

УДК 621.311

ОБУЧАЮЩАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ПО АНАЛИЗУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

МАМЕДЪЯРОВ О. С., ГАИБОВ Дж. С.

Национальная академия авиации

Составлено учебное пособие с компакт-диском для углублённого изучения отдельных разделов теории электрических цепей студентами ВТУЗ-ов, с использованием специализированной программы “Electronic Workbench” в операционной системе Windows. Рассмотрены вопросы расчёта и анализа электрических цепей постоянного и переменного тока в установившемся и переходных режимах.

Обучающая компьютерная система представляет собой учебное пособие с компакт – диском и предназначена для углублённого изучения курса “Теоретические основы электротехники”, ”Теория линейных электрических цепей” и других электротехнических дисциплин студентами и курсантами ВТУЗ-ов. При этом материал пособия составлен с уклоном использования их для аналитических расчетов и для анализа электрических цепей с помощью компьютерной технологии. Такая особенность представления материала с широким использованием компьютерных моделей вызвана тем, что к специалистам на производстве выдвигаются требования свободно владеть компьютерной технологией, уметь пользоваться информационными технологиями. Поэтому компьютер должен стать незаменимым инструментом и при обучении студентами специальных дисциплин. Для этого создаются специальные автоматизированные обучающие системы с профессиональными образовательными программами.

Для электроэнергетических и электротехнических дисциплин использование компьютерной технологии обосновывается еще и тем, что осуществление реальных экспериментов часто становится невозможным, а физическое моделирование требует существенных материальных затрат и усложняется восприятие изучаемого материала. Использование компьютеров при проведении практических занятий и лабораторных работ расширяет возможности постановки многих задач без больших затрат на создание специальных стендов, приобретения многочисленного оборудования и измерительных устройств. При этом также исключается возможность многочисленных выходов из строя дорогостоящего оборудования из-за неквалифицированного обращения с ними со стороны студентов.

Электротехника относится к той области естественных наук, в которой требуется неразрывная связь теоретического анализа и экспериментального исследования, где процессы в ряде случаев целесообразно проводить с помощью компьютерных программ моделирования электрических схем. Одной из самых перспективных программ для учебных целей является специализированная программа EWB (Electronics Workbench), в которой процесс моделирования максимально приближается к реальному эксперименту и сводится к сборке испытуемого макета электрической цепи, подключению и настройке приборов и проведению измерений при различных вариантах исходных данных.

Программный комплекс EWB основан на современной операционной системе “Windows” и состоит из головной программы и нескольких подпрограмм. Головная

программа состоит из нескольких блоков, предназначенных для формирования различных электрических и электронных схем. Здесь имеются блоки получения элементов электрической цепи-резисторов, индуктивностей, емкостей, источников питания в виде источников постоянного и переменного ЭДС и тока, а также измерительные приборы для непосредственного измерения токов в любых ветвях и напряжений между любыми двумя точками в цепи постоянного тока, имеется универсальный прибор для измерения эффективного значения тока и напряжения в цепи переменного тока, осциллограф для визуального наблюдения графиков изменения тока и напряжения во времени.

Для каждого элемента электрической цепи имеется возможность устанавливать, а также менять их параметры в широком диапазоне. Для источников питания задаются напряжения, частота тока, форма кривой переменного тока – синусоидальный, ступенчатый, треугольный и т.д.

С помощью головной программы осуществляется непосредственное соединение всех элементов и измерительных приборов в заданную электрическую схему. С помощью подпрограмм, каждая из которых также состоит из блоков, осуществляется запись и сохранение составленных схем, вызов этих схем из памяти компьютера, внесения в них изменений и т.д.

Работа по программе EWB производится в основном с помощью манипулятора - «мышки» и проводится в следующем порядке: сначала на экран монитора вызывается изображение головной программы, в которой в два ряда расположены блоки элементов программы. Нажатием на левую кнопку «мышки» вызывается содержание каждого блока программы, из которой выбираются необходимые типы и количество нужных элементов, например, источники питания, элементы R,L,C, заземление, измерительные приборы, осциллограф, различные типы полупроводниковых преобразователей и др. С помощью «мышки» все элементы соединяются согласно исходной электрической схеме. Все элементы изначально выводятся с фиксированными значениями параметра. Двойным нажатием левой кнопки «мышки» открывается фрагмент элемента, в которую с клавиатуры компьютера вводится нужный параметр. После сборки схемы с заданными параметрами нажатием левой кнопкой «мышки» включается (выключается) элемент (ключ) включения схемы, расположенный в правом верхнем углу экрана и схема запускается в рабочее состояние, а все измерительные приборы показывают соответствующий параметр цепи.

Имеется возможность, составленную схему сохранять в памяти компьютера и при необходимости вызывать их на экран, осуществлять на этой схеме желаемые изменения и проводить новые измерения. Для вызова схемы из памяти используется блок File-Open, для сохранения схемы – блок File-Save. Для печати схемы с параметрами, изображенными на экране, используется блок File-Print.

При проведении анализа электрической цепи постоянного тока количество элементов цепи, источников питания и измерительных приборов не ограничено. При анализе цепи переменного тока имеется только по одному универсальному прибору для измерения эффективного значения тока или напряжения, универсальному источнику питания и осциллографу. Поэтому для измерения токов и напряжений в различных ветвях необходимо переносить приборы с одного участка в другую и вновь запускать схему. В комплекте элементов существующей версии программы EWB отсутствует прибор для измерения мощности в цепи постоянного и переменного тока. Для определения мощности необходимо использовать показания других приборов, например амперметра и вольтметра, а также параметры элементов цепи R,L,C, частота и др.

Каждый раздел учебного пособия состоит из основных теоретических положений раздела, примеров аналитических расчетов с решениями и задач для самостоятельного решения. Для большинства рассмотренных задач приводятся также компьютерные

расчетные модели. Для пользования компьютерными моделями необходимо обратиться к программе EWB и вызвать на монитор соответствующие компьютерные схемы или набрать нужную модель по электрической схеме цепи. В конце каждого раздела приведены контрольные вопросы.

В разделе “Электрические цепи постоянного тока” рассмотрены основные законы электрических цепей, методы преобразования схем электрических соединений, методы расчётов неразветвлённых и разветвлённых цепей, и затем приводится большое количество примеров с решениями и без решений, а также указание для выполнения соответствующих расчётов при многочисленных изменениях схемы и её параметров с помощью компьютерных моделей. При этом рассматривается определение эквивалентных сопротивлений сложной электрической цепи, которые подвергаются типовым преобразованиям и которые этим преобразованиям подвергаться не могут. Одновременно для рассматриваемых схем составлены компьютерные модели, и эквивалентные сопротивления находятся по показаниям измерительных приборов - вольтметра и амперметра. Таким образом, определяется сопротивление любой сложной схемы относительно любых её зажимов. Например, на рис.1 представлена схема и компьютерная модель сетки, эквивалентное сопротивление которой определяется по показаниям измеренных напряжения и тока.

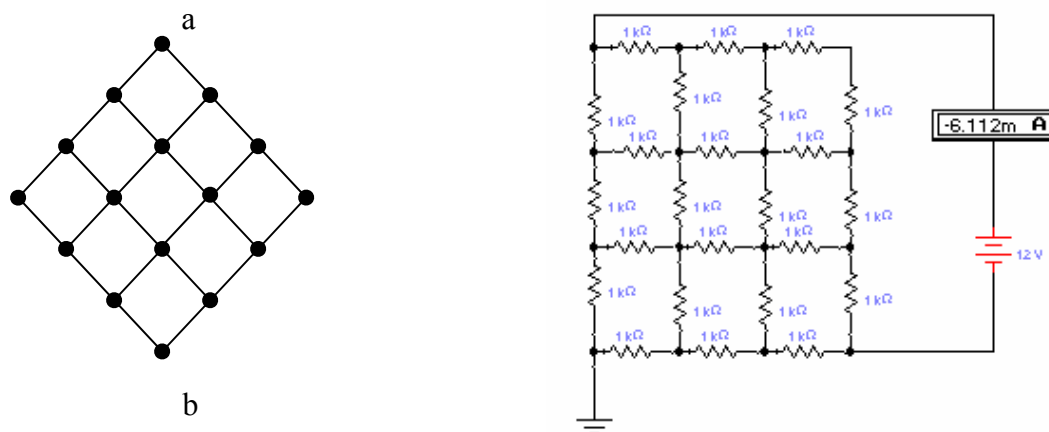


Рис 1

Рассматриваются примеры расчетов разветвлённых электрических цепей различными методами, а также их компьютерные модели, которые подтверждают результаты аналитических расчётов. Естественно, анализ схем со многими замкнутыми контурами с источниками ЭДС и тока при различных значениях параметров может выполняться только лишь с помощью компьютерных моделей. На рис.2 показана компьютерная модель, демонстрирующая результаты расчёта трёхконтурной цепи. Рис. 2б-2г соответствуют расчётам этой цепи методом наложения.

В разделе электрических цепей переменного тока рассматриваются основные понятия и законы синусоидального переменного тока и анализируются режимы цепи при различных параметрах схемы и источника питания. Синусоидально изменяющийся ток и напряжение визуально могут наблюдаться на экране, включённого в цепь, осциллографа (рис.3).

Приведённые в пособии многочисленные схемы электрической цепи с источниками переменного ЭДС и тока (возможно использование и источников несинусоидального переменного тока – прямоугольной, треугольной) анализируются при различных состояниях цепи. Приводятся расчёты с использованием векторных диаграмм, символического метода, а также компьютерные модели с действительными значениями токов во всех ветвях и напряжение между любыми узлами.

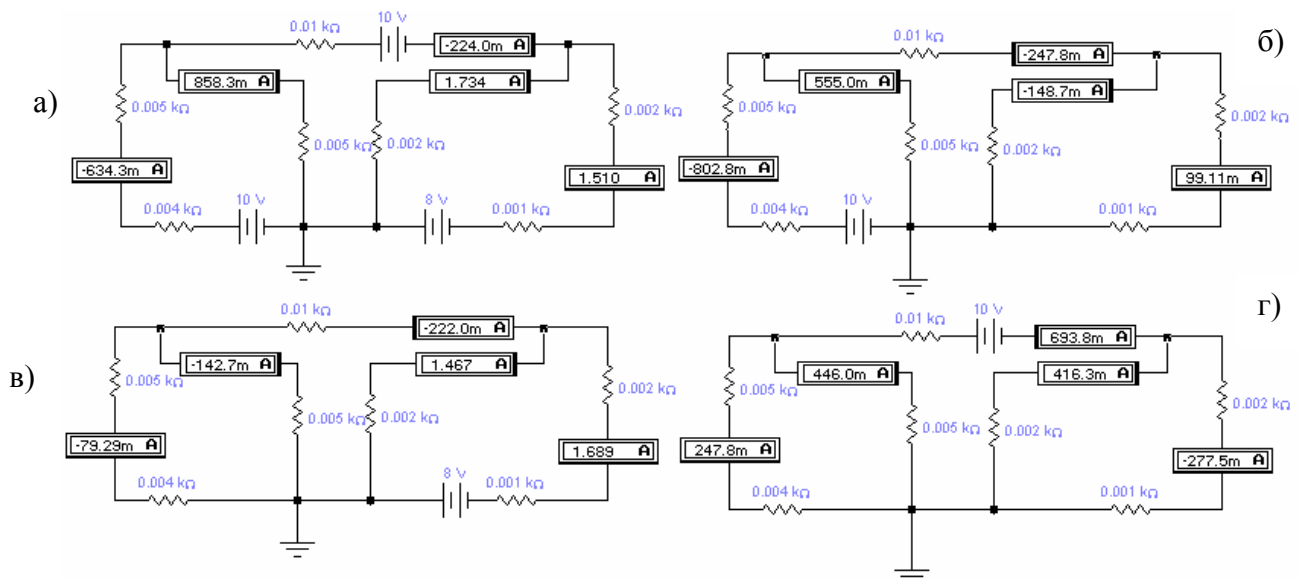


Рис 2

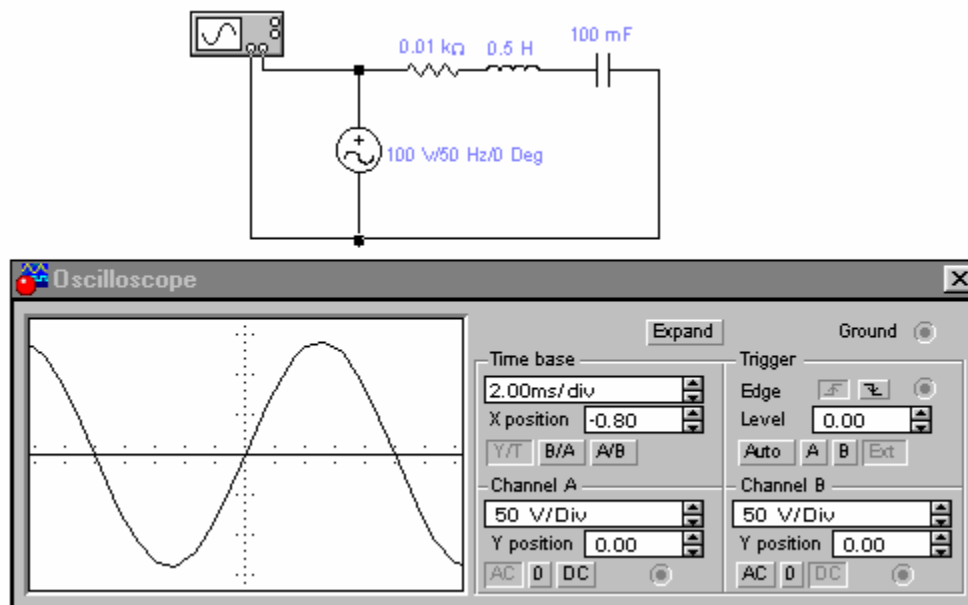
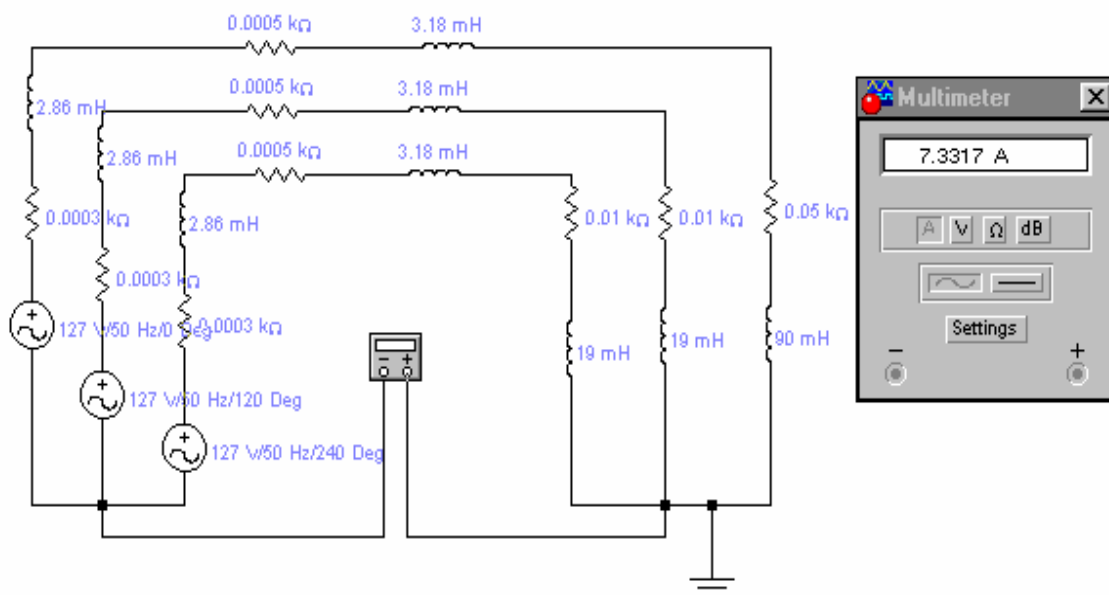
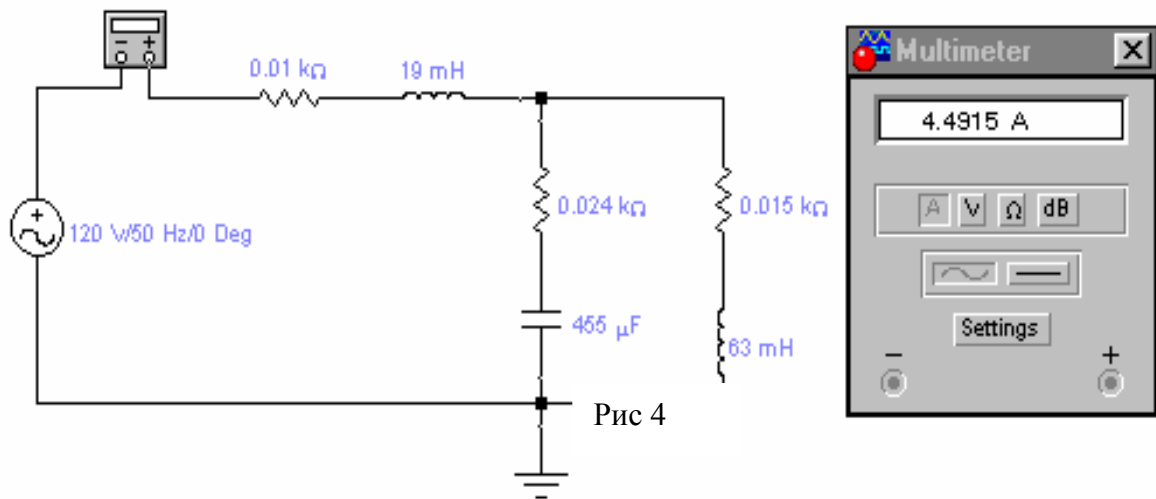


Рис 3

Как было указано выше, в рассматриваемой версии программы EWB имеется только один прибор для измерения переменного тока и напряжения. Поэтому для измерения токов в различных ветвях необходимо перемещать измерительный прибор из одной ветви в другую. Необходимо отметить, что существует и другая версия программы “EWB” – Multisim, в которой этих ограничений нет. Однако в той программе отсутствует возможность запоминания схем и поэтому ею можно пользоваться при одноразовом использовании схемы. На рис.4 приведена компьютерная модель цепи переменного тока и показание измерительного прибора.

Компьютерные модели используются и для анализа трёхфазных цепей при симметричной и несимметричной нагрузках. Например, значение тока нулевого провода при несимметричной нагрузке представлено на компьютерной модели рис.5



Приведенная система представляет возможность анализа электрических цепей и при несинусоидальных источниках питания. Например, электрическая цепь с несинусоидальным источником, имеющим после разложения в ряд Фурье следующее выражение.

$$U = 130 \sin(\omega_1 t - 15^\circ) + 77,5 \sin 3\omega_1 t + 40 \sin(5\omega t + 18^\circ 45')$$

и моделированная с помощью трёх синусоидальных источников, представлена на рис.6, где на экране осциллографа показана форма исходной несинусоидальной кривой.

В разделе переходных процессов подробно описаны расчёты переходных процессов в цепях первого и второго порядка классическим и операторным методами. Для иллюстрации на рис.7 показана компьютерная модель и характер переходного процесса при включении цепи к источнику переменного тока.

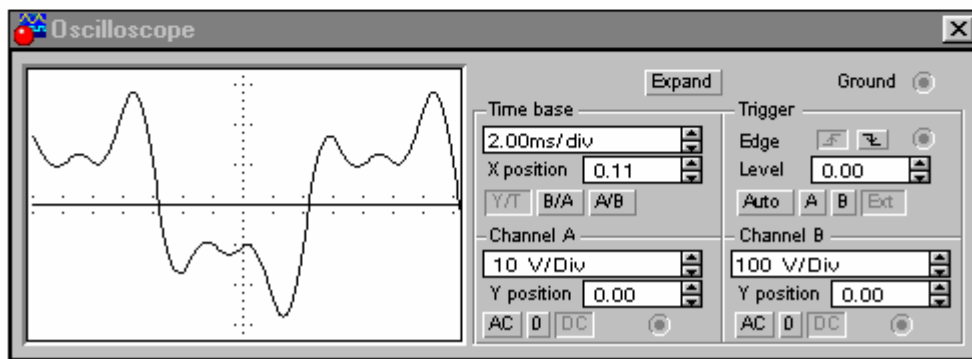
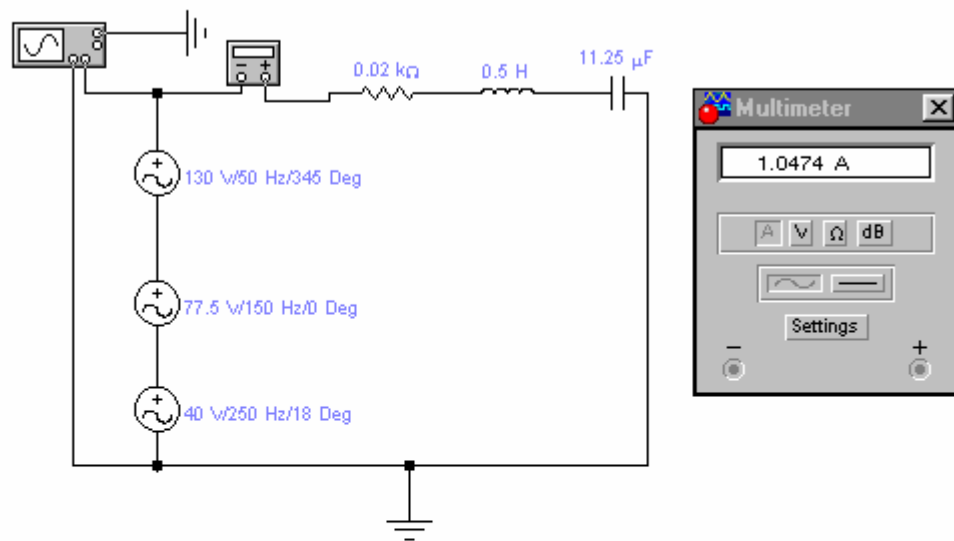


Рис 6

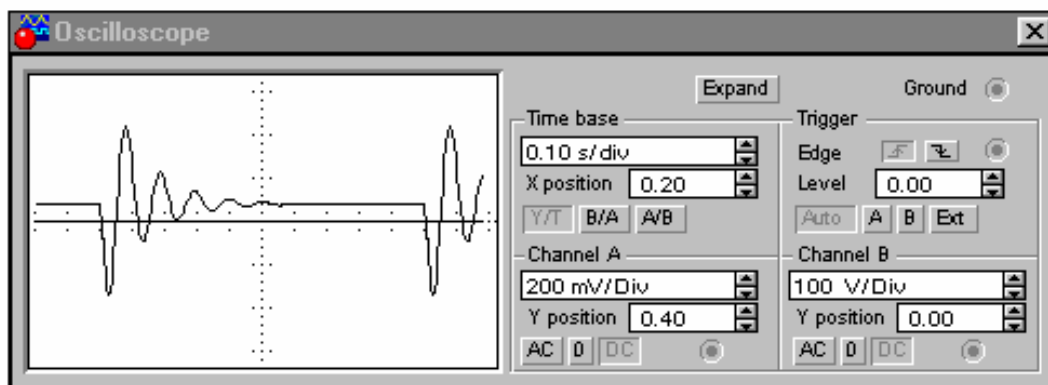
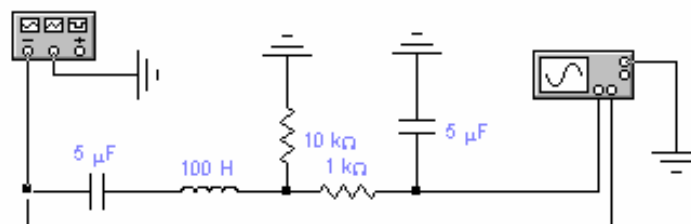


Рис 7

Указанное учебное пособие используется в учебном процессе Национальной Академии Авиации как при изучении теоретического материала, так и при проведении практических занятий, лабораторных работ и расчетно-курсовых работ по ТОЭ. Оно рекомендуется для использования и в других учебных заведениях.

На компакт – диске приведенной обучающей системы представлена электронная книга, программа EWB версии 5.0, в памяти которой имеются компьютерные модели рассматриваемых в примерах схем. Электронная книга имеет иерархическую структуру и представляет собой взаимосвязанные файлы, объединённые в тематические разделы. Содержание книги в виде оглавления, теоретического материала, разбитого на главы и параграфы, примеров с решениями и для самостоятельного выполнения и контрольных вопросов для самопроверки, активизируется щелчком “мышки” по соответствующей метке в тексте. В конце каждого параграфа имеется метка возвращения к оглавлению или продолжения с переходом на следующий параграф. В оглавлении имеется метка для вызова программы EWB.

Представленный специализированный программный комплекс в виде электронной книги на компакт – диске соответствует новым информационным технологиям в высшем образовании и может быть полезен для дистанционного образования.

ELEKTRİK DÖVRƏLƏRİNİN ANALIZI ÜÇÜN KOMPYUTER TƏLİM SİSTEMİ

MƏMƏDYAROV O.S., QAYIBOV.C.S

Ali texniki təhsil müəssisələri tələbələrini elektrik dövrələrinin nəzəriyəsini “Windows” kompyuter əməliyyat sistemində “Elektronik Workbench” xüsusi program vasitəsilə dərinlən öyrənməsi üçün dərs vəsaiti və onun kompakt-diski tərtib edilib. Vəsaitdə sabit və dəyişən cərəyan dövrələrinin qərarlaşmış və keçid rejimlərinin analitik hesabata və kompyuter vasitəsilə analizi məsələlərinə baxilib.

THE TRAINING COMPUTER SYSTEM ON ELECTRIC CIRCUITS ANALYSIS

MAMEDYAROV.O.S, GAIBOV J.S.

The educational supply with CD for profound study of electric circuits theory individual parts is compiled for students of technical institutes with using the “Electronic Workbench” specialized program in Windows operating system. The calculation and analysis problems of direct and alternative current electric circuits in steady – state and transient conditions are considered.