

И.П.Матвеев, кандидат технических наук, доцент
кафедры АСУП Белорусского государственного
аграрного технического университета

Методика применения программы схемотехнического моделирования Micro-Cap в учебном процессе

Современные образовательные технологии невозможно представить без использования информационных технологий в учебном процессе. В связи с широким внедрением компьютерной техники в инженерную практику возникает задача подготовки технических кадров именно на этой основе. Будущие инженеры должны получать глубокие знания в областях современной аналоговой, цифровой и микропроцессорной техники, применения компьютеров для автоматизации различных промышленных устройств. И особую роль при решении этой задачи играют общеинженерные дисциплины, среди которых - дисциплина «Основы электроники и микропроцессорной техники».

При использовании информационных технологий важно учитывать как знание компьютера студентом и умение взаимодействовать с ним, так и способность использовать компьютер при изучении дисциплины как средство для понимания физических процессов в элементах электронной техники, принципов построения электронных схем и принципов работы этих устройств.

Классическое изучение курса «Основы электроники и микропроцессорной техники» основано на использовании макетов электронных устройств, что имеет свои недостатки, а именно:

- электронные элементы при работе с ними студентов часто выходят из строя, возникает проблема их замены;
- для измерений требуется специальная дорогостоящая измерительная аппаратура;
- при макетном исследовании трудно учесть многие факторы, влияющие на достоверность получаемых данных (разброс параметров элементов, влияние климатических условий, возможные отказы элементов и др.).

Поэтому большое значение приобрели методы математического моделирования и исследования электронных устройств на компьютере. К наиболее распространенным в настоящее время в отечественной практике системам и программам схемотехнического проектирования в электронике относятся системы Micro-Cap, Electronic WorkBench, MathLab.

Программа Micro-Cap является интегрированным редактором электрических схем, который позволяет пользователю выполнить графический ввод исследуемой схемы и провести анализ ряда её основных характеристик.

В отличие от известных профессиональных, но более «тяжелых» программ, в Micro-Cap после создания схемы не нужно загружать другие программы для выполнения анализа. В этой программе объединен современный, основанный на окнах интерфейс пользователя, с надежными и мощными алгоритмами числовых вычислений и быстрым внутренним цифровым имитатором. В любых режимах анализа интерфейс практически не меняется, что заметно облегчает освоение программы. При этом результаты анализа выводятся на наглядные, хорошо иллюстрированные графики. Можно относительно легко самостоятельно создать условные графические обозначения отечественные компоненты структурных и принципиальных электрических схем радиотехнических устройств.

Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap имеет следующие основные характеристики [1]:

- большая библиотека элементов (более 10 тыс. наименований), включающая аналоговые и цифровые ИС, биполярные и полевые транзисторы, различные диоды, трансформаторы и дроссели, источники сигналов различной формы;
- мощный графический редактор электронных схем;
- возможность проведения различных типов анализа как всей схемы в целом, так и отдельных ее фрагментов;

- возможность оптимизации электронных схем путем изменения параметров элементов;
- возможность задания функциональной зависимости параметров схемы (в виде функции времени, токов ветвей и узловых потенциалов).

В процессе работы с программой Micro-Cap вначале создается принципиальная электрическая схема электронного устройства, в которую включаются электронные элементы (активные и пассивные аналоговые или цифровые), их соединения, условные обозначения и параметры или типы.

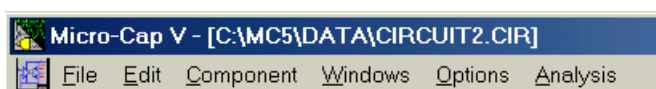
После этого выполняется моделирование, которое включает один из типов анализа данной схемы:

- расчет переходных характеристик (Transient Analysis);
- расчет по постоянному току (DC- Analysis) ;
- расчет по переменному току (AC- Analysis).

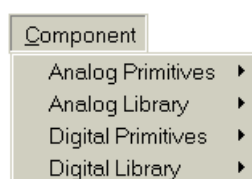
При создании принципиальной схемы используются модели компонентов, имеющиеся в библиотеке программы, которые могут быть простыми (имеют малое количество параметров, которые можно указывать на схеме) и сложными (имеют большое количество параметров и потому на схеме не указываются). К простым моделям можно отнести модели резисторов и конденсаторов, а к сложным - модели транзисторов, операционных усилителей и некоторых других элементов.

Приведем методику работы с программой Micro-Cap при создании и анализе схем:

1. Содержание Меню программы Micro-Cap:



2. При построении схемы использовать кнопку Меню



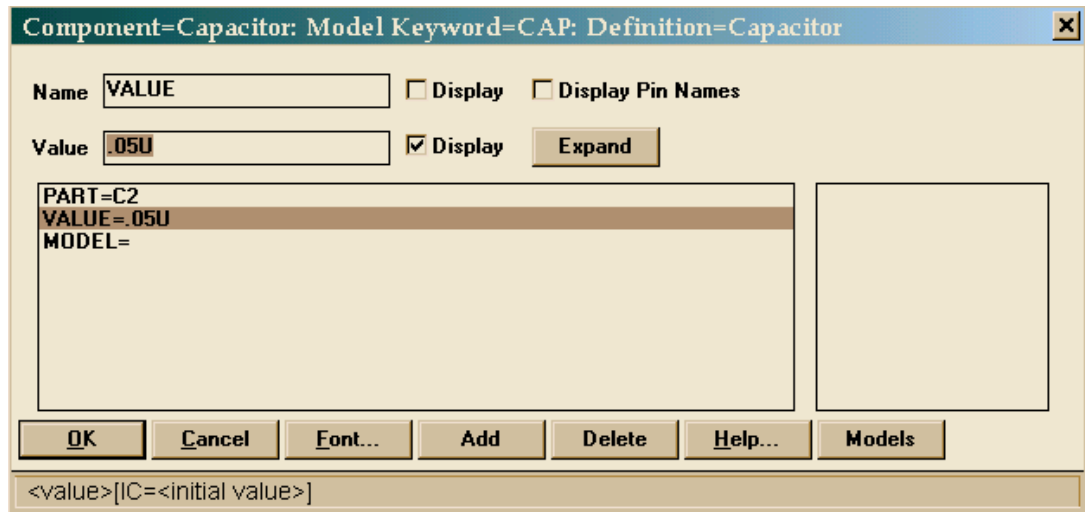
2.1. Для выбора резисторов и конденсаторов:

2.1.1.



2.1.2. Установить требуемое номинальное значение сопротивления резистора R или емкости конденсатора C.

- двойной щелчок по элементу;



- изменение значения в строке Value.

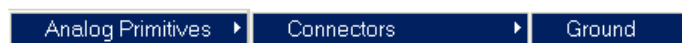
2.2. Для выбора типа источника напряжения:

2.2.1.



2.2.2. Установить требуемое максимальное значение напряжения источника.

2.3. Для заземления



2.4. Для соединения элементов:

используемые кнопки

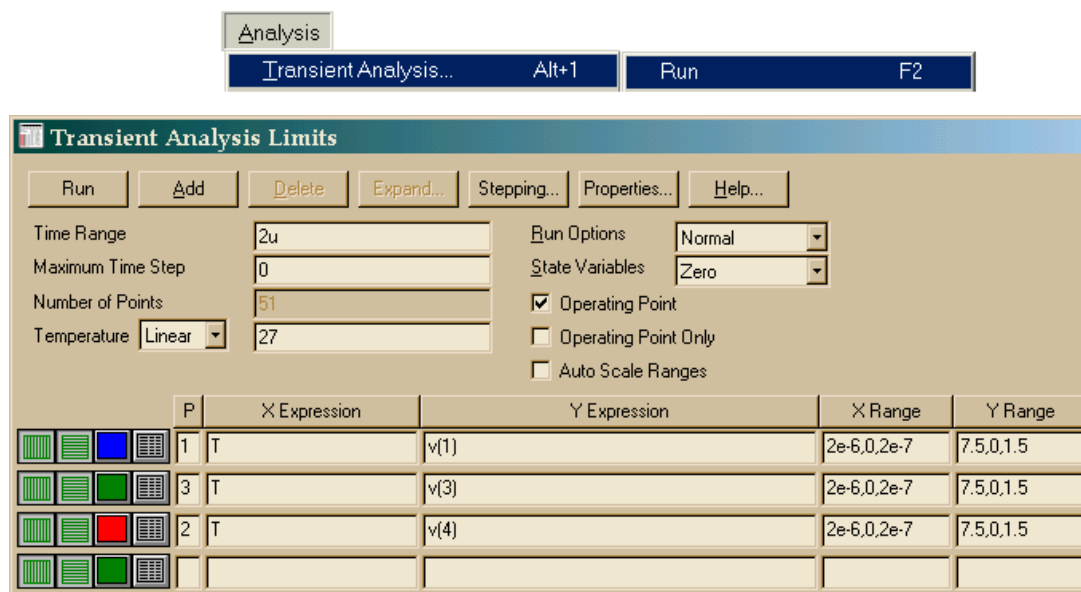


2.5. При ошибочном соединении ненужную связь необходимо выделить, подведя курсор к линии и, сделав один щелчок, нажать Delete.

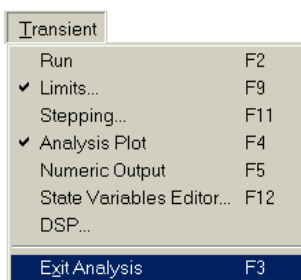
2.6. Для обозначения узлов в схеме нажать кн. Node Numbers:



3. Для проведения анализа созданной схемы (получения временных диаграмм):



4. Для выхода из режима Analysis использовать кнопку Меню:



На основе программы Micro-Cap были созданы лабораторные работы, охватывающие основные разделы дисциплины «Основы электроники и микропроцессорной техники»: элементная база электроники, аналоговые электронные устройства и импульсная и цифровая техника [2].

В разделе элементная база электроники исследуются различные типы полупроводниковых приборов (диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры), электровакуумных и фотоэлектронных приборов и фотореле.

В разделе аналоговые электронные устройства – усилители (низкочастотный усилитель напряжения с цепями обратной связи, усилитель мощности, схемы на основе операционного усилителя) и источники вторичного электропитания (маломощные источники питания, управляемый выпрямитель, трехфазные выпрямители и стабилизаторы напряжения).

В разделе импульсная и цифровая техника – генераторы импульсных сигналов, а также устройства, составляющие основу микропроцессорной техники: триггеры, регистры, счетчики, шифраторы и дешифраторы, сумматоры и мультиплексоры.

Перед выполнением работы студенту предлагается изучить теоретический материал и выполнить предварительное задание к эксперименту, которое заключается в расчете некоторых параметров данной схемы (например, коэффициента усиления усилителя, периода и частоты выходного напряжения мультивибратора и др.).

Выполнить лабораторную работу студент может, не вдаваясь в тонкости работы с программой Micro-Cap, а придерживаясь определенной рекомендованной последовательности действий. В тоже время для заинтересованных студентов имеется возможность усложнить задание и повысить уровень понимания программы и работы с ней.

Приведем конкретные примеры реализации упомянутых методических принципов работы с программой Micro-Cap.

Пример 1 (из раздела элементная база электроники). Исследовать работу фотореле на основе транзисторной оптопары.

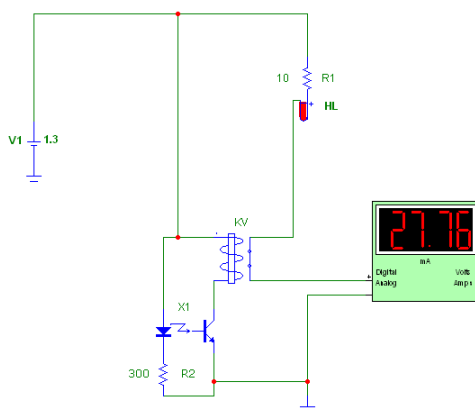


Рис.1 - Схема фотореле

В соответствии с вышеприведенной методикой создается схема фотореле (рис.1), устанавливаются необходимые параметры элементов, имеется возможность включить в схему измерительный прибор (в данном случае, миллиамперметр).

При исследовании работы схемы изменяем значение напряжения источника питания V1, определяя при этом, при каком значении этого напряжения произойдет срабатывание фотореле, т.е. загорится лампочка HL. Проведя анализ переходных процессов, получаем временные диаграммы для напряжения источника V1 и для тока на резисторе R1 (рис.2).

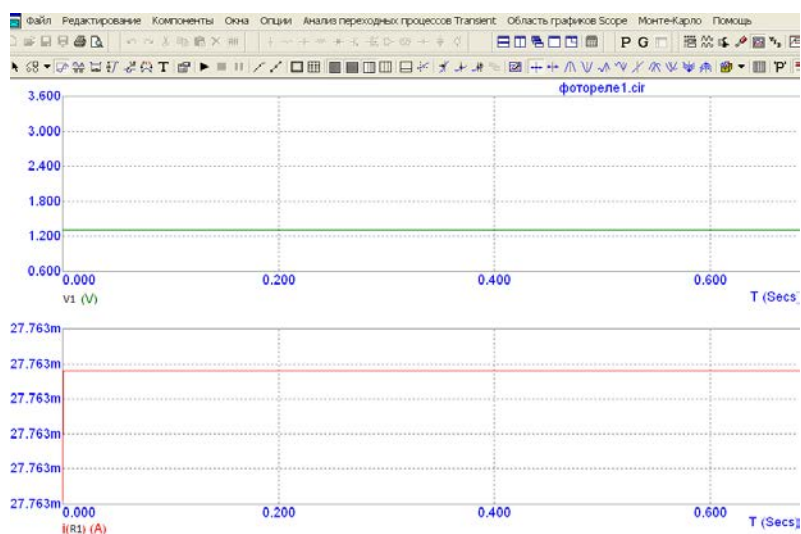


Рис.2 – Временные диаграммы для фотореле

Пример 2 (из раздела аналоговые электронные устройства). Исследовать работу параллельного сумматора.

Сумматор предназначен для сложения нескольких входных сигналов, реализуется на основе схемы операционного усилителя (ОУ) путем добавления к входу параллельных ветвей, число которых равно количеству сигналов, предназначенных для сложения (рис.3).

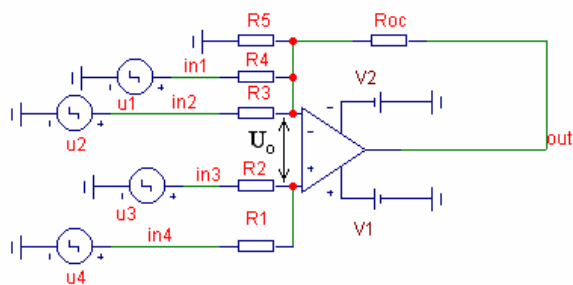


Рис.3 – Схема параллельного сумматора

Данная схема параллельного сумматора реализует операцию

$$U_{\text{вых}} = \frac{R_{oc}}{R1} U4 + \frac{R_{oc}}{R2} U3 - \frac{R_{oc}}{R3} U2 - \frac{R_{oc}}{R4} U1.$$

Суммирующий сигнал снимается с выхода ОУ (out). Переходные характеристики данной схемы показаны на рис.4. Методика создания и анализа схемы такая же, как в предыдущем примере.

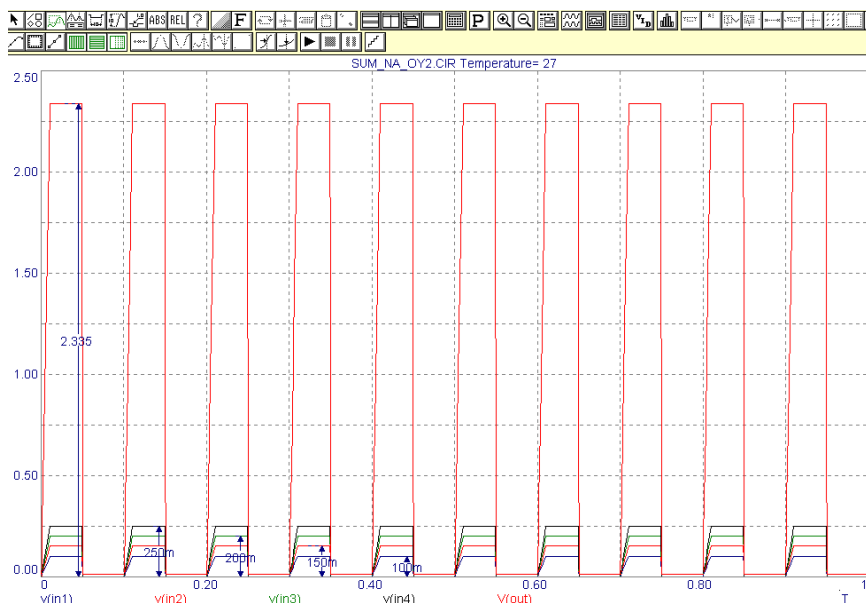


Рис.4 - Временные диаграммы сумматора

Пример 3 (из раздела импульсная и цифровая техника). Изучить принцип работы шифратора.

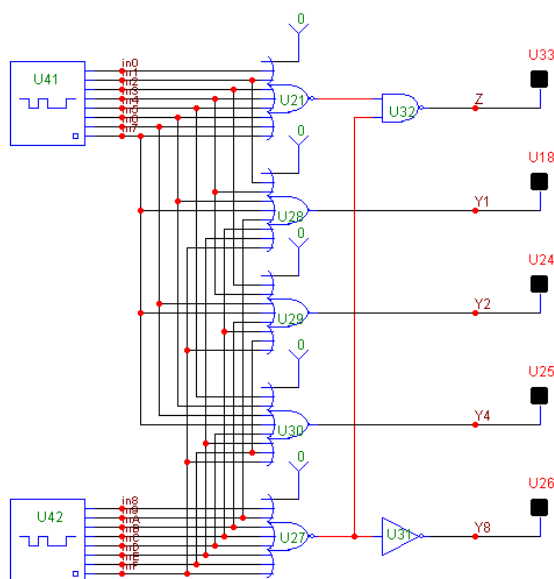


Рис.5 – Схема шифратора

Схема шифратора (рис.5) создается на основе логических элементов, имеющих в библиотеке цифровых элементов. Источники импульсных

сигналов можно создать самостоятельно или воспользоваться готовыми из цифровой библиотеки программы. Представленная схема шифратора предназначена для преобразования шестнадцатеричного кода в двоичный позиционный код, имеет 16 входов, 4 информационных выхода (Y1, Y2, Y4, Y8) и один осведомительный выход (Z).

Анализ схемы происходит в динамическом режиме (режим мультипликации), когда наблюдается последовательное изменение входных сигналов, при этом изменяются выходные сигналы и происходит загорание имитационных лампочек на выходах (рис.6).

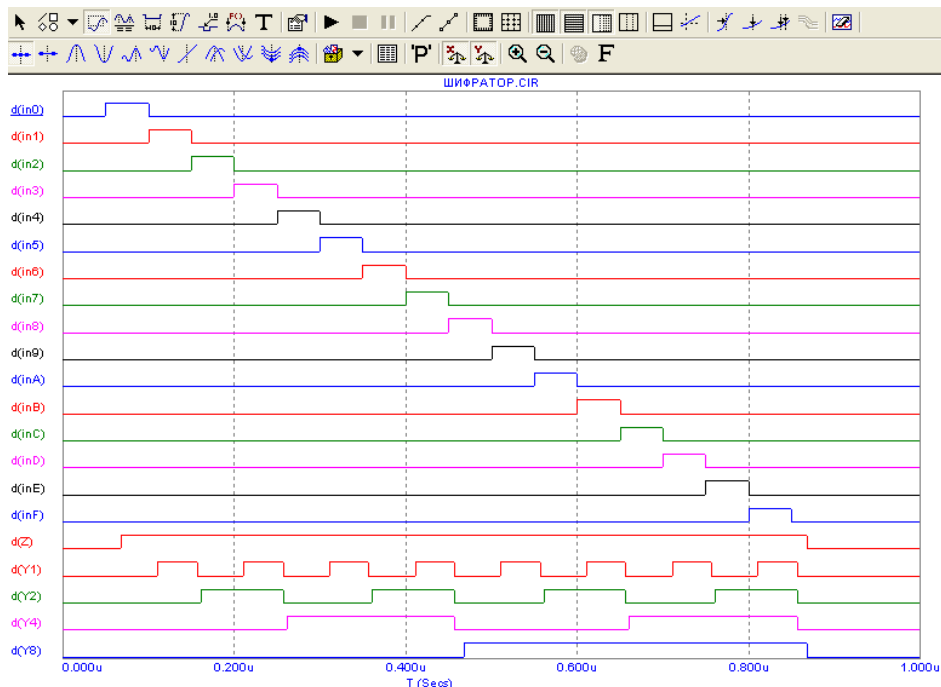


Рис.6 – Временные диаграммы шифратора

Таким образом, программа Micro-Cap позволяет: легко подбирать и изменять типы и номиналы элементов для задания различных режимов работы схемы; просмотреть входные, выходные и промежуточные сигналы с целью корректировки схемы и получения необходимых выходных параметров; быстро проанализировать схему по постоянному и переменному токам, получить наглядные переходные характеристики, что позволяет студентам изучить принципы разработки и проектирования электронных схем и принципы работы электронных устройств.

Литература

1. Разевиг В.Д. Система схемотехнического проектирования Micro-CAP V.-М.: “СОЛОН”, 1997. – 273 с.
2. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8 // Горячая линия – Телеком – 2007 –с. 464.
3. Матвеевко И.П. Особенности использования современных образовательных и информационных технологий при подготовке специалистов по общеинженерным дисциплинам // Материалы 4-ой Международной НПК «Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь» - Минск, БНТУ – 2010 – с.140-144.