

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Краткий справочник по Micro-Cap.....	6
Примеры программ для использования в предварительных расчетах	12
Лабораторная работа № 1 Знакомство с системой схемотехнического моделирования Micro-Cap.....	20
Лабораторная работа № 2 Исследование на ЭВМ характеристик источника постоянного напряжения	24
Лабораторная работа № 3 Исследование на ЭВМ характеристик источников тока.....	47
Лабораторная работа № 4 Распределение потенциала вдоль неразветвленной электрической цепи	68
Лабораторная работа № 5 Исследование входных частотных характеристик в RC-цепи.....	82
Лабораторная работа № 6 Исследование на ЭВМ цепей с обратной связью с системной точки зрения.....	100
Лабораторная работа № 7 Исследование на ЭВМ резонансных явлений в пассивном и активном последовательном колебательном контуре	114
Лабораторная работа № 8 Исследование на ЭВМ резонансных явлений в пассивном параллельном колебательном контуре	141
Лабораторная работа № 9 Исследование на ЭВМ А-параметров четырехполюсников	163
Лабораторная работа № 10 Исследование активных интегрирующих и дифференцирующих цепей.....	182
Лабораторная работа № 11 Моделирование на ЭВМ переходных процессов в цепях первого порядка	204
Заключение	218
Приложение	219

Предисловие

Предлагаемое пособие имеет цель помочь студентам самостоятельно овладеть теорией и методами анализа электрических цепей путём моделирования их с помощью программы Micro-Cap. Предполагается, что студенты уже знакомы с этой программой, и она установлена на их персональных компьютерах.

В соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами изучение электротехники предусматривает практическое освоение студентами экспериментальных методов исследования и навыков расчета электрических цепей и электронных схем.

Целями дисциплины «Теоретические основы электротехники» являются формирование способностей использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных при решении задач анализа электрических цепей. В процессе обучения формируется способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач в области электротехники. Задачи дисциплины - изучение базовых понятий электротехники, методов расчёта и анализа электрических цепей; изучение основных электротехнических устройств; освоение методов подготовки и проведения экспериментальных исследований электротехнических устройств; ознакомление с методами компьютерного моделирования электромагнитных процессов в электротехнических устройствах. Излагаются фундаментальные основы, посвящённые анализу физических процессов в электрических цепях во временной и частотно-спектральной областях.

Целями дисциплины «Основы компьютерного анализа электрических цепей» являются формирование знаний, умений и компетенций для формирования способности организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг в области телекоммуникации и соответствия требованиям технических регламентов. Формируется способность самостоятельно организовывать и проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных. Формируется способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использовать и внедрять результаты исследований.

Разработка любого современного радиоэлектронного устройства сопровождается физическим или математическим моделированием.

Физическое моделирование связано с большими материальными и временными затратами. Использование программ моделирования позволяет не только изучить работу электронных схем, но приобрести знания, которые помогут в наладке электронных устройств.

Пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по ТОЭ и ОКАЭЦ для студентов МТУСИ 2-го и 3-го семестров обучения. Порядок выполнения лабораторных работ согласован с лекционным материалом.

Методические указания к каждой работе состоят из разделов: краткая теория, предварительный расчёт конкретной цепи, цель работы, экспериментальная часть, выводы, вопросы для самопроверки, указания по оформлению отчёта по работе. Вопросы и ответы для самопроверки расширяют понимание теории. Важно, что студенты письменно отвечают на поставленные вопросы. После выполнения работы и оформления отчёта она подлежит защите.

Данное пособие может быть рекомендовано при изучении дисциплин теории цепей, например, таких как ТЭЦ, ОТЦ, ТЛЭЦ и другие.

Краткий справочник по Micro-Cap

Приставки

F	Femto	фемто	10^{-15}	1E-15
P	Pico	пико	10^{-12}	1E-12
n	Nano	нано	10^{-9}	1E-9
u	Micro	микро	10^{-6}	1E-6
m	Milli	милли	10^{-3}	1E-3
K	Kilo	кило	10^3	1E3
MEG	Mega	мега	10^6	1E6
G	Giga	гига	10^9	1E9
T	Tera	тера	10^{12}	1E12

Например, 1 мкФ = 1uF, 1 кОм = 1К.

Некоторые функции

Функции комплексной переменной $z=x+jy$	
SIN(z)	Синус, z в радианах
COS(z)	Косинус, z в радианах
TAN(z)	Тангенс, z в радианах
COT(z)	Котангенс, z в радианах
SEC(z)	Секанс, z в радианах
CSC(z)	Косеканс, z в радианах
ASIN(z)	Арксинус
ACOS(z)	Арккосинус
ATAN(z)	Арктангенс
ATN(z)	Арктангенс
ARCTAN(z)	Арктангенс
ATAN2(y,x)	Арктангенс2 = ATN(y/x)
ACOT(z)	Арккотангенс
ASEC(z)	Арксеканс
ACSC(z)	Арккосеканс
SINH(z)	Гиперболический синус
COSH(z)	Гиперболический косинус
TANH(z)	Гиперболический тангенс
COTH(z)	Гиперболический котангенс
SECH(z)	Гиперболический секанс
CSCH(z)	Гиперболический косеканс
ASINH(z)	Гиперболический арксинус
ACOSH(z)	Гиперболический арккосинус

Краткий справочник по Micro-Cap

Функции комплексной переменной $z=x+jy$	
ATANH(z)	Гиперболический арктангенс
ACOTH(z)	Гиперболический арккотангенс
ASECH(z)	Гиперболический арксеканс
ACSCH(z)	Гиперболический арккосеканс
LN(z)	Натуральный логарифм
LOG(z)	Десятичный логарифм
LOG10(z)	Десятичный логарифм
EXP(z)	Экспонента
POW(z,x)	Возведение в степень, z^x
PWR(y,x)	Возведение в степень действительного числа, y^x или $**$ или $^^$ (например; $5**2=25$ или $5^2=25$)
PWRS(y,x)	Возведение в степень действительного числа со знаком: $ y ^x$, если $y>0$, $- y ^x$ если $y<0$
HARM(u)	Расчет гармоник сигнала u.
FFT(u)	Прямое преобразование Фурье сигнала u(t).
IFT(S)	Обратное преобразование Фурье спектра S.
CONJ(S)	Сопряженный комплексный спектр S.
CS(u,v)	Взаимный спектр сигналов u и v, равный $CONJ(FFT(v))*FFT(u)*dt*dt$.
AS(u)	Собственный спектр сигнала u, равный $CS(u,u)$.
CC(u,v)	Взаимная корреляция сигналов u и v, равная $IFT(CONJ(FFT(v))*FFT(u))*dt$.
AC(u)	Автокорреляционная функция сигнала u, равная $IFT(CONJ(FFT(u))*FFT(u))*dt$.
CON(u,v)	Нормированная корреляционная функция сигналов u и v, равная $CC(u,v)/sqrt(AC(u(0))*AC(v(0)))$.
REAL(S)	Действительная часть спектра S, рассчитываемая с помощью FFT.
IMAG(S)	Мнимая часть спектра S, рассчитываемая с помощью FFT.
MAG(S)	Модуль спектра S, рассчитываемый с помощью FFT.
PHASE(S)	Фаза спектра S, рассчитываемая с помощью FFT.

Арифметические операции	
+	Сложение
-	Вычитание
*	Умножение
/	Деление
MOD	Остаток после целочисленного деления
DIV	Целочисленное деление

Лабораторная работа № 1

Знакомство с системой схемотехнического моделирования Micro-Cap

1 Цель работы

Установить программу Micro-Cap 8.1.1 Evaluation Version или более высокой версии на персональный компьютер (ПК). Научиться собирать схемы с помощью этой программы.

2 Задание для самостоятельной подготовки

Изучить основные возможности программы Micro-Cap. Познакомьтесь с литературой [1-4]. С помощью этой программы ввести схему, например, заданную в курсовой работе по ТЭЦ или ТОО.

3 Установка программы Micro-Cap

Распакуйте файл demo.zip в директорию, например, в MC8.

Запустите Setup.exe из этой директории для установки Micro-Cap на свой компьютер (рис. 1).

На рабочем столе появиться ярлык этой программы.

Запустите Micro-Cap, щелкнув два раза мышкой на этом ярлыке. Появится окно этой программы (рис. 2).

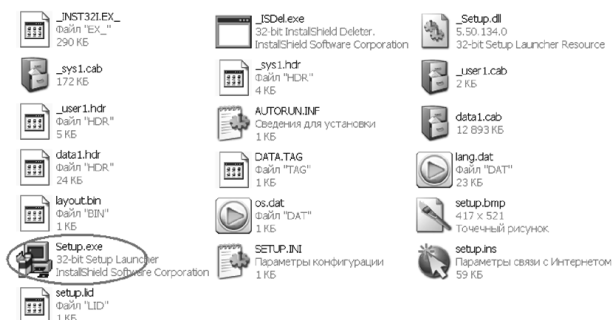


Рис. 1

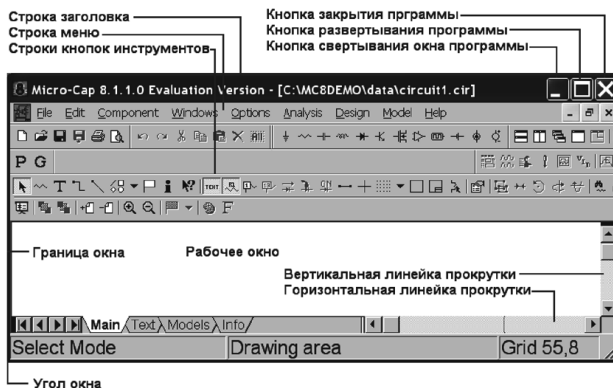


Рис. 2

4 Знакомство с возможностями программы Micro-Cap

В меню **Help** выберите команду **General Demo...** и просмотрите, возможно, несколько раз, основные возможности программы (рис. 3).

Нажмите клавишу **F1** и ознакомьтесь с файлом помощи. В меню **Help** выберите команду **About Micro-Cap** и прочитайте номер версии (рис. 4).

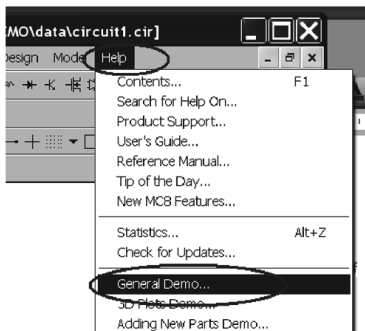


Рис. 3

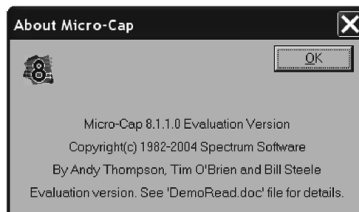


Рис. 4

5 Редактирование вида элементов

Установите **EURO** графику для резистора. Для этого выберите в меню **Window** команду **Component Editor...** (рис. 5).

В окне **Shape** установите **Resistor_Euro**.

Лабораторная работа № 3

Исследование на ЭВМ характеристик источников тока

1 Цель работы

С помощью программы Micro-Cap получить внешние характеристики независимого источника тока. Познакомиться с зависимыми источниками.

2 Задание для самостоятельной подготовки

Изучить основные положения теории цепей об источниках в [1] или [2]. Выполнить предварительный расчет, письменно ответить на вопросы для самопроверки.

3 Предварительный расчет

3.1. Рассчитать и построить зависимость тока I от сопротивления нагрузки R_H в цепи независимого источника постоянного тока (рис. 1а).

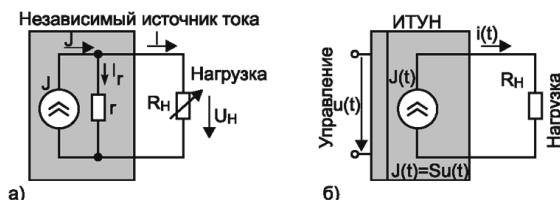


Рис. 1

Принять:

$J = 7,5$ мА — ток источника постоянного тока;

$r = 320$ Ом — внутреннее сопротивление источника постоянного тока;

$R_H = 0, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280, 2560$ и 5000 Ом — сопротивление нагрузки.

$I = J / (1 + R_H / r) = f(R_H)$ — ток в нагрузке от сопротивления нагрузки R_H .

Данный график занести в соответствующий раздел отчета. Полученные данные записать в таблицу 1.

3.2. Для той же цепи рассчитать и построить следующие зависимости: