

УДК 621.38(035)

ББК 32.85я2

Б15

Б15 Бриндли К., Карр Дж.

Карманный справочник инженера электронной техники / Пер. с англ. 4-е изд., перераб. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 480 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-441-0

В справочнике собраны сведения об основах современной электронной техники. Достаточно полно представлена элементная база полупроводниковой электроники, рассмотрены основы построения практически всех возможных узлов, образующих электронные схемы, приведены данные о функциональных назначениях и цоколевке интегральных схем популярных серий. Не обойдены вниманием основы оптоэлектроники — свето- и фотоэлектрические приборы, лазеры и оптические волноводы. Немалую часть книги занимает разнообразный справочный материал — физические величины, их единицы и коэффициенты преобразования этих единиц из одной системы в другую, аббревиатуры терминов, используемых в электронике, данные о радиотехнических кабелях и разъемах, выпускаемых промышленностью, и много других полезных сведений. Книгу завершают толковый и англо-русский словари, содержащие около 1400 терминов, используемых в электронике.

Справочник будет полезен разработчикам электронной аппаратуры, студентам соответствующих специальностей, а также всем, интересующимся основами современной электроники.

УДК 621.38(035)

ББК 32.85я2

Данное издание книги «Newnes Electronics Engineer's Pocket Book» Кейта Бриндли и Джозефа Карра осуществлено Издательским домом «Додэка-XXI» по договору с издательством «Эльзевир», Великобритания, OX5 1GB, г. Оксфорд, Кидлингтон, Лэнгфорд Лейн, Боливар.

This edition of Newnes Electronics Engineer's Pocket Book by Keith Brindley; Joseph Carr is published by arrangement with Elsevier Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, OX5 1GB, England, OR.

Newnes Electronic Engineer's Pocket Book 2ed by Brindley/Carr

ISBN 978-0750639729 (англ.) © Reed Educational & Professional Publishing Ltd

ISBN 978-5-97060-441-0 (рус.) © Издание, ДМК Пресс

® Серия «Карманный справочник»

О г л а в л е н и е

От авторов12

Часть первая. КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

| | | |
|---|---|----|
| 1.1. | Основные понятия о строении вещества | 14 |
| 1.2. | Структура атома | 14 |
| 1.3. | Электроны и электрический ток | 15 |
| 1.4. | Движение электрона в электрическом поле | 16 |
| 1.5. | Движение электрона в магнитном поле | 17 |
| 1.6. | Структура вещества | 18 |
| 1.7. | Примесные полупроводники | 19 |
| 1.8. | <i>p-n</i> -переход | 21 |
| 1.9. | Резисторы | 22 |
| 1.10. | Переменные резисторы | 24 |
| 1.11. | Цветовое кодирование резисторов и конденсаторов | 24 |
| 1.12. | Цветовое и буквенное кодирование резисторов и конденсаторов (стандарт BS 1852) | 26 |
| 1.13. | Конденсаторы | 27 |
| 1.14. | Катушки индуктивности | 29 |
| 1.15. | Трансформаторы | 30 |
| 1.16. | Полупроводниковые приборы | 33 |
| 1.17. | Полупроводниковые диоды | 33 |
| 1.18. | Стабилитрон | 34 |
| 1.19. | Варикап | 35 |
| 1.20. | Туннельный диод | 36 |
| 1.21. | Биполярный транзистор | 36 |
| 1.21.1. | Усилитель с общей базой | 37 |
| 1.21.2. | Усилитель с общим эмиттером | 38 |
| 1.22. | Полевые транзисторы | 39 |
| 1.23. | Транзистор с одним <i>p-n</i> -переходом | 43 |
| 1.24. | Кремниевый управляемый вентиль и семейство тиристоров | 43 |
| 1.25. | Обозначения параметров биполярных транзисторов | 45 |
| 1.26. | Обозначения параметров однопереходных транзисторов | 48 |
| 1.27. | Обозначения параметров полевых транзисторов | 48 |
| 1.28. | Обобщенные сведения о транзисторах и диодах | 50 |
| 1.28.1. | Биполярные транзисторы | 51 |
| 1.28.2. | Полевые транзисторы | 59 |
| 1.28.3. | Мощные МОП-транзисторы (ДМОП и ВМОП) | 61 |
| 1.28.4. | Однопереходные транзисторы | 61 |
| 1.28.5. | Двунаправленные тиристоры (симисторы) | 61 |
| 1.28.6. | Корпуса и цоколевка транзисторов и тиристоров | 62 |
| 1.28.7. | Выпрямительные мосты | 64 |
| 1.28.8. | Стабилитроны | 65 |
| 1.28.9. | Стабилизаторы напряжения | 65 |
| Параметры стабилизаторов напряжения | 65 | |
| Корпуса и цоколевка стабилизаторов напряжения | 66 | |
| 1.28.10. | Диоды | 67 |
| Выпрямительные диоды | 67 | |

| | |
|---|-----|
| Диоды общего назначения | 68 |
| 1.29. Логические элементы — терминология | 69 |
| 1.30. Символьные обозначения и таблицы истинности основных логических элементов | 70 |
| 1.31. Терминология и символьные обозначения логических микросхем средней степени интеграции | 72 |
| 1.32. Интегральные схемы (серия 74) | 75 |
| 1.32.1. Классификация по номерам приборов | 75 |
| 1.32.2. Классификация по функциональному назначению ... | 81 |
| 1.33. Цоколевка микросхем серии 74 | 88 |
| 1.34. КМОП интегральные схемы (серия 4000) | 105 |
| 1.34.1. Классификация по номерам приборов | 105 |
| 1.34.2. Классификация по функциональному назначению | 109 |
| 1.35. Цоколевка микросхем серии 4000 | 112 |
| 1.36. Символы параметров логических схем | 122 |
| 1.37. Параметры операционных усилителей | 124 |
| 1.37.1. Операционные усилители на биполярных транзисторах | 124 |
| 1.37.2. Операционные усилители на полевых транзисторах и на комбинациях биполярных и полевых транзисторах | 127 |
| 1.38. Тороидальные ферритовые и порошковые сердечники | 129 |
| 1.38.1. Материалы для сердечников | 129 |
| Порошковое железо | 129 |
| Ферритовые материалы | 130 |
| 1.38.2. Формулы и таблицы для расчетов | 130 |
| 1.39. Система обозначений полупроводниковых приборов и материалов «Pro Electron» | 137 |

Часть вторая. СХЕМЫ И СИСТЕМЫ

| | |
|--|-----|
| 2.1. Мостовая схема Уитстона | 140 |
| 2.2. Высокочастотные мосты | 140 |
| 2.2.1. Мост Максвелла | 141 |
| 2.2.2. Мост Хэя | 142 |
| 2.2.3. Мост Шеринга | 143 |
| 2.3. Усилители электрических сигналов | 143 |
| 2.4. Основные принципы построения усилителей | 144 |
| 2.4.1. Период и частота | 144 |
| 2.4.2. Коэффициент гармоник | 144 |
| 2.4.3. Ряд Фурье | 145 |
| 2.4.4. Коэффициент усиления | 147 |
| 2.4.5. Ширина полосы пропускания | 148 |
| 2.5. Основные схемы транзисторных усилителей | 149 |
| 2.6. Усилитель с общим эмиттером | 149 |
| 2.7. Усилитель с общим коллектором (эмиттерный повторитель) | 153 |
| 2.8. Усилитель с общей базой | 154 |
| 2.9. Многокаскадные усилители | 156 |
| 2.10. Отрицательная обратная связь | 158 |

| | |
|---|-----|
| 2.11. Усилители звуковой частоты | 159 |
| 2.12. Усилители мощности | 161 |
| 2.12.1. Усилители класса А | 161 |
| 2.12.2. Усилители класса В | 162 |
| 2.12.3. Усилители класса АВ | 163 |
| 2.12.4. Усилители класса С | 163 |
| 2.12.5. Усилители классов D и E | 164 |
| 2.13. Классификация усилителей по параметрам | 164 |
| 2.13.1. Малосигнальный усилитель | 165 |
| 2.13.2. Высокочастотный усилитель мощности | 165 |
| 2.13.3. Основные параметры ВЧ-усилителей | 166 |
| 2.14. Видеоусилители | 170 |
| 2.15. Частотно-избирательные усилители | 171 |
| 2.16. Измерение интермодуляционных искажений | 175 |
| 2.17. Усилители на интегральных схемах | 177 |
| 2.18. Усилители постоянного тока | 178 |
| 2.18.1. Основные принципы | 178 |
| 2.18.2. Дифференциальный усилитель | 179 |
| 2.18.3. Усилитель постоянного тока с прерывателем | 181 |
| 2.19. Интегральные операционные усилители и схемы на их основе | 182 |
| 2.19.1. Инвертирующий усилитель (инвертор) | 184 |
| 2.19.2. Сумматор | 185 |
| 2.19.3. Повторитель напряжения | 186 |
| 2.19.4. Неинвертирующий усилитель | 186 |
| 2.19.5. Дифференциальный усилитель | 188 |
| 2.19.6. Интегратор | 189 |
| 2.19.7. Дифференциатор | 190 |
| 2.19.8. Фильтры | 192 |
| 2.19.9. Триггер Шмитта | 194 |
| 2.19.10. Повторитель напряжения/инвертор | 195 |
| 2.19.11. Преобразование ток/напряжение | 196 |
| 2.19.12. Схема с линейно изменяющимся выходным сигналом | 197 |
| 2.19.13. Схема выделения максимальных значений | 198 |
| 2.20. Монолитные СВЧ интегральные микросхемы | 199 |
| 2.21. Шумовые параметры усилителей | 200 |
| 2.21.1. Отношение сигнал/шум | 200 |
| 2.21.2. Шум-фактор, коэффициент шума и шумовая температура | 200 |
| 2.21.3. Шум в каскадных усилителях | 201 |
| 2.22. Генераторы | 202 |
| 2.23. Индуктивно-емкостные контуры | 202 |
| 2.24. Генератор Колпитца | 204 |
| 2.25. Генератор Хартли | 205 |
| 2.26. Генераторы с фазовым сдвигом | 206 |
| 2.27. Генератор с трехкаскадным RC-фильтром | 206 |
| 2.28. Генератор на основе моста Вина | 207 |
| 2.29. Кварцевые генераторы | 209 |
| 2.30. Кварцевый генератор, работающий на обертонах | 210 |
| 2.31. Генераторы прямоугольных импульсов | 211 |

| | |
|---|-----|
| 2.32. Мультивибратор | 212 |
| 2.33. Ждущий мультивибратор (одновибратор) | 214 |
| 2.33.1. Устойчивое состояние | 217 |
| 2.33.2. Переходное состояние | 218 |
| 2.33.3. Квазиустойчивое состояние | 218 |
| 2.33.4. Период релаксации | 219 |
| 2.34. Генератор прямоугольных импульсов на операционном усилителе | 220 |
| 2.35. Блокинг-генератор | 221 |
| 2.36. Генераторы прямоугольных импульсов на цифровых интегральных схемах | 221 |
| 2.37. Цифровые схемы | 223 |
| 2.38. Основные логические элементы | 223 |
| 2.38.1. Логический элемент И | 223 |
| 2.38.2. Логический элемент ИЛИ | 224 |
| 2.38.3. Логический элемент НЕ (инвертор) | 225 |
| 2.38.4. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ | 225 |
| 2.38.5. Логический элемент Исключающее ИЛИ | 226 |
| 2.39. Положительная и отрицательная логика | 226 |
| 2.40. Комбинационная логика | 227 |
| 2.41. Булева алгебра | 229 |
| 2.42. Карты Карно | 232 |
| 2.43. Триггеры | 234 |
| 2.43.1. RS-триггер | 234 |
| 2.43.2. D-триггер | 235 |
| 2.43.3. JK-триггер | 236 |
| 2.44. Таймеры и схемы с одним устойчивым состоянием | 236 |
| 2.45. Логика, управляемая предшествующими событиями | 238 |
| 2.46. Арифметические и вычислительные схемы | 241 |
| 2.47. Шифраторы и дешифраторы | 244 |
| 2.48. Счетчики | 244 |
| 2.49. Синхронные счетчики | 246 |
| 2.50. Счетчики для двоичных сигналов | 246 |
| 2.51. Арифметические устройства | 247 |
| 2.52. Сдвиговый регистр | 249 |
| 2.53. Практические рекомендации | 250 |
| 2.54. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ) | 252 |
| 2.55. Логические схемы на КМОП-транзисторах | 254 |
| 2.56. Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ) | 256 |
| 2.57. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) | 257 |
| 2.58. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) | 258 |
| 2.59. Оптоэлектроника | 259 |
| 2.60. Датчики (сенсоры) | 260 |
| 2.60.1. Фоторезистивный элемент (фоторезистор) | 260 |
| 2.60.2. Фотогальванический элемент | 260 |
| 2.60.3. Фотодиод | 261 |
| 2.60.4. Фототранзистор | 262 |
| 2.60.5. Другие приборы | 262 |
| 2.60.6. Сравнительные характеристики светочувствительных приборов | 263 |
| 2.61. Светоизлучающие диоды (светодиоды) | 263 |

| | |
|---|-----|
| 2.62. Инжекционный лазер | 265 |
| 2.63. Лампы накаливания | 266 |
| 2.64. Неоновые лампы | 267 |
| 2.65. Жидкокристаллические дисплеи | 267 |
| 2.66. Лазеры | 269 |
| 2.67. Классификация лазеров | 272 |
| 2.68. Применение фотоэлементов | 273 |
| 2.69. Оптическая изоляция | 275 |
| 2.70. Цифровые индикаторы | 276 |
| 2.71. Пульты дистанционного управления | 278 |
| 2.72. Оптоволоконная связь | 279 |
| 2.73. Представление величин в децибелах | 282 |
| 2.73.1. Сравнение одноименных параметров | 282 |
| 2.73.2. Специальные системы представления в децибелах | 283 |
| 2.74. Фильтры | 283 |
| 2.74.1. Узкополосный режекторный фильтр (фильтр-пробка) | 283 |
| 2.74.2. Двойные Т-образные схемы узкополосных режекторных фильтров (фильтров-пробок) | 285 |
| 2.74.3. Активный двойной Т-образный фильтр-пробка | 287 |
| 2.74.4. Схемы регулируемых мостовых Т-образных фильтров | 289 |
| 2.74.5. Гираторы | 290 |
| 2.74.6. Предостережение | 291 |
| 2.75. Индуктивно-емкостные высокочастотные фильтры | 292 |
| 2.75.1. Принципы построения фильтров | 293 |
| 2.75.2. Фильтры нижних частот | 293 |
| 2.75.3. Фильтры верхних частот | 295 |

Часть третья. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

| | |
|--|-----|
| 3.1. Аббревиатуры и символы | 298 |
| 3.2. Единицы измерения физических величин и их обозначения | 305 |
| 3.3. Физические величины, используемые в электронике | 312 |
| 3.4. Фундаментальные постоянные (основные константы) | 313 |
| 3.5. Соотношения между единицами электрических величин | 313 |
| 3.6. Размерности физических величин | 314 |
| 3.7. Основные величины системы СИ | 315 |
| 3.8. Единицы физических величин | 315 |
| 3.9. Греческий алфавит | 317 |
| 3.10. Преобразование кратных и дольных единиц | 318 |
| 3.11. Коэффициенты преобразования единиц измерения физических величин | 319 |
| 3.12. Доли дюйма и их метрические эквиваленты | 325 |
| 3.13. Таблица соответствия кодов (часть первая) | 327 |
| 3.14. Таблица соответствия кодов (часть вторая) | 330 |
| 3.15. Управляющие символы ASCII | 334 |
| 3.16. Полезные формулы | 336 |
| 3.16.1. Законы Булевой алгебры | 336 |
| 3.16.2. Емкость | 336 |
| 3.16.3. Волновое сопротивление | 337 |

| | |
|--|-----|
| 3.16.4. Эквивалентное сопротивление | 337 |
| 3.16.5. Частота — длина волны — скорость | 337 |
| 3.16.6. Дальность радиогоризонта | 338 |
| 3.16.7. Импеданс (полное сопротивление) | 338 |
| 3.16.8. Индуктивность | 338 |
| 3.16.9. Расширение пределов шкалы измерения | 339 |
| Увеличение пределов шкалы измерения амперметра или миллиамперметра | 339 |
| Увеличение пределов шкалы измерения вольтметра | 339 |
| 3.16.10. Отрицательная обратная связь | 339 |
| 3.16.11. Закон Ома | 340 |
| 3.16.12. Мощность | 340 |
| 3.16.13. Отношение мощностей сигналов | 340 |
| 3.16.14. Добротность | 340 |
| 3.16.15. Реактивное сопротивление | 340 |
| 3.16.16. Сопротивление | 341 |
| 3.16.17. Резонанс | 341 |
| 3.16.18. Постоянная времени | 341 |
| 3.16.19. Коэффициент трансформации трансформатора | 342 |
| 3.16.20. Номинальная мощность | 342 |
| 3.16.21. Длина волны резонансного контура | 342 |
| 3.17. Десятичные множители и приставки | 343 |
| 3.18. Реактивное сопротивление емкости | 343 |
| 3.19. Реактивное сопротивление индуктивности | 344 |
| 3.20. Постоянные времени RC | 345 |
| 3.21. Постоянные времена R/L | 347 |
| 3.22. Символьные обозначения компонентов в соответствии со стандартом BS 3939 | 349 |
| 3.22.1. Базовые символы | 349 |
| 3.22.2. Обозначения переключателей и контактов | 350 |
| 3.22.3. Обозначения полупроводниковых приборов | 355 |
| 3.22.4. Обозначения звуковых электронных приборов | 356 |
| 3.23. Символы, используемые в радиосвязи | 357 |
| 3.24. Символы логических элементов | 359 |
| 3.25. Символы, используемые в принципиальных схемах (блок-схемах, структурных схемах) | 361 |
| 3.26. Символы, используемые для частотных спектров | 363 |
| 3.27. Символы, используемые для маркировки оборудования (стандарт BS 6217) | 364 |
| 3.28. Таблица децибел | 372 |
| 3.29. Таблица пересчета степеней числа 2 в децибелы | 373 |
| 3.30. Разъемы и соединения | 374 |
| 3.30.1. Обмен данными при помощи модемов | 374 |
| 3.30.2. Номера выводов разъема модема | 376 |
| 3.30.3. Автоматический вызов | 377 |
| 3.31. EIA 232 | 378 |
| 3.32. EIA 449 | 379 |
| 3.33. Сравнение стандартов EIA 232, EIA 449 и V 24 | 381 |
| 3.34. Интерфейс «Центроникс» | 383 |
| 3.35. Разъемы для звуковой аппаратуры | 384 |

| | |
|--|-----|
| 3.36. Коаксиальные разъемы | 385 |
| 3.37. Разъемы для видеоманитофонов, телеаппаратуры, теле/видеокамер | 386 |
| 3.38. Разъем SCART (стандарт BS 6552) | 388 |
| 3.39. Номинальные напряжения низковольтных сетей | 389 |
| 3.39.1. Европа | 389 |
| 3.39.2. Азия | 389 |
| 3.39.3. Северная Америка | 390 |
| 3.39.4. Острова Вест-Индии | 390 |
| 3.39.5. Южная Америка | 391 |
| 3.39.6. Африка | 391 |
| 3.39.7. Океания | 392 |
| 3.40. Высокочастотные кабели серии RG (США) | 393 |
| 3.41. Высокочастотные кабели серии UR (Великобритания) | 395 |
| 3.42. Батареи и аккумуляторы | 396 |

Часть четвертая. СЛОВАРИ

| | |
|---|-----|
| 4.1. Толковый словарь терминов | 400 |
| 4.2. Краткий англо-русский словарь терминов | 455 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ | 475 |
|-----------------------------------|------------|