

ББК 32.844
И 91
УДК 621.396.6.001.24

Г. С. НАЙВЕЛЬТ, К. Б. МАЗЕЛЬ, Ч. И. ХУСАИНОВ,
Г. П. ЗАТИКЯН, Л. Н. ШАРОВ, С. А. КУЗНЕЦОВ,
В. А. АЛЕКСЕЕВ, Л. М. КИСЕЛЕВ, В. И. ТИХОНОВ,
Ю. Н. ШУВАЕВ

Рецензенты: д-р техн. наук Ю. И. Конев,
канд. техн. наук Л. А. Краус

Редакция литературы по электронной технике

Источники электропитания радиоэлектронной
И 91 аппаратуры: Справочник / Г. С. Найвельт, К. Б. Ма-
зель, Ч. И. Хусайнов и др.; Под ред. Г. С. Найвель-
та. — М.: Радио и связь, 1986. — 576 с., ил.

В пер.: 2 р. 10 к. 120 000 экз.

Приведены справочные данные по элементной базе, используе-
мой в источниках питания, проанализирована схемотехника и дана
методика расчета магнитных элементов, выпрямителей и сглаживаю-
щих фильтров, стабилизаторов напряжения с непрерывным и импульс-
ным регулированием, тиристорных и магнитно-транзисторных стаби-
лизаторов, транзисторных преобразователей напряжения, блоков пита-
ния с бестрансформаторным входом. Рассмотрены вопросы конструи-
рования микросборок, модулей и блоков питания с учетом отвода
теплоты и подавления радиопомех.

Для специалистов, занимающихся разработкой радиоэлектронной
аппаратуры.

И 2402020000—080
046(01)—85 75—85

ББК 32.844
14

© Издательство «Радио и связь», 1985

Оглавление

Предисловие редактора	7
Перечень принятых сокращений и условных буквенных обозна- чений элементов и их электрических параметров	8
Классификация. Основные термины и определения	16

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЭЛЕМЕНТЫ И УЗЛЫ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Глава первая. Общие характеристики источников вто- ричного электропитания	19
1.1. Требования, предъявляемые к источникам вторичного электропитания	19
1.2. Параметры источников вторичного электропитания	24
1.3. Типовые структурные схемы источников вторичного элек- тропитания	28
Глава вторая. Характеристики и режимы работы элемен- тов источников вторичного электропитания	39
2.1. Полупроводниковые диоды	39
2.2. Полупроводниковые стабилитроны	45
2.3. Тиристоры	47
2.4. Транзисторы	50
2.5. Интегральные микросхемы	54
2.6. Конденсаторы	56
Глава третья. Трансформаторы и дроссели фильтров	59
3.1. Конструкции трансформаторов и дросселей фильтров	59
3.2. Основные расчетные соотношения для трансформатора	73
3.3. Расчет тепловых режимов	79
3.4. Уравнения мощности и оптимизация электромагнитных нагрузок	85
3.5. Расчет однофазных трансформаторов	90
3.6. Расчет трансформаторов статических преобразователей напряжения	105
3.7. Дроссели сглаживающих фильтров	116
Глава четвертая. Выпрямители и сглаживающие филь- тры	121
4.1. Общие сведения о выпрямительных устройствах	121

4.2. Расчет выпрямителя с емкостным фильтром	122
4.3. Расчет выпрямителей с индуктивным фильтром	136
4.4. Расчет выпрямителя при питании от источников напряжения прямоугольной формы	143
4.5. Многофазные низковольтные выпрямители	152
4.6. Сглаживающие фильтры	160

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ТРАНЗИСТОРНЫЕ И ТИРИСТОРНЫЕ
СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ И ТОКА

Глава пятая. Стабилизаторы постоянного напряжения и тока с непрерывным регулированием	166
5.1. Параметрические стабилизаторы	166
5.2. Компенсационные стабилизаторы	170
5.3. Защита в транзисторных стабилизаторах	183
5.4. Интегральные стабилизаторы напряжения	190
5.5. Специальные схемы транзисторных стабилизаторов напряжения и тока	200
5.6. Применение стабилизаторов постоянного напряжения	208
Глава шестая. Магнитно-транзисторные стабилизаторы	209
6.1. Стабилизаторы с магнитным регулятором	209
6.2. Транзисторные стабилизаторы с регулированием по цепи переменного тока	214
6.3. Стабилизаторы напряжения переменного тока	222
6.4. Стабилизаторы напряжения с регулирующим трансформатором	224
6.5. Энергетические характеристики и особенности построения цепи обратной связи	227
6.6. Стабилизаторы с двумя регулирующими элементами	234
6.7. Контроль выходных параметров, защита и области применения магнитно-транзисторных стабилизаторов	239
6.8. Методика и примеры расчета	244
Глава седьмая. Тиристорные стабилизаторы	251
7.1. Основные схемы тиристорных регуляторов, выбор и расчет их элементов	251
7.2. Тиристорные регуляторы со ступенчатой формой выходного напряжения, расчет их основных элементов	263
7.3. Требования, предъявляемые к устройствам управления и оптимизация режима работы входных цепей тиристоров	271
7.4. Управление тиристорами с помощью фазосдвигающих и RC-цепей	277

7.5. Управление тиристорами с помощью магнитных усилителей	281
7.6. Управление тиристорами с помощью полусъёмных транзисторов и за счет «вертикального» смещения фазы	291
7.7. Практические схемы тиристорных регуляторов и стабилизаторов	296
7.8. Методика и пример расчета	302

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ
И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Глава восьмая. Импульсные стабилизаторы постоянного напряжения	306
8.1. Схемы силовых цепей импульсных стабилизаторов	306
8.2. Способы стабилизации напряжения и схемы управления	310
8.3. Стабилизаторы понижающего типа	320
8.4. Стабилизаторы повышающего типа	328
8.5. Стабилизаторы инвертирующего типа	334
8.6. Специальные схемы и области применения импульсных стабилизаторов	339
Глава девятая. Транзисторные преобразователи постоянного напряжения	346
9.1. Однотактные преобразователи	346
9.2. Двухтактные преобразователи с самовозбуждением	350
9.3. Цепи запуска двухтактных автогенераторов	357
9.4. Двухтактные преобразователи с независимым возбуждением	360
9.5. Энергетические характеристики преобразователей	368
9.6. Стабилизирующие преобразователи постоянного напряжения	371
9.7. Устройства управления стабилизирующими преобразователями	380
9.8. Области применения преобразователей и выбор силовых элементов для повышения частоты	387
9.9. Методика и примеры расчета	392
Глава десятая. Источники питания с бестрансформаторным входом	401
10.1. Основные структурные схемы и входные цепи	401
10.2. Транзисторные усилители мощности	405
10.3. Режим работы силовых транзисторов и их базовые цепи	413
10.4. Устройства управления усилителями мощности	415

10.5. Цепи запуска, обратной связи и защиты	430
10.6. Методика и пример расчета	439

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Глава одиннадцатая. Основные вопросы проектирования источников вторичного электропитания	446
11.1. Выбор структурных схем и функциональных узлов	446
11.2. Унификация и функционально-модульное проектирование	453
11.3. Особенности разработки конструкции	458
11.4. Обеспечение надежности на этапе разработки приборов	463
Глава двенадцатая. Подавление электромагнитных помех в источниках вторичного электропитания	466
12.1. Методы подавления электромагнитных помех	467
12.2. Помехоподавляющие фильтры	472
12.3. Экранирование в источниках вторичного электропитания	503
12.4. Электромагнитные помехи в гибридных интегральных микросхемах и микросборках	513
12.5. Измерение электромагнитных помех	515
Глава тринадцатая. Обеспечение тепловых режимов источников вторичного электропитания и их элементов	520
13.1. Основные сведения о тепловом режиме аппаратуры	520
13.2. Расчет и выбор радиаторов для мощных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем	530
13.3. Расчет тепловых режимов при конструировании гибридных интегральных микросхем и микросборок	544
13.4. Расчет тепловых режимов при конструировании модулей питания	551
13.5. Охлаждение элементов и блоков с использованием тепловых труб	557
13.6. Охлаждение источников электропитания с использованием плавящихся рабочих веществ	562
13.7. Экспериментальная отработка теплового режима источников вторичного электропитания	568
Список литературы	570

Предисловие редактора

Источники вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры за последние годы существенно изменились. Это вызвано непрерывным стремлением уменьшить их массу и габариты, повысить КПД за счет применения наиболее рациональных схем, использования высокочастотного преобразования энергии постоянного тока, экономичных импульсных методов регулирования, интегральных микросхем. Повысились также требования к питающим напряжениям. Номинальные значения напряжений теперь составляют единицы или десятки вольт при токах нагрузки в десятки и даже сотни ампер. Это привело к созданию разнообразных структурных схем построения источников вторичного электропитания, каждая из которых находит применение в конкретных условиях.

Основная цель настоящего справочника — обобщить и систематизировать сведения по построению и расчету источников вторичного электропитания для радиоэлектронной аппаратуры различных классов, работающей от сети переменного тока или от автономных источников электроэнергии постоянного тока, дать справочный материал по типовым схемам основных функциональных узлов, методике их расчета и проектирования. При этом для различных типов источников электропитания приводятся обоснование и выбор наиболее рациональной структурной схемы, элементной базы, выбор оптимальных схемотехнических решений отдельных функциональных узлов. Рассматриваются вопросы обеспечения тепловых режимов силовых элементов, микросборок, модулей и блоков электропитания, подавления радиопомех в местах их возникновения. При изложении материала даются необходимые для понимания пояснения без строгих доказательств, выводов формул и соотношений.

Расчеты, в основном, проводятся по упрощенным формулам, которые позволяют быстро выбирать основные элементы схемы, определять их режимы работы с достаточной для инженерной практики точностью (в пределах 10—20%). Расчеты по точным, но более громоздким формулам требуют большей трудоемкости и все же не дают полного совпадения с экспериментальными данными из-за технологических разбросов параметров элементов. При необходимости применения более точных формул в ряде случаев даются ссылки на источники.

В основу Справочника положены результаты обобщения опыта разработки, производства и эксплуатации источников электропитания, накопленного в ряде организаций и предприятий, представленных коллективом авторов.

Главы 1, 2, 9 и 11 написал Г.С. Найвельт, гл. 3 — С.А. Кузнецов, гл. 4 — К.Б. Мазель, гл. 5 — Г.С. Найвельт и Ч.И. Хусаинов совместно, гл. 6 — В.И. Тихонов, гл. 7 — Г.П. Затилян, гл. 8 — Ч.И. Хусаинов, гл. 10 — Л.Н. Шаров, гл. 12 — Л.М. Киселев, гл. 13 — В.А. Алексеев, § 4, 6 — Ю.Н. Шуваев.

Отзывы о книге просим присылать по адресу: 101000, Москва, Почтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь».