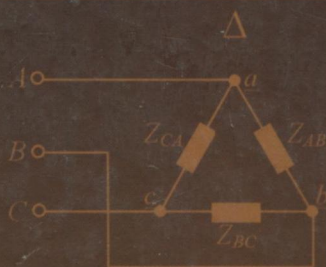
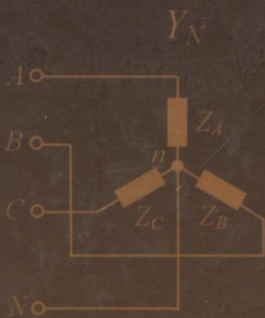
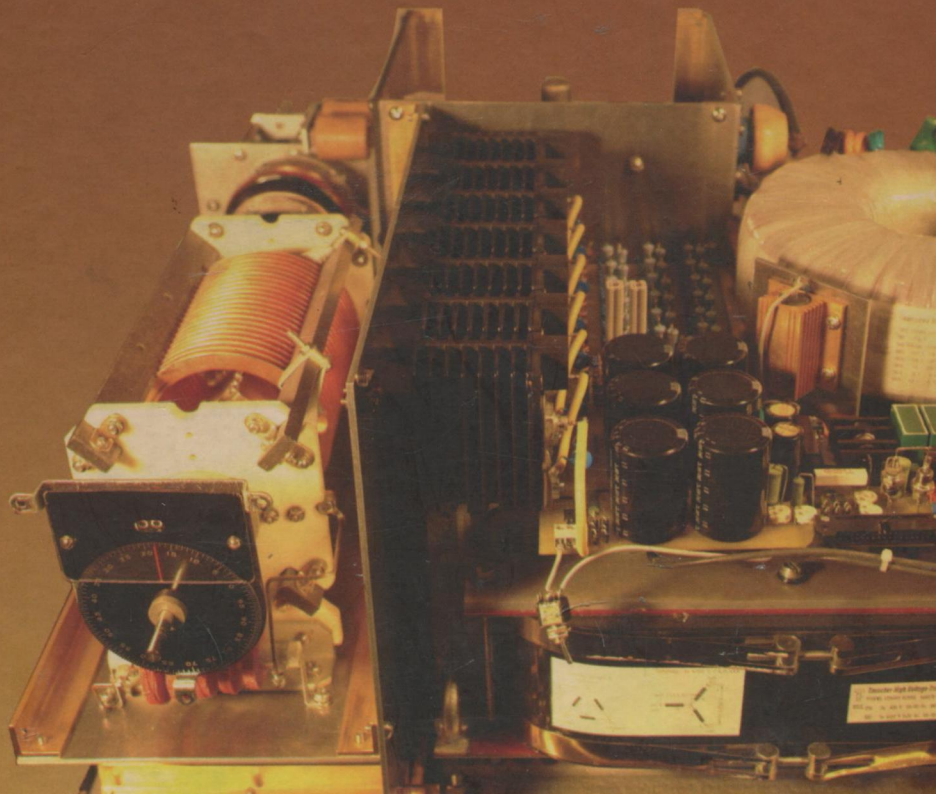
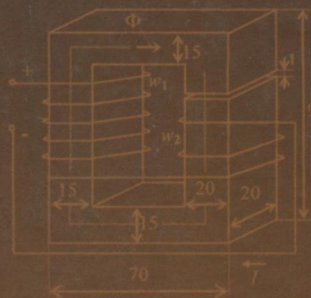


Н. В. Белов, Ю. С. Волков



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ



Н. В. БЕЛОВ, Ю. С. ВОЛКОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2023

ББК 31.2я73

Б 43

Белов Н. В., Волков Ю. С.

Б 43 Электротехника и основы электроники: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2023. — 432 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-1225-9

Пособие предназначено для студентов неэлектротехнических направлений и профилей политехнических вузов всех форм обучения — дневной, вечерней и заочной, изучающих дисциплины «Электротехника и электроника», «Общая электротехника и электроника».

Большое внимание уделено практическому применению электротехнических и электронных устройств: назначению, принципу действия, техническим возможностям, особенностям эксплуатации. Даны примеры расчета величин, состояния цепей и типовых режимов электрических машин и трансформаторов, выбора двигателя и токоподвода. Каждая глава завершается материалами для закрепления прочитанного и самопроверки усвоения. Пособие содержит словарь основных понятий и терминов, перечень условных обозначений, обширный иллюстративный материал.

ББК 31.2я73

Рецензенты:

М. А. ЕРМИЛОВ — профессор кафедры теоретических основ электротехники Московского государственного открытого университета;
В. Е. ШАТЕРНИКОВ — д. т. н., профессор, зав. кафедрой электротехники и электроники Московского государственного университета приборостроения и информатики.

Обложка

Е. А. ВЛАСОВА

Охраняется Законом РФ об авторском праве.

Воспроизведение всей книги или любой ее части

запрещается без письменного разрешения издателя.

Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

© Издательство «Лань», 2023

© Н. В. Белов, Ю. С. Волков, 2023

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	6

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ

<i>Глава 1. Электрические цепи постоянного тока</i>	10
1.1. Величины, характеризующие электрическое состояние цепи. Схемы замещения	10
1.2. Материалы и среды, применяемые в электрических цепях и устройствах	14
1.3. Режимы электрической цепи	15
1.4. Линейные резистивные элементы	16
1.5. Анализ линейной цепи с одним источником ЭДС. Законы Кирхгофа . . .	17
1.6. Анализ разветвленных линейных цепей с несколькими источниками ЭДС при помощи непосредственного применения законов Кирхгофа	22
1.7. Анализ разветвленных цепей с несколькими источниками ЭДС методами контурных токов и узлового напряжения	24
1.8. Расчет цепей методом эквивалентного генератора	26
1.9. Баланс мощностей	27
1.10. Понятие об анализе нелинейных цепей	28
1.11. Емкостные элементы в цепи постоянного тока	30
1.12. Назначение и применение устройств постоянного тока	32
1.13. Резюме	35
1.14. Материалы для самопроверки	37
<i>Глава 2. Магнитные цепи и электромагнитные явления</i>	40
2.1. Основные сведения о магнитном поле и ферромагнитных материалах . . .	40
2.2. Назначение магнитной цепи. Применение закона полного тока для анализа магнитной цепи	43
2.3. Прямая и обратная задачи расчета магнитной цепи	44
2.4. Индукционное действие магнитного поля	48
2.5. Явления самоиндукции и взаимной индукции	49
2.6. Линейные катушки индуктивности при переменном токе	51
2.7. Силовое действие магнитного поля	52
2.8. Применение электромагнитных устройств	55
2.9. Резюме	57
2.10. Материалы для самопроверки	58

Глава 3. Однофазные цепи переменного тока	61
3.1. Особенности и области применения цепей переменного тока	61
3.2. Основные параметры синусоидальной величины. Получение синусоидальной ЭДС	62
3.3. Представление синусоидальных величин векторами. Законы Кирхгофа для цепей переменного тока	63
3.4. Идеальные линейные элементы цепей переменного тока	66
3.5. Неразветвленная линейная цепь переменного тока	69
3.6. Мощности однофазной цепи переменного тока	71
3.7. Анализ линейных неразветвленных цепей переменного тока	72
3.8. Анализ цепи переменного тока с параллельными ветвями	74
3.9. Резонансы в линейных электрических цепях переменного тока	75
3.10. Понятие о комплексном методе анализа цепей переменного тока	76
3.11. Применение устройств однофазного тока	78
3.12. Резюме	80
3.13. Материалы для самопроверки	81
Глава 4. Трехфазные цепи	85
4.1. Устройство и области применения трехфазных цепей	85
4.2. Основные понятия, связанные с трехфазными цепями	87
4.3. Соединение симметричной трехфазной нагрузки в «звезду»	88
4.4. «Звезда» при несимметричной нагрузке. Назначение нейтрального провода	90
4.5. Соединение трехфазной нагрузки по схеме «треугольник»	91
4.6. Мощности трехфазной цепи	93
4.7. Технико-экономическое значение коэффициента мощности и способы его повышения	94
4.8. Применение трехфазных цепей	96
4.9. Резюме	97
4.10. Материалы для самопроверки	97
Глава 5. Несинусоидальные токи. Переходные процессы в линейных электрических цепях	102
5.1. Представление периодического несинусоидального напряжения рядом Фурье	102
5.2. Анализ линейных цепей при периодическом несинусоидальном напряжении	103
5.3. Электрические фильтры	105
5.4. Понятие о переходном процессе. Виды переходных процессов	107
5.5. Принципы анализа переходных процессов в линейных цепях	108
5.6. Включение катушки индуктивности на постоянное напряжение	109
5.7. Зарядка конденсатора от источника постоянного тока. Разрядка конденсатора на резистор	111
5.8. Включение катушки индуктивности на переменное напряжение	113
5.9. Резюме	114
5.10. Материалы для самопроверки	116
Глава 6. Электрические измерения и приборы	118
6.1. Общие сведения об электрических измерениях	118
6.2. Классы точности аналоговых показывающих приборов	121
6.3. Особенности аналоговых амперметров, вольтметров, ваттметров	122
6.4. Основные системы аналоговых показывающих приборов	124
6.5. Расширение пределов измерений в цепях постоянного тока	127
6.6. Измерение активной мощности в трехфазных цепях	129
6.7. Мостовые методы измерения	130
6.8. Понятие об измерении неэлектрических величин электрическими методами	131
6.9. Резюме	132
6.10. Материалы для самопроверки	134
Условные обозначения	137

ЧАСТЬ ВТОРАЯ
ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Глава 7. Электронные приборы	140
7.1. Классификация и назначение электронных устройств и приборов	140
7.2. Полупроводниковые резисторы	143
7.3. Полупроводниковые диоды	145
7.4. Тиристоры	149
7.5. Биполярные транзисторы	150
7.6. Полевые транзисторы	153
7.7. Интегральные микросхемы	156
7.8. Электровакuumные приборы	158
7.9. Опто- и фотоэлектронные приборы	160
7.10. Применение фото- и оптоэлектронных приборов	163
7.11. Резюме	169
7.12. Материалы для самопроверки	171
Глава 8. Преобразователи электрической энергии	175
8.1. Назначение преобразователей	175
8.2. Неуправляемый однофазный однополупериодный выпрямитель	177
8.3. Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	178
8.4. Неуправляемый выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	180
8.5. Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	180
8.6. Управляемые выпрямители	182
8.7. Фильтры в электронных устройствах	184
8.8. Стабилизаторы постоянного напряжения	187
8.9. Регуляторы переменного напряжения, инверторы и преобразователи частоты	189
8.10. Бестрансформаторные преобразователи	193
8.11. Применение диодных групп для измерений в цепях переменного тока	194
8.12. Резюме	196
8.13. Материалы для самопроверки	197
Глава 9. Электронные усилители и генераторы	200
9.1. Классификация, показатели и характеристики усилителей	200
9.2. Усилитель переменного напряжения	201
9.3. Характеристики усилителя напряжения	205
9.4. Усилитель постоянного тока и операционные усилители	207
9.5. Усилители мощности	210
9.6. Генератор гармонических колебаний	212
9.7. Резюме	215
9.8. Материалы для самопроверки	216
Глава 10. Импульсные и цифровые устройства	219
10.1. Применение импульсных устройств	219
10.2. Формирующие устройства	220
10.3. Логические элементы	222
10.4. Триггеры	225
10.5. Генерирующие устройства	228
10.6. Микропроцессоры	230
10.7. Аналогоцифровой и цифроаналоговый преобразователи	232
10.8. Электронные измерительные приборы	236
10.9. Резюме	239
10.10. Материалы для самопроверки	240
Условные обозначения	243

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ.
ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

Глава 11. Общие сведения об электрооборудовании	246
11.1. Электрификация производства	246
11.2. Законы электромагнетизма — основа принципа действия электрических машин и трансформаторов	247
11.3. Особенности машин и аппаратов	248
11.4. Выбор и эксплуатация электрических устройств	250
11.5. Резюме	252
11.6. Материалы для самопроверки	253
Глава 12. Трансформаторы	256
12.1. Назначение и области применения трансформаторов	256
12.2. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора	257
12.3. Опыты холостого хода и короткого замыкания	260
12.4. КПД трансформатора	262
12.5. Изменение вторичного напряжения	263
12.6. Трехфазные силовые трансформаторы	265
12.7. Конструктивное исполнение и применение трансформаторов	269
12.8. Автотрансформатор. Измерительные трансформаторы	271
12.9. Резюме	274
12.10. Материалы для самопроверки	275
Глава 13. Асинхронные двигатели	279
13.1. Устройство трехфазного асинхронного двигателя	279
13.2. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя	281
13.3. Влияние скольжения на работу двигателя	284
13.4. Механическая характеристика двигателя с короткозамкнутым ротором	285
13.5. Показатели и рабочие характеристики двигателя с короткозамкнутым ротором	288
13.6. Пуск двигателя	289
13.7. Регулирование частоты вращения и торможение	292
13.8. Паспортные данные и расчет основных величин	294
13.9. Применение трехфазных асинхронных двигателей	295
13.10. Линейный, однофазный и двухфазный асинхронные двигатели	297
13.11. Резюме	300
13.12. Материалы для самопроверки	302
Глава 14. Синхронные машины	305
14.1. Области применения и устройство синхронных машин	305
14.2. Особенности работы синхронной машины	307
14.3. Работа генератора на автономную нагрузку	308
14.4. Работа синхронного генератора параллельно с сетью	311
14.5. Работа синхронной машины в режиме двигателя	313
14.6. Применение синхронных двигателей. Синхронный компенсатор	316
14.7. Разновидности синхронных двигателей	318
14.8. Резюме	321
14.9. Материалы для самопроверки	322
Глава 15. Машины постоянного тока	326
15.1. Устройство и принцип действия	326
15.2. Реакция якоря	328
15.3. Основные зависимости для машин постоянного тока	330
15.4. Способы возбуждения машин	331
15.5. Машина постоянного тока в режиме генератора	332
15.6. Общие особенности двигателей постоянного тока	334

15.7. Пуск двигателей	336
15.8. Характеристики двигателей	337
15.9. Регулирование частоты вращения и торможение	339
15.10. Паспортные данные. Расчет основных показателей	340
15.11. Области применения двигателей постоянного тока	342
15.12. Исполнительные двигатели постоянного тока	343
15.13. Резюме	344
15.14. Материалы для самопроверки	346
Глава 16. Электропривод и электроснабжение	349
16.1. Состав и классификация электроприводов	349
16.2. Режимы работы электропривода	350
16.3. Выбор типа и исполнения двигателя	352
16.4. Выбор двигателя по мощности	353
16.5. Аппаратура коммутации и управления	356
16.6. Аппараты защиты	361
16.7. Схемы управления электроприводами	363
16.8. Общие вопросы электроснабжения	364
16.9. Особенности внутрицехового электроснабжения	369
16.10. Определение расчетного тока участка	371
16.11. Выбор сечения токоподвода	372
16.12. Примеры выбора сечений токоподводов	375
16.13. Эксплуатация электроустановок	376
16.14. Электробезопасность	379
16.15. Резюме	381
16.16. Материалы для самопроверки	383
Условные обозначения	386

ПРИЛОЖЕНИЕ

Электромагнитное поле	388
П.1. Общие сведения о полях	388
П.2. Электростатическое поле в вакууме	389
П.3. Электростатическое поле в диэлектрике	391
П.4. Примеры электростатических полей	392
П.5. Электрическое поле в электропроводной среде	394
П.6. Применение устройств с электрическим полем	395
П.7. Магнитное поле постоянного тока	396
П.8. Определение и применение постоянного магнитного поля	398
П.9. Переменные электрическое и магнитное поля	401
П.10. Электромагнитное поле	404
П.11. Техническое применение электромагнитных полей	406
П.12. Резюме	407
П.13. Материалы для самопроверки	409
Основные понятия и термины	411
Литература	425