

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СПРАВОЧНИК ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Под редакцией Г. С. НАЙВЕЛЬТА

МОСКВА „РАДИО И СВЯЗЬ„ 1985

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 аппаратуры: Справочник/ Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хусаинов и др.; Под ред. Г. С. Найвельта. — М.: Радио и связь, 1985. — 576 с, ил. В пер.: 2 р. 10 к. 120 000 экз.

Приведены справочные данные по элементной базе, используемой в источниках питания, проанализирована схемотехника и дана методика расчета магнитных элементов, выпрямителей и сглаживающих фильтров, стабилизаторов напряжения с непрерывным и импульсным регулированием, тиристорных и магнитно-транзисторных стабилизаторов, транзисторных преобразователей напряжения, блоков питания с бестрансформаторным входом. Рассмотрены вопросы конструирования микросборок, модулей и блоков питания с учетом отвода теплоты и подавления радиопомех. Для специалистов, занимающихся разработкой радиоэлектронной аппаратуры.

© Издательство «Радио и связь», 1985

Оглавление

Предисловие редактора

Перечень принятых сокращений и условных буквенных обозначений 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 вторичного электропитания 19

Требования, предъявляемые к источникам вторичного электропитания 19

Параметры источников вторичного электропитания . . 24

Типовые структурные схемы источников вторичного электропитания 28

Глава вторая. Характеристики и режимы работы элементов источников вторичного электропитания 39

Полупроводниковые диоды 39

Полупроводниковые стабилитроны 45

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тиристоры	47
Транзисторы	50
Интегральные микросхемы	54
Конденсаторы	56
Глава третья. Трансформаторы и дроссели фильтров	59
Конструкции трансформаторов и дросселей фильтров . .	59
Основные расчетные соотношения для трансформатора .	73
Расчет тепловых режимов	79
Уравнения мощности и оптимизация электромагнитных нагрузок	85
Расчет однофазных трансформаторов	.90
Расчет трансформаторов статических преобразователей напряжения	105
Дроссели сглаживающих фильтров	116
Глава четвертая. Выпрямители и сглаживающие фильтры	121
4.1. Общие сведения о выпрямительных устройствах .	121
Расчет выпрямителя с емкостным фильтром	122
Расчет выпрямителей с индуктивным фильтром . . .	136
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 НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Глава пятая. Стабилизаторы постоянного напряжения и тока с непрерывным регулированием	166
Параметрические стабилизаторы	166
Компенсационные стабилизаторы	170
Защита в транзисторных стабилизаторах . . .	183
Интегральные стабилизаторы напряжения-	190
Специальные схемы транзисторных стабилизаторов напряжения и тока	200
Применение стабилизаторов постоянного напряжения . .	208
Глава шестая. Магнитно-транзисторные стабилизаторы	209
Стабилизаторы с магнитным регулятором	209
Транзисторные стабилизаторы с регулированием по цепи переменного тока	214
Стабилизаторы напряжения переменного тока	222
Стабилизаторы напряжения с регулирующим трансформатором	224
Энергетические характеристики и особенности построения цепи обратной связи	227
Стабилизаторы с двумя регулирующими элементами . .	234
Контроль выходных параметров, защита и области применения магнитно-транзисторных стабилизаторов	239
Методика и примеры расчета	244
Глава седьмая. Тиристорные стабилизаторы	251
Основные схемы тиристорных регуляторов, выбор и расчет их элементов	251
Тиристорные регуляторы со ступенчатой формой выходного напряжения, расчет их основных элементов	263
Требования, предъявляемые к устройствам управления и оптимизация режима работы входных цепей тиристоров	271
Управление тиристорами с помощью фазосдвигающих и RC-цепей	277
Управление тиристорами с помощью магнитных усилителей	281

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Управление тиристорами с помощью полевых транзисторов и за счет «вертикального» смещения фазы . . .291

Практические схемы тиристорных регуляторов и стабилизаторов 296

Методика и пример расчета 302

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Глава восьмая. Импульсные стабилизаторы постоянного напряжения 306

Схемы силовых цепей импульсных стабилизаторов . . . 306

Способы стабилизации напряжения и схемы управления 310

Стабилизаторы понижающего типа 320

Стабилизаторы повышающего типа 328

Стабилизаторы инвертирующего типа 334

Специальные схемы и области применения импульсных стабилизаторов 339

Глава девятая. Транзисторные преобразователи постоянного напряжения 346

Однотактные преобразователи 346

Двухтактные преобразователи с самовозбуждением . . 350

Цепь запуска двухтактных автогенераторов 357

Двухтактные преобразователи с независимым возбуждением 360

Энергетические характеристики преобразователей . . . 368

9.6. Стабилизирующие преобразователи постоянного напряжения . . 371

Устройства управления стабилизирующими преобразователями . 380

Области применения преобразователей и выбор силовых элементов для повышения частоты 387

9.9. Методика и примеры расчета 392

Глава десятая. Источники питания с бестраисформаторным входом 401

Основные структурные схемы и входные цепи . . . 401

Транзисторные усилители мощности 405

Режим работы силовых транзисторов и их базовые цепи 413

Устройства управления усилителями мощности ... 415

Цепи запуска, обратной связи и защиты 430

Методика и пример расчета 439

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Глава одиннадцатая. Основные вопросы проектирования источников вторичного электропитания 446

Выбор структурных схем и функциональных узлов446

Унификация и функционально-модульное проектирование 453

Особенности разработки конструкции 458

Обеспечение надежности на этапе разработки приборов 463

Глава двенадцатая. Подавление электромагнитных помех в источниках вторичного электропитания 466

Методы подавления электромагнитных помех 467

Помехоподавляющие фильтры 472

Экранирование в источниках вторичного электропитания 503

Электромагнитные помехи в гибридных интегральных микросхемах и микросборках

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

513

Измерение электромагнитных помех 515

Глава тринадцатая. Обеспечение тепловых режимов источников вторичного электропитания и их элементов . . . 520

Основные сведения о тепловом режиме аппаратуры . . 520

Расчет и выбор радиаторов для мощных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем 530

Расчет тепловых режимов при конструировании гибридных интегральных микросхем и микросборок 544

Расчет тепловых режимов при конструировании модулей питания 551

Охлаждение элементов и блоков с использованием тепловых труб 557

Охлаждение источников электропитания с использованием плавящихся рабочих веществ 562

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.

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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. Найвелът, гл. 3 — С.А. Кузнецов, гл. 4 — К. Б. Мазель, гл. 5 — Г. С. Найвелът и Ч. И. Хусаинов совместно, гл. 6 — В. И. Тихонов, гл. 7 — Г. П. Затикян, 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.

Перечень принятых сокращений и условных буквенных обозначений элементов и их электрических параметров

Сокращения

АППФ — активный помехоподавляющий фильтр
БМ — броневой магнитопровод
БНК — базовая несущая конструкция
БТ — броневой трансформатор
В — выпрямитель
ВАХ — вольт-амперная характеристика
ВДС — вольтдобавочный стабилизатор
ВР — выпрямитель регулируемый
ВСН — входной (централизованный) стабилизатор напряжения
ВФ — выпрямитель с фильтром
ДН — дроссель насыщения
ЗГ — задающий генератор
И — инвертор
ИВЭ — источник вторичного электропитания
ИМС — интегральная микросхема
ИОН — источник опорного напряжения
ИПБВ — источник питания с бестрансформаторным входом
ИС — импульсный стабилизатор
ИСН — импульсный стабилизатор напряжения
ИЭ — измерительный элемент
КПД — коэффициент полезного действия
КСН — компенсационный стабилизатор напряжения
МДИ — модулятор длительности импульсов
МУ — магнитный усилитель
МЭА — микроэлектронная аппаратура
НС — непрерывный стабилизатор
НЭ — нелинейный элемент
ОС — обратная связь
ОТ — ограничитель тока
ПН — преобразователь напряжения
ПП — полупроводниковый прибор
ПСН — параметрический стабилизатор напряжения
ППФ — помехоподавляющий фильтр
ПТ — полевой транзистор
ПУ — пороговое устройство

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУС — промежуточный усилитель
РП — регулируемый преобразователь
РТМ — руководящий технический материал
РЭ — регулирующий элемент
РЭА — радиоэлектронная аппаратура
СВЭП — система вторичного электропитания
СМ — стержневой магнитопровод
СН — стабилизатор напряжения непрерывного регулирования
СУ — схема управления
СТ — стержневой трансформатор
СФ — сетевой фильтр
ТКС — тепловое контактное сопротивление
ТМ — тороидальный магнитопровод
ТР — тиристорный регулятор
ТСГ1 — трансформаторы статических преобразователей
ТТ — тепловая труба
УК — узел контроля и управления
УМ — усилитель мощности
УС — устройство сравнения сигналов
УПТ — усилитель постоянного тока
Ф — фильтр
ФСН — формирователь синхронизирующих напряжений
ФСЦ — фазосдвигающая цепь
ЧИМ — частотно-импульсный модулятор
ЧП — частотный преобразователь
ШИМ — широтно-импульсный модулятор
ЭМП — электромагнитные помехи
ЭМС — электромагнитная совместимость
ЭРЭ — электрорадиоэлемент

[Скачать книгу](#) Под редакцией Найвельта Г. С. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник. Москва, Издательство Радио и связь, 1985