотрены темы, входящие в национальную программу инженерного образования в Великобритании (ВТЕС, 2007 г.), а именно: основы электротехники и электроники (раздел 5), основы применения электронных приборов и схем (раздел 35), микропроцессорные системы и их применение (раздел 62), вводные части к разделам 51 (системы управления производственными процессами), 60 (основы применения аналоговых схем), 68 (основы применения микроконтроллеров) и 90 (основы телекоммуникации).

Особенностью книги является ее практическая направленность, имеющая целью побудить студентов к конструированию и испытанию реальных электрических схем в лабораториях. В соответствии с требованиями некоторых программ в книге показано, как поведение электронных схем может быть изучено с помощью моделирования на компьютере.

Книга подходит и для использования в качестве пособия в учебных заведениях, и для самообразования. В основной текст включены врезки с дополнительными материалами, которые студенты могут по своему желанию изучать или пропускать. В тексте часто вставлены вопросы для самопроверки, ответы на которые даны в приложении Б. Ответы к нумерованным вопросам и тестам, приведенным в конце большинства глав, приведены на вспомогательном веб-сайте.

При подготовке к изданию четвертой редакции текст был подвергнут значительной переработке. Было добавлено пять новых глав, в которых рассматриваются электрические и магнитные поля, диоды, генераторы, интегральные микросхемы и системы промышленного контроля и управления. С целью отображения растущей важности цифровой электроники и микроконтроллерных систем были расширены несколько других глав. Во всех главах были внесены изменения, связанные с последними достижениями электроники.

Панель «В Интернете» во многих главах является новой чертой этого издания. Она предназначена для приучения студентов к пользованию этим изобильным источником информации. Выпуск в свет третьего издания данной книги по времени приурочен к запуску вспомогательного веб-сайта.

Вспомогательный веб-сайт содержит ряд анимированных картинок, иллюстрирующих работу некоторых электронных схем, описанных в книге, калькулятор для расчетов электронных схем и серию интерактивных рабочих листов с ответами на вопросы.

Оуэн Бишоп

Практические схемы и системы

Идеи

Эта книга содержит не только текст с различными объяснениями, но и может служить источником идей как для постановки лабораторных работ, так и при выполнении реальных проектов в области электроники.

Все схемы в данной книге были испытаны или на рабочем столе, или с помощью компьютерного моделирования. Почти все чертежи схем выполнены с указанием номиналов входящих в них компонентов, так что студенты не будут испытывать затруднений при сборке схем, которые будут работать, как надо.

Испытания схем

Постарайтесь собрать столько из схем, приведенных в этой книге, сколько только сможете. Проверьте, ведут ли они себя так, как это описано в книге. Попробуйте немного изменить номиналы некоторых из элементов, отдавая себе отчет в том, что должно измениться в поведении схемы, и проверьте, так ли это.

Существуют два пути испытаний схем:

- с использованием макетной платы, на которой собирается временная схема из реальных элементов и модулей;
- с использованием компьютерного моделирования. При этом сначала (виртуально) «собирается» схема-модель, потом этот файл сохраняется, а затем включается режим испытаний.

Моделирование обычно проходит быстрее и дешевле, чем макетирование. При моделировании легче внести изменения и быстрее получить результаты испытаний. Кроме того, нет опасности случайно сжечь элементы схемы.

Обозначения, используемые в этой книге

Единицы измерения набраны прямым шрифтом: V, A, s, S, μF .

Значения набраны курсивом:

- фиксированные – V_{CC} , R_1 ;
- изменяющиеся – v_{GS} , g_m , i_D ;
- маленькие изменения значений – v_{gs} , i_d .

Резисторы в схемах пронумерованы R_1 , R_2 и т. д. А сопротивление резистора показывается символом R_1 . То же самое касается конденсаторов (C_1 , C_2) и индуктивностей (L_1 , L_2).

Значимые цифры

При выполнении числовых расчетов в этой книге ответы следует давать в форме трех значащих цифр, если не указано иное.

Единицы измерений при вычислениях

Обычно единицы измерений, используемые при вычислениях, очевидны. В противном случае они помещены в квадратные скобки. Иногда они показаны как деленные или умноженные одна на другую.

Пример:

На стр. 127 указано

$$R_1 = 14,3/2,63 \text{ [V/}\mu\text{A]} = 5,44 \text{ МОм.}$$

Здесь измеренное в вольтах напряжение делится на измеренный в микроамперах ток. Математически это уравнение можно записать в следующей форме:

$$R_1 = 14,3/(2,63 \cdot 10^{-6}) = 5,44 \cdot 10^6.$$

Так как в этой форме уравнение трудно воспринять, мы и используем производные единицы взамен множителя 10 в той или иной степени. Когда вычисления осуществляются с применением калькулятора, легче всего вводить числа 14,3 и 2,63, а затем команду 'EXP-6' или другую степень, если это требуется. В этом случае результат и в инженерном, и в научном форматах высвечивается на дисплее в форме 5,437262357⁰⁶. Округляя его до трех значащих цифр, мы получаем 5,44, а показатель степени 06 указывает на то, что это мегомы.

Вспомогательный сайт

URL вспомогательного сайта:

<http://www.elsevierdirect.com/companions/9780080966342>

Электрические схемы и цепи

| | | |
|-----|-----------------------------------|-----|
| II | Системы | 352 |
| III | Микроэлектронные цифровые системы | 471 |

| | |
|-----|---|
| 24 | Глава 1. Диоды |
| 32 | Глава 2. Транзисторные ключи |
| 54 | Глава 3. Делители напряжения |
| 62 | Глава 4. Конденсаторы |
| 78 | Глава 5. Применение конденсаторов |
| 95 | Глава 6. Поля |
| 102 | Глава 7. Катушки индуктивности |
| 112 | Глава 8. Усилители на МОП-транзисторах |
| 125 | Глава 9. Усилители на биполярных транзисторах |
| 146 | Глава 10. Усилители на полевых транзисторах с р-п-переходом |
| 151 | Глава 11. Операционные усилители |
| 166 | Глава 12. Применение операционных усилителей |
| 187 | Глава 13. Активные фильтры |
| 198 | Глава 14. Генераторы |
| 202 | Глава 15. Мощные усилители |
| 214 | Глава 16. Тиристоры и триаки |
| 229 | Глава 17. Источники питания |
| 241 | Глава 18. Логические микросхемы |
| 254 | Глава 19. Логические операции |
| 271 | Глава 20. Комбинационные устройства |
| 289 | Глава 21. Последовательностные логические схемы |
| 303 | Глава 22. Счетчики и регистры |
| 323 | Глава 23. Дисплеи |
| 332 | Глава 24. Преобразователи сигналов |
| 346 | Глава 25. Интегральные схемы |

Введение

Электрические цепи являются путями протекания электрического тока.

В цепях постоянного тока он протекает в одном направлении, от точки с более высоким потенциалом к точке с более низким потенциалом. Электрическая схема может состоять из одной простой цепи (как показано на рис. 0.1) или содержать две или больше цепей (ветвей). На рис. 0.2 показано, какую функцию выполняют элементы этой схемы.

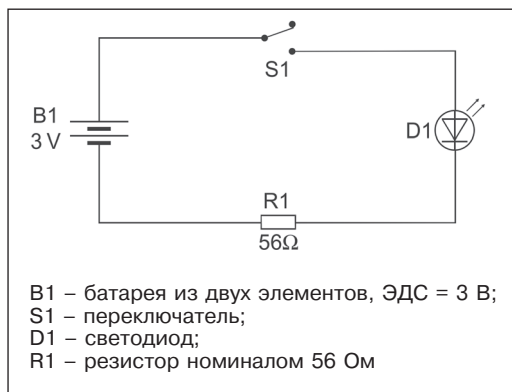
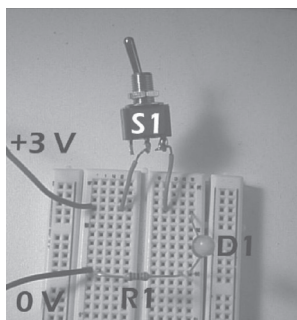


Рис. 0.1

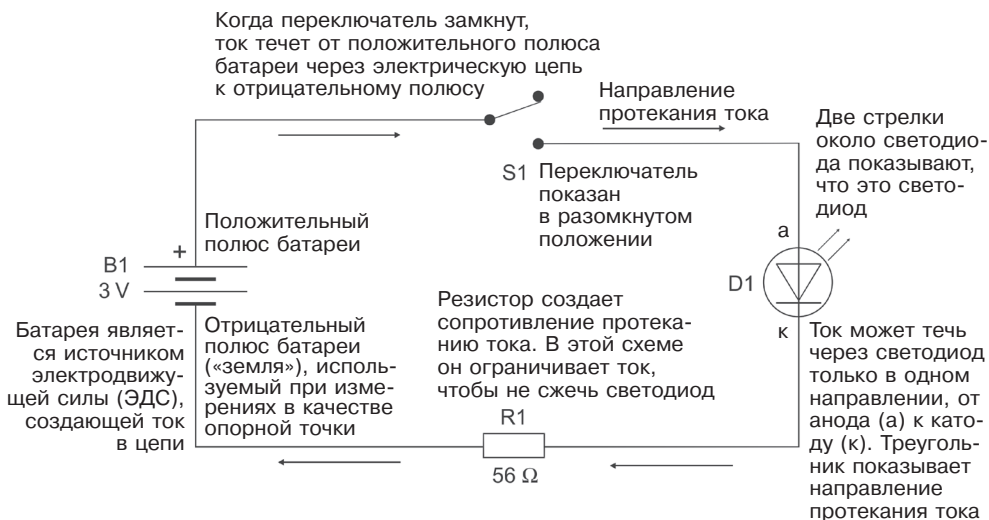


Рис. 0.2

Проводник – это материал, через который может течь электрический ток. Все металлы являются проводниками. Изолятор (не проводник) – это материал, через который ток течь не может.

Вопрос для самопроверки

Перечислите изоляторы в схеме, приведенной на рис. 0.2. (Ответы на некоторые вопросы для самопроверки приведены в приложении Б.)

Сердцевина диода D1 изготовлена из специального материала, называемого полупроводником. Электрический ток является потоком электрически заряженных частиц.

Ток протекает в участке цепи под воздействием разности электрических потенциалов между концами этого участка. Разность потенциалов может быть создана разными способами:

- с помощью химической реакции, как это происходит в батарее;
- с помощью электрического генератора, в котором энергия получается за счет сжигания органического топлива (угля, нефти, газа);
- с помощью тепла, выделяемого при ядерной реакции на атомных электростанциях;
- с помощью солнечного света, за счет использования солнечных элементов;
- с помощью электрогенераторов, приводимых в движение силой ветра.

Все эти способы основаны на преобразовании энергии из одной формы в другую – электрическую энергию.

Каждый участок цепи на рис. 0.3 имеет:

- ток, протекающий через него и измеряемый в амперах (А);
- разность потенциалов между его концами, измеряемую в вольтах (В);
- сопротивление протекающему току, измеряемое в омах (Ом).

Эти три величины связаны между собой следующим выражением:

Ток = Разность потенциалов/Сопротивление.

Это уравнение выражает закон Ома.

В схеме, приведенной на рис. 0.1, источником электрической энергии является батарея. Между ее выводами имеется разность электрических потенциалов (см.

Потенциалы в разных точках схемы



Преобразования энергии в схеме



Переключатель и провода, соединяющие элементы схемы, имеют очень маленькое сопротивление. По этой причине они преобразуют очень маленькую часть электрической энергии в тепло

Рис. 0.3

рис. 0.3), создающая ток в цепи. Электрическая энергия из батареи преобразуется в светодиоде и резисторе в другие формы энергии (свет и тепло). Скорость, с которой происходит преобразование энергии, определяется мощностью и рассчитывается по формуле

Мощность = (Разность потенциалов) \times (Ток).

Измеряется мощность в ваттах, обозначается символом W.

Принимая потенциал отрицательного вывода батареи за опорную точку с потенциалом 0 В, мы получаем потенциал на другом ее выводе 3 В. Провода и переключатель являются хорошими проводниками и имеют очень низкое сопротивление, так что потенциал на аноде светодиода тоже равен 3 В. Падение напряжения на светодиоде при протекании в нем тока равно примерно 2 В, так что потенциал его катода равен 1 В. Падение напряжения на резисторе, таким образом, равно 1 В.

Если рассматривать потенциалы в разных точках схемы, начиная с отрицательного вывода батареи, и двигаться против часовой стрелки, то мы придем к разности потенциалов между выводами батареи. Потенциал в нашем случае падает на светодиоде D1 и резисторе R1.

Сумма разностей потенциалов на всех элементах, входящих в цепь (суммарное падение напряжения), равна разности потенциалов на выводах источника питания.

На вспомогательном веб-сайте приведено несколько вопросов, касающихся вольтов, амперов, омов и ваттов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru