

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса

—

Ю.А. ЛЕВАШОВ
Е.В. АКСЕНОК

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Учебное пособие

Владивосток
Издательство ВГУЭС
2010

ББК 32.88

Л 34

Рецензенты: Н.В. Силин, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. теоретических основ электротехники Дальневосточного технического университета;

В.Н. Павликов, канд. техн. наук, профессор, зав. каф. радиоэлектроники и радиосвязи Морского государственного университета им. Г.И. Невельского

Левашов, Ю.А., Аксенюк, Е.Б.

Л 34 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА [Текст] : учебное пособие. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2010. – 192 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с программой курса, а также требованиями образовательного стандарта России к учебной дисциплине «Электротехника и электроника». Содержит теоретический материал, примеры расчета электрических цепей, контрольные вопросы и задачи для самостоятельной работы и проверки усвоения качества материала.

Для студентов специальностей 230101.65 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» и 230201.65 «Информационные системы и технологии».

ББК 32.88

© Издательство Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время изданы и переизданы десятки учебников и учебных пособий по дисциплине «Электротехника и электроника».

Отмечая глубину изложения материала, можно отметить, что в этих фундаментальных изданиях, как правило, основное внимание уделяется электротехнике, зачастую в ущерб электронике. Много места отводится громоздким методам анализа электрических цепей, хотя использование современных программ, например Electronics Workbench (EWB), позволяет существенно уменьшить затраты времени на эту задачу. В разделе «Электроника» излишне много внимания уделяется изучению каскадов на дискретных транзисторах, хотя большинство электронных устройств реализуются на интегральных микросхемах. Недостаточное внимание уделено вопросам согласования электронных устройств на высоких и сверхвысоких частотах.

В предлагаемом учебном пособии сделана попытка обеспечить усвоение студентами материала дидактических единиц, установленных государственными образовательными стандартами специальностей 230101.65 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» и 230201.65 «Информационные системы и технологии» для дисциплины «Электротехника и электроника» в установленный объем часов. Особое внимание уделяется приобретению необходимых компетенций для успешного усвоения последующих дисциплин.

Авторы благодарят рецензентов за ряд ценных замечаний, способствовавших улучшению содержательной части пособия.

Тема 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Элементы электрических цепей. Электрические схемы

Электрической цепью называется совокупность соединенных между собой проводящих тел, полупроводниковых и диэлектрических устройств, электромагнитные процессы в которой могут быть описаны с помощью понятий об электрическом токе и напряжении. Пример электрической цепи приведен на рис. 1.1.

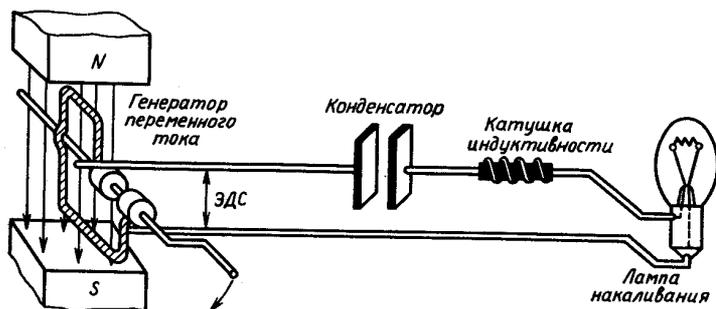


Рис. 1.1. Пример электрической цепи

Будем считать, что вся цепь и ее элементы не имеют геометрических размеров. Поэтому отличие элементов друг от друга может задаваться только с помощью некоторых не физических, а математических понятий. Абстракция теории цепей состоит в представлении каждого элемента цепи как некоторого отношения между множеством токов и напряжений. Вспомним эти понятия из курса физики.

Электрический ток как явление есть направленное движение электрических зарядов. Количественная характеристика такого явления – сила тока (или просто ток), т.е. скорость изменения заряда, проходящего через сечение проводника: $i = dq/dt$, где i – сила тока; q – заряд.

Основной единицей измерения силы тока в Международной системе единиц СИ является *ампер* (А). В практике часто встречаются крат-

ные единицы измерения тока: микроампер (мкА), $1 \text{ мкА} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ А}$; миллиампер (мА), $1 \text{ мА} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; килоампер (кА), $1 \text{ кА} = 1 \cdot 10^3 \text{ А}$ и мегаампер (МА), $1 \text{ МА} = 1 \cdot 10^6 \text{ А}$.

Основной единицей измерения заряда (количества электричества) служит *кулон* (Кл) – количество электричества, проходящего через поперечное сечение проводника при токе 1 А за одну секунду (1 с).

Потенциал – работа по перемещению заряда в 1 Кл из заданной точки в бесконечность. Поскольку бесконечность – понятие абстрактное, в электротехнике вводится понятие «земля». «Земля» – это область, попав в которую, заряд больше не может совершать работу, т.е. потенциал «земли» всегда равен нулю. Реальная «земля» (контур заземления) – это металлические листы, закопанные в землю на определенную глубину. Условное графическое обозначение «земли»:



На практике для области с нулевым потенциалом вводят понятие «корпус» (автомобиля, прибора и т.п.). «Корпус» может быть изолирован от настоящей земли, а может быть соединен с ней. Условное графическое обозначение «корпуса»: .

Основной единицей измерения напряжения в СИ является *вольт* (В). Если заряд в 1 Кл при перемещении между точками *a* и *b* совершает работу 1 Дж, то разность потенциалов (напряжение) между точками *a* и *b* равна 1 В. Кратные единицы измерения напряжения: микровольт (мкВ), $1 \text{ мкВ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ В}$; милливольт (мВ), $1 \text{ мВ} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}$; киловольт (кВ), $1 \text{ кВ} = 1 \cdot 10^3 \text{ В}$; мегавольт (МВ), $1 \text{ МВ} = 1 \cdot 10^6 \text{ В}$.

Далее будем рассматривать основные элементы цепи как математические модели, связывающие токи и напряжения. Кроме того, каждому элементу соответствует специальный графический символ. Изображение цепи в виде соединения таких графических символов, называемое схемой цепи, оказывается очень удобным при наличии в цепи большого числа элементов.

Для учета процессов преобразования электромагнитной энергии в цепях вводятся идеализированные элементы, процессы в которых связаны лишь с одним видом энергии поля.

Элементы цепи рассматриваются как математические модели, связывающие токи и напряжения.

Элементы цепи можно разделить на *активные* и *пассивные*.

Активные элементы – источники электрической энергии, в которых неэлектрические виды энергии преобразуются в электрическую.

Различают два основных активных элемента: источник напряжения (ЭДС) и источник тока.

Источник тока

Идеализированным источником тока называют элемент цепи, который создает заданный ток $j(t)$ независимо от напряжения на его полюсах. Условное графическое обозначение идеализированного источника тока приведено на рис. 1.2. Единица измерения – ампер (А). Напряжение на элементе определяется величиной сопротивления $u = ir$ и принимает любое значение. Ток в элементе не зависит от величины сопротивления: $i = j$.

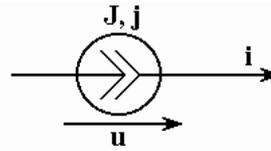


Рис. 1.2

Источник напряжения (ЭДС)

Идеализированным источником напряжения называют элемент цепи, который создает на своих зажимах напряжение $u(t) = e(t)$ независимо от того, какой ток протекает через источник. Условное графическое обозначение идеализированного источника напряжения приведено на рис. 1.3. Единица измерения – вольт (В). Напряжение на элементе не зависит от величины сопротивления: $e = u$. Ток в элементе $i = u/r$ принимает любое значение.

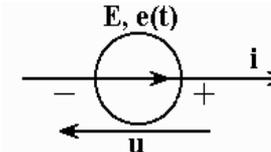


Рис. 1.3

Источником напряжения характеризуют внесенную в цепь энергию извне, поэтому он называется также источником электродвижущей силы.

Источником напряжения характеризуют внесенную в цепь энергию извне, поэтому он называется также источником электродвижущей силы.

Пассивные элементы – приемники электромагнитной энергии. Электрическая энергия в них преобразуется в неэлектрические виды энергии – **активное сопротивление (проводимость)**, либо накапливается в виде энергии электрического поля (**емкость**) или энергии магнитного поля (**индуктивность**). Емкость и индуктивность являются реактивными приемниками энергии или реактивными элементами.

Активное сопротивление

Отношение, определяющее сопротивление: $u_r = i_r R$ или $i_r = u_r / R$. Величина R называется сопротивлением. Условное графическое обозначение активного сопротивления приведено на рис. 1.4. Единица измерения – ом (Ом). Кратные единицы измерения активного сопротивления, наиболее часто встречающиеся в практике: килоом (кОм), $1 \text{ кОм} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом}$; мегаом (МОм), $1 \text{ МОм} = 1 \cdot 10^6 \text{ Ом}$. Ток в сопротивлении пропорционален напряжению. Эта идеализация соответствует закону Ома. Мощность, рассеиваемая на активном сопротивлении, определяется по формуле: $p = U_r i_r = R i_r^2 = u_r^2 / R$.

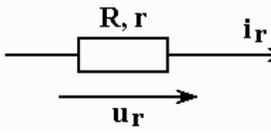


Рис. 1.4

Отношение, определяющее сопротивление: $u_r = i_r R$ или $i_r = u_r / R$. Величина R называется сопротивлением. Условное графическое обозначение активного сопротивления приведено на рис. 1.4. Единица измерения – ом (Ом). Кратные единицы измерения активного сопротивления, наиболее часто встречающиеся в практике: килоом (кОм), $1 \text{ кОм} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом}$; мегаом (МОм), $1 \text{ МОм} = 1 \cdot 10^6 \text{ Ом}$. Ток в сопротивлении пропорционален напряжению. Эта идеализация соответствует закону Ома. Мощность, рассеиваемая на активном сопротивлении, определяется по формуле: $p = U_r i_r = R i_r^2 = u_r^2 / R$.