

ВВЕДЕНИЕ

Изучение электротехники и электроники в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами предусматривает практическое освоение студентами экспериментальных методов исследования электрических цепей и электронных схем, формирование компетенций, умений и навыков проектирования электронных приборов и устройств.

Традиционно в лабораторных практикумах вузов для компьютерного моделирования электрических цепей и электронных схем применяются программы Electronics Workbench и Multisim. В последние годы появились новые эффективные программы компьютерного моделирования, в частности программа TINA-8-Industrial компании Texas Instruments, которая является развитием программ Micro-CAP и Design Lab и содержит интегрированную часть для проектирования печатных плат.

На кафедре теоретических основ электротехники МИРЭА создан комплексный лабораторный практикум по электротехнике и электронике, в котором сочетаются аналоговые и компьютерные средства исследования электрических и электронных цепей, а также использование в расчетных заданиях современных компьютерных программ (например, Mathcad). Аналоговая лаборатория формирует навыки работы с реальными приборами, сборки электрических схем, исследования характеристик реальных электронных компонентов. Компьютерные программы моделирования и расчета электрических цепей дают обучающимся мощный современный аппарат исследования и проектирования электронных устройств.

Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8 содержит наиболее важные разделы электротехники и электроники и поможет студентам закрепить знания теории, овладеть эффективной программой моделирования и получить практические навыки расчета и исследования электрических цепей и электронных схем. В компьютерных классах применяется упрощенная и доступная студенческая версия TINA-9-TI, в которой отсутствуют некоторые режимы, но основные задачи моделирования в ней также успешно выполняются.

Для каждой специальности и формы обучения конкретный перечень минимума лабораторных работ установлен рабочими прог-

раммами и сообщается студентам преподавателями. Для углубленного изучения электротехники и электроники мы рекомендуем на домашнем компьютере выполнить все лабораторные работы, используя программу TINA-8.

Указания по выполнению и защите лабораторных работ

1. Перед выполнением цикла лабораторных работ необходимо внимательно изучить правила техники безопасности, получить от преподавателя инструктаж по этим правилам и правилам поведения при выполнении лабораторных работ в компьютерном классе. В дальнейшем строго соблюдать правила техники безопасности и поведения в учебной лаборатории.

2. Перед выполнением каждой лабораторной работы студенту следует заранее изучить рекомендованный к данной теме теоретический материал, выполнить предварительные расчетные и контрольные задания, предшествующие лабораторному заданию, ознакомиться с содержанием лабораторного задания, продумать ответы на вопросы для самопроверки, подготовить в рабочем отчете бланк для заполнения протокола наблюдений. Бланк протокола наблюдений должен содержать наименование работы, схемы и таблицы для записи опытных данных. Лабораторные работы выполняются отдельными бригадами из двух-трех человек. Допускается иметь один рабочий отчет на бригаду. Рабочие отчеты должны оформляться в отдельной тетради для всего цикла лабораторных работ.

3. В начале лабораторной работы преподаватель проводит опрос студентов, проверяет выполнение расчетных и контрольных заданий, наличие протоколов и готовность к работе.

4. Включение компьютера производить, следуя инструкциям по работе в среде Windows.

5. При компьютерном моделировании экспериментальные данные следует заносить в таблицы. Можно делать скриншоты схем и графиков.

6. Работа считается выполненной после утверждения преподавателем рабочего отчета бригады.

7. Для защиты лабораторной работы каждый студент по каждой работе составляет индивидуальный отчет, который должен содержать:

- заглавие (номер и название лабораторной работы);
- предварительные расчетные и контрольные задания;
- схемы исследованных электрических цепей;
- результаты исследований (в виде таблиц, графиков);
- итоговое расчетное задание;

- выводы по работе.

8. Работа считается защищенной после собеседования, утверждения индивидуального отчета преподавателем и решения контрольного задания по работе.

Краткие сведения о программе TINA-8

TINA-8 является мощным инструментом для моделирования аналоговых и цифровых схем, позволяет проводить исследование схем при изменении параметров, оптимизацию, выполнять частотный и спектральный анализ, исследовать переходные характеристики и т. д. Рассмотрим интерфейс программы.

По сравнению с Electronics Workbench и Multisim программа имеет следующие преимущества:

1. Результаты на постоянном и переменном токе легко получаются в виде таблиц напряжения в узлах, на всех элементах, токов во всех элементах. Причем на переменном токе вычисляются амплитуды и фазы.

2. Во всех узлах можно померить напряжении специальным щупом.

3. Программа TINA-8 имеет режим многовариантного анализа (*Parameter stepping mode*), в котором значение параметров выбранных компонентов варьируется на каждом шаге вычислений. В результате вычисляется и строится набор графиков, который иллюстрирует чувствительность цепи к изменению параметров компонентов. Изменяемое значение параметра компонента может быть любым численным параметром.

4. Легко получают амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики цепей. Анализ передаточных характеристик позволяет в режиме *AC Analysis-AC Transfer* получить амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) и фазо-частотные характеристики (ФЧХ), а также, используя *Symbolic Analysis*, получить аналитическое выражение передаточной функции.

5. Удобно исследовать переходные характеристики цепей и получать их в виде графиков. Выбрав в главном меню *Analysis — Transient Analysis*, можно провести анализ переходных характеристик, регистрировать графики и получить в редакторе уравнений аналитическое выражение отклика.

6. Предусмотрен режим оптимизации, позволяющий выбрать оптимальные параметры цепи для достижения поставленной цели. Целевой отклик цепи (напряжение, ток, сопротивление или мощность) должны наблюдаться измерителями, предварительно установленными на нужных позициях. Неизвестные параметры цепи

будут определены автоматически тогда, когда цепь выдаст целевой выходной результат.

7. В программе имеется ряд виртуальных приборов (мультиметр, осциллограф, функциональный генератор, графопостроитель и др.), не уступающие по возможностям приборам программы Multisim. Используя в главном меню подменю *T&M*, можно поместить реальные приборы на рабочее поле, автоматически заменяя генератор и окна анализа. Выполнив установку параметров приборов, можно немедленно увидеть результаты, как в реальной лаборатории.

8. Чтобы посмотреть, как выглядят электронные компоненты схемы электрических и электронных цепей, их можно представить в формате 3D.

9. TINA-8 включает в себя симулятор для цифровых схем, содержит в библиотеке большое число микроконтроллеров (PIC, AVR, 8051), которые можно тестировать, программировать и запускать в интерактивном режиме. Встроенный программатор позволяет модифицировать программы и наблюдать результаты.

10. Для исследованной цепи TINA-8 позволяет спроектировать печатную плату и изготовить макет реального устройства.

Интерфейс программы

На рис. В.1 показано окно программы.

1. *Строка меню.*

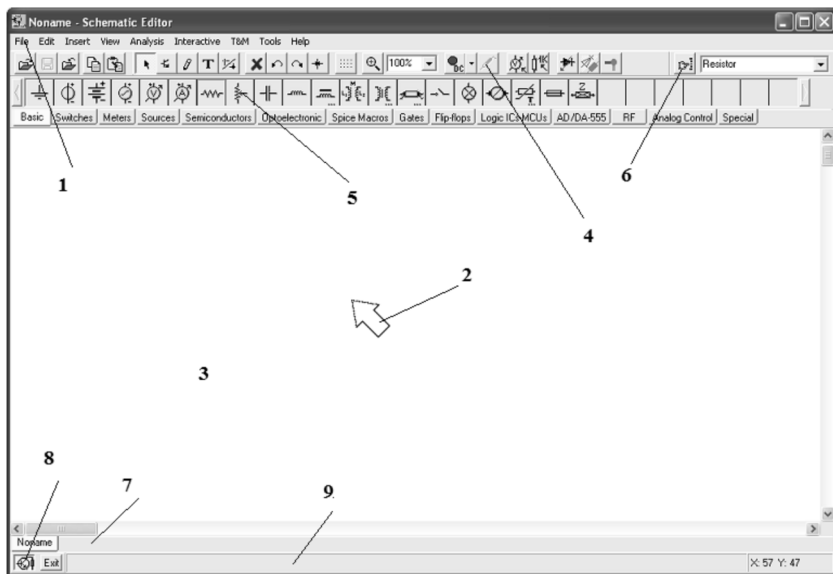


Рис. В.1. Окно программы TINA-8



Рис. В.2. Меню команд


2. *Курсор*, указатель (стрелка). Курсор можно двигать мышью и выполнять следующие операции:

- выделять область схемы;
- переносить на схему символы компонентов;
- определять конец проводника и соединять компоненты;
- изменять конфигурацию проводников;
- изменять конфигурацию схем;
- разрывать соединения в схемах;
- увеличивать схему, используя кнопку масштаба.


3. *Окно схемы*, в котором собирают схему цепи, включают приборы, проводят измерения и т.п. Операция *View/Greed On/Off* создает или удаляет сетку с рабочего окна. Операция *View/Pin Markers On/Off* показывает или удаляет контакты компонентов.


4. *Панель инструментов* позволяет выбрать многие команды редактирования: выделение, масштаб, проволочное соединение и т. д. Рассмотрим наиболее важные команды на панели инструментов. Панель инструментов содержит меню команд (рис. В.2).


Кроме обычных команд (открытие файла, сохранение и т. п.) в меню команд входят:

 — режим выделения позволяет выделять или перетаскивать компоненты курсором при нажатии левой кнопки мыши. Выделенные компоненты окрашиваются в красный цвет. Для снятия выделения надо щелкнуть левой кнопкой мыши на свободном участке поля. Выделенный компонент можно удалять, поворачивать и т.п., щелкнув правой кнопкой мыши;

 — вставка последнего компонента;

 — служит для вставки проводников в схему (пишущий карандаш);

 — вставка текста или комментариев в схемы и результаты анализа;


 — позволяет разъединять компоненты или удалять соединяющие точки между проводниками и проводными соединениями;



  — повороты выделенного компонента;

 — зеркальное отражение выделенного компонента;

             — группа кнопок;

 — включение/выключение сетки;

 — увеличение масштаба выбранной части текущего вида;

  — установка масштаба от 10 до 200 %.

Интерактивное меню включает:



— режим постоянного тока;



— режим переменного тока;



— непрерывный переходной режим;



— однократный переходной режим с установленным временем анализа;



— цифровой режим;



— режим работы с компонентами и вычислительными операциями;



— список режимов работы;



— выбор цели оптимизации или изменения установок;



— выбор управляемого объекта для изменения параметров или оптимизации;



— позволяет установить погрешности компонентов.



— позволяет показать трехмерное изображение компонента.



— вызывает диалог, который иницирует модель проектирования печатных плат.



— поиск компонентов из библиотеки.

5. *Панель компонентов.* Компоненты расположены в группах, поименованных на кнопках панели инструментов. Сначала выбирают группу, а затем требуемый компонент. Щелкнув на выбранном компоненте, курсором переместите компонент на рабочее поле окна.

6. *Поиск компонентов.* Этот инструмент позволяет найти по имени любой компонент из каталога.

7. *Открытие таблицы файлов.* Можно иметь несколько разных файлов и выбрать нужный файл из таблицы.

8. *Включение и выключение редактора схем.*

9. *Линия помощи.* Дает краткое описание выделенного компонента.

Создание цепи компонентов

Компоненты выбираются из панели компонентов и их символы перемещаются мышью на требуемые позиции. Компоненты можно поворачивать и зеркально отображать. После размещения компонентов, двойным щелчком левой кнопкой мыши открывают окно для установки параметров и этикетки компонента. Значения параметров могут лежать в пределах $10^{-12} \dots 10^{+12}$. Программа TINA автоматически присваивает этикетку каждому компоненту и отображает численное значение его параметра. Набор компонентов весьма обширный и включает пассивные компоненты, источники сигналов, ключи, полупроводниковые элементы, цифровые схемы и т. д.

Соединения компонентов

Проводники устанавливают короткозамкнутое соединение между двумя контактами компонентов. Для создания проводника можно воспользоваться курсором, протянув проводник от одного компонента до другого. Курсор действует как пишущее перо. Подведите курсор к контакту компонента. Он отобразится как пишущий карандаш. Нажмите на левую кнопку мыши и протяните нужный проводник. Удобнее пользоваться пишущим карандашом. Он позволяет начинать проводник в любом месте рабочего поля. Когда Вы намерены завершить создание проводника, нажмите правую кнопку мыши. В открывшемся меню можно редактировать положения проводника.

Входы и выходы

Некоторые виды анализа (переходные характеристики на постоянном токе, Боде-диаграммы и т. д.) не могут выполняться, пока не определены входы и выходы цепи. Они определяют, где прилагается воздействие и откуда снимать реакцию цепи. Выходы также определяют, какие графики будут отображаться в выбранном режиме анализа. Источники и генераторы должны быть подключены к входам, а измерители — к выходам. Однако измерители могут также служить для определения количественного значения входных сигналов, которые будут использоваться при вычислении переходных характеристик и функций в режиме переменного тока. Для большей гибкости входы и выходы можно устанавливать на любой позиции, используя команды *Insert/Input* и *Insert/Output*. Заметьте, что Вы можете определить входные параметры для параметрического сканирования только для команды *Insert/Input*. Для установки входа или выхода выберите команды **Вход (I+)** и или **Выход (O+)** в меню вставок и перетащите символы входа или выхода к требуемым узлам схемы. Щелкните левой кнопкой мыши на узле, чтобы установить **Вход** или **Выход**. Программа нарисует прерывистую линию между двумя узлами и оставит ее на схеме, когда Вы щелкните на втором узле. Если установлено несколько входных узлов, важно помнить, что только один узел одновременно может быть определен в цепи. Аналогично, только один выходной узел может быть определен в цепи для использования.

Подробно изучить программу TINA-8 Вы сможете в процессе выполнения лабораторных работ.