

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Уральское отделение Российской академии образования
Академия профессионального образования

**О. Н. Ключников
А. В. Степанов**

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Часть I

Линейные электрические цепи постоянного тока

Учебное пособие

*Допущено Учебно-методическим объединением
по профессионально-педагогическому образованию в качестве учебного
пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся в
по отраслям разнообразиям специальности 030500 00
Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника
и компьютерные технологии), 030500 00 Профессиональное обучение
машиностроение и технологическое оборудование 030500 00
Профессиональное обучение (металлургические производства) 030500 03
Профессиональное обучение (автомобили и автомобильные перевозки),
030500 19 – Профессиональное обучение (электротехника,
электромеханика и электротехнологии)*

Екатеринбург
2006

УДК 621.3.01 (075.8)

ББК 321.1.5я73-1

К 52

Хлюшников О. И., Степанов А. В. Теоретические основы электротехники. Учеб. пособие. Ч. 1. Линейные электрические цепи постоянного тока. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-та», 2006. 73 с.

В пособие изложены основные сведения об электрических цепях и законах; приведен расчет сложных электрических цепей методами преобразования, контурных токов, узловых потенциалов, наложения и эквивалентности генератора. Для каждого метода представлены описание теоретического материала и порядок расчета с примерами.

Пособие предназначено для студентов вузов, осуществляющих подготовку педагогов и инженеров по электротехническим направлениям.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф., вкаш. АЭТН РФ Ф. И. Саргулов (ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ»); канд. техн. наук, доц. А. А. Карпов (ГОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»).

© ГОУ ВПО «Российский государственный
профессионально-педагогический
университет», 2006

© О. И. Хлюшников, А. В. Степанов. 2006

Оглавление

Предисловие	5
Введение	6
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ	8
1.1. Элементы электрической цепи	8
1.2. Схемы замещения электрических цепей	9
1.3. Параметры	12
1.4. Обозначения в электрической схеме	13
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	16
Глава 2. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ИХ ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ	17
2.1. Источники электрической энергии	17
2.2. Электрические схемы замещения источников электрической энергии	19
2.3. Взаимная замена схем замещения источников электрической энергии	22
2.4. Эквивалентные преобразования в схемах замещения	25
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	30
Глава 3. ЗАКОНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РАСЧЕТАХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	31
3.1. Закон Ома для неразветвленного участка цепи	31
3.2. Законы Кирхгофа	33
3.3. Закон Джоуля – Ленца	36
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	46
Глава 4. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	41
4.1. Основные принципы расчета и свойства линейных электрических цепей	41
4.2. Применение законов Ома и Кирхгофа для расчета линейных электрических цепей	41
4.3. Метод эквивалентного преобразования схем	46

4.4. Метод наложения	50
4.5. Метод контурных токов.....	54
4.6. Метод узловых потенциалов.....	60
4.7. Метод эквивалентного генератора	63
Контрольные вопросы и задания	68
Заключение	70
Список литературы	71

Предисловие

Настоящее учебное пособие составлено в соответствии с действующей типовой программой и предназначено для изучения дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электротехника и электроника», а также «Электрические цепи и сигналы» студентами вузов, обучающимися по специальностям 480502.06, 030501.08, 070502.08, 030505.08, 030503.09, 030504.08, 030501.15, 030503.19, 030504.19. Основное внимание авторы стремились уделять логичности и стройности изложения материала, по возможности теснее увязывая его с практическими приложениями¹, однако в зависимости от специальности, принятой методики обучения и рабочих программ по дисциплинам последовательность изложения материала и степень его детализации могут варьироваться.

Данное пособие служит для студента теоретической базой, необходимой при изучении специальных дисциплин, тематически связанных с автоматизацией технологических процессов, электроснабжением и электрооборудованием соответствующих отраслей.

По сравнению с содержанием известных изданий материал пособия переработан с учетом требований ГХТБ и современных методов математического описания процессов в электротехнических устройствах и электрических цепях.

¹ Приложения готовятся к печати их выпуск планируется в 2007 г.

Введение

Энергией называется мера различных форм движения.

Электрическая энергия является источником для электротехнических устройств. Ее получают в результате преобразования других видов энергии (механической, тепловой, световой, химической энергии). Электрическая энергия может быть охарактеризована количеством энергии W . Количество энергии оценивается по величине работы A , совершаемой электрическим полем при перемещении положительного заряда Q вдоль неразветвленного участка.

Математически величину энергии записывают в виде зависимости

$$W = A = Q \cdot U$$

При равномерном движении заряда (постоянный ток I) данный заряд определяется произведением тока I на время t , т. е.

$$Q = I \cdot t$$

Основная единица заряда в Международной системе единиц (СИ) кулон (Кл).

Работа, совершаемая за единицу времени, определяется мощностью P энергии, т. е.

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{dW}{dt} = \frac{d(Q \cdot U)}{dt} = U \cdot I.$$

Отсюда следует, что энергию можно выразить через ток I и напряжение U .

Электрическим током называется всякое упорядоченное движение электрических зарядов в пространстве.

Известны два типа зарядов: положительные заряды (например, ионы) и отрицательные (например, электроны).

В общем случае постоянный ток в проводящей среде представляет собой упорядоченное движение положительных и отрицательных зарядов под действием электрического поля; например, в электрических газах ионы с положительными и отрицательными зарядами движутся навстречу друг другу.

Необходимыми условиями обращения тока являются наличие заряженных частиц и существование электрического поля, действующего на эти заряды.

В качестве основных материалов, применяемых в микроэлектронике, используют твердые тела. Согласно электронной теории микропроводности, валентные электроны атомов в металлах легко становятся свободными и покидают атомы, которые превращаются в положительские ионы. Ионы образуют в твердом теле кристаллическую решетку с фиксированной периодичностью. Свободные электроны хаотически движутся в пространстве решетки между атомами (тепловое движение) и сталкиваются с ними.

Под действием продольного электрического поля напряженности E , создаваемого в проводнике длиной l внешним источником электрической энергии с разностью потенциалов U , свободные электроны приобретают дополнительную скорость (дрейфовую скорость) и перемещаются в одном направлении вдоль проводника (рисунок).

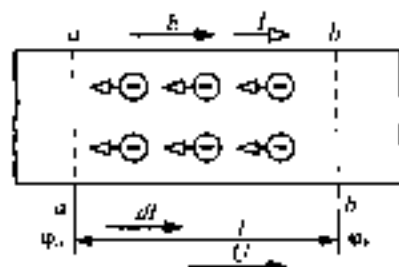


Схема движения свободных электронов в проводнике

Упорядоченное движение свободных зарядов, возникающее в проводнике под действием электрического поля, называется током проводимости.

Основная единица тока в Международной системе единиц (СИ) – ампер (А).

Напряжением U называется скалярная величина, равная линейному интегралу напряженности электрического поля, т. е. мера энергии, затрачиваемой на перемещение заряда q на данном участке l .

Разность потенциалов ($\varphi_a - \varphi_b$) – это напряжение в безвихревом электрическом поле, в котором оно не зависит от пути интегрирования (электрическое поле цепи постоянного тока – безвихревое). Она вычисляется вдоль любых участков цепи.

Основная единица напряжения в Международной системе единиц (СИ) – вольт (В).