

В.Н. Гололобов

Заметки. От EWB512...



... до Multisim 13

Москва - 2014

## Оглавление

Electronics Workbench V5.12 .....	3
Аналоговые схемы.....	8
Цифровые схемы .....	14
Таймер.....	15
Ещё несколько замечаний.....	15
Multisim 8 .....	18
Аналоговые схемы.....	22
Цифровые схемы .....	27
Несколько замечаний .....	28
Multisim 10 .....	30
Multisim 13 .....	40
В части образования.....	40
А вот, что написано о нововведениях для разработчиков .....	40
Примеры.....	41

## Electronics Workbench V5.12

Не хочу вас пугать рассказом об установке этой программы, но предупрежу вас, что в Windows 8.1 у меня появились проблемы с работой программы. Самое заметное – это странные следы при установке компонентов и открывании панели приборов.

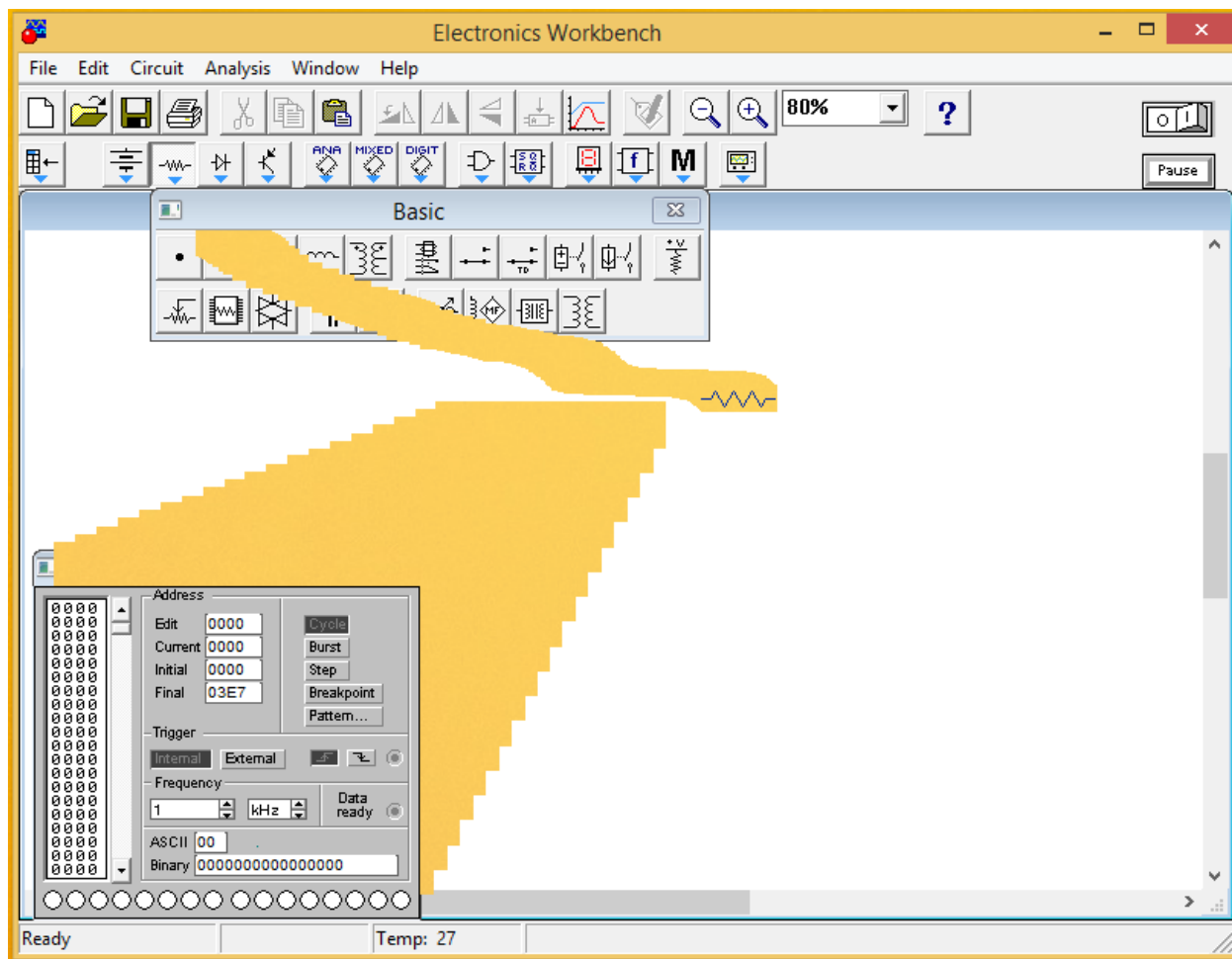


Рис. 1.1. Работа EWB512 в Win8.1

Можно попробовать запускать программу в режиме совместимости с Windows XP. Найдите исполняемый файл на диске C: в разделе Program Files и щёлкните правой клавишей мышки. Выберите раздел «Исправление проблем с совместимостью».

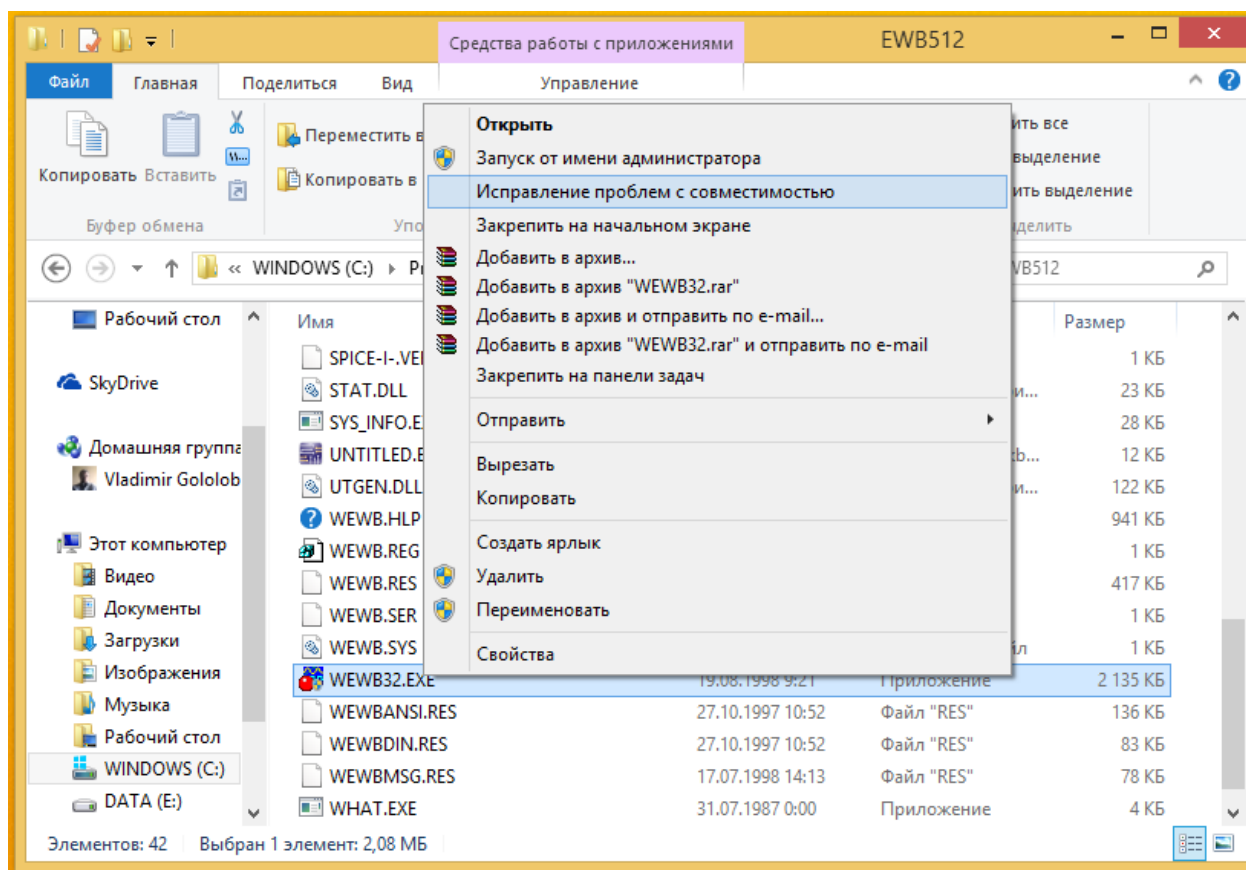


Рис. 1.2. Изменение параметров запуска в Windows 8.1

Больше вариантов появляется, если использовать свойство программы, на рисунке нижний раздел. Щёлкнув по нему левой клавишей мышки, в диалоговом окне можно выбрать режим совместимости с другими версиями Windows.

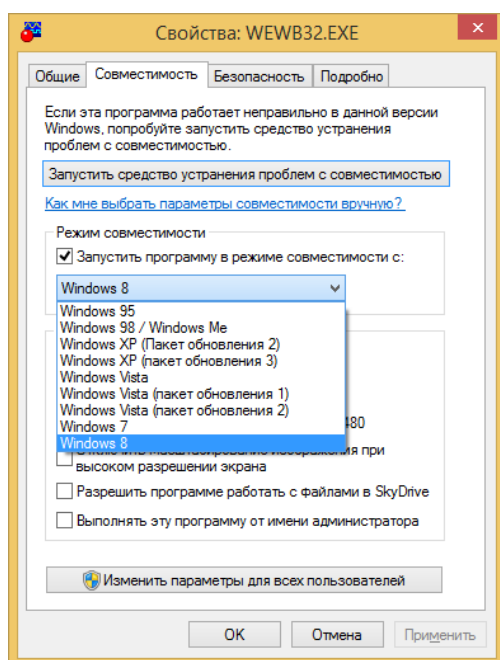


Рис. 1.3. Выбор версии Windows в окне свойств программы

Однако у меня, хотя след при перемещении исчез, исчезла и прорисовка приборов, если выбрать режим совместимости с Windows XP.

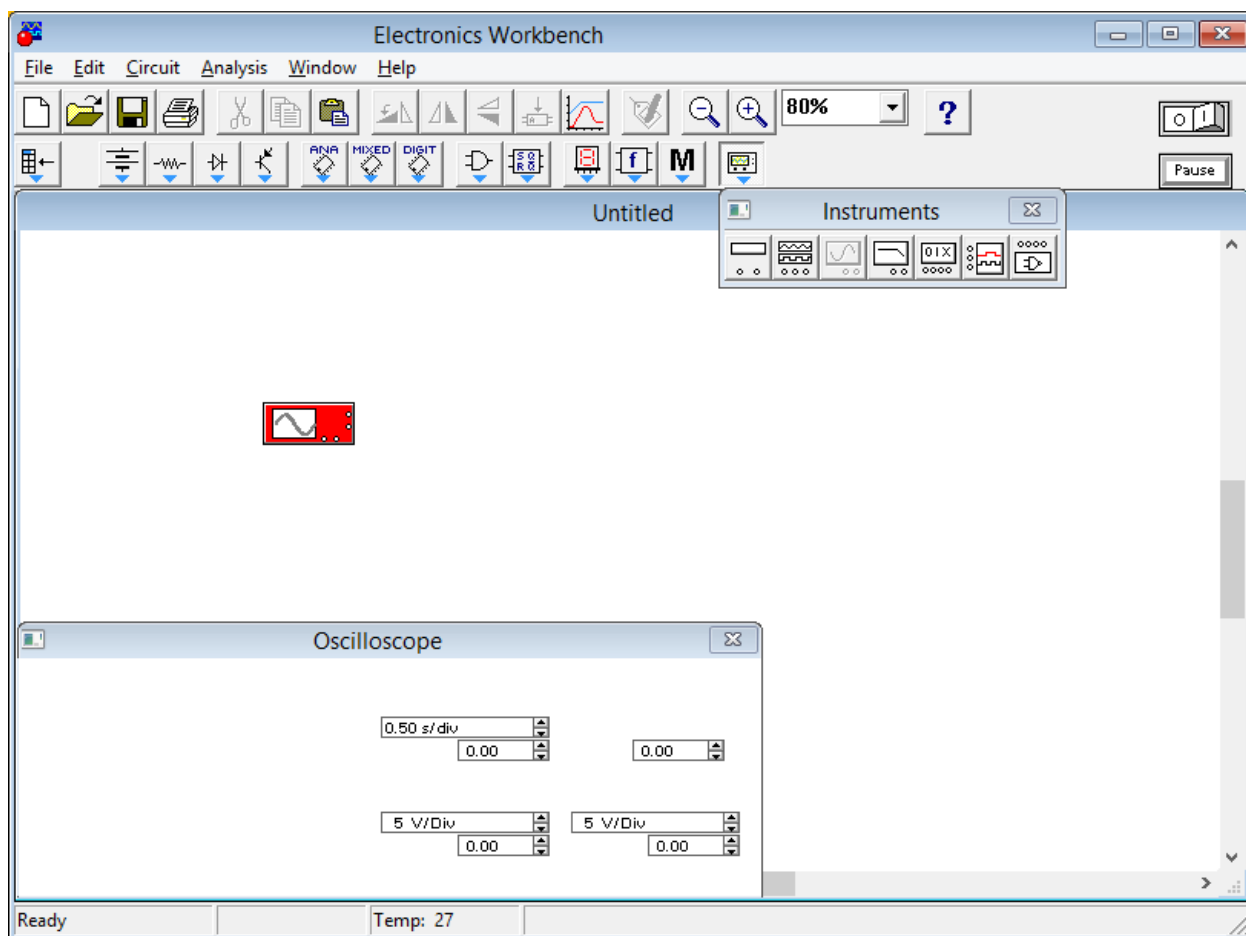


Рис. 1.4. Вид программы в режиме совместимости с WinXP

Современные версии под именем Multisim принадлежат компании National Instruments. Компания строго следит за авторскими правами, запрещая даже переводить руководство к программе. Это одна из причин, по которой мне хочется начать рассказ с EWB512. Надеюсь, интерес к этой программе со стороны правоблюстителей угас давно. Но могу и ошибаться.

Мой интерес к программе возник довольно давно и не в производственном аспекте – мне потребовалось нарисовать в тексте синусоиду, мне стыдно, но ничего из этого не получилось при попытке нарисовать кривую в графическом редакторе. Тогда-то я и вспомнил, что купил диск, на котором была программа EWB512. Оказалось, что программа помогает нарисовать не только вид сигнала, но и схему.

Радиолюбители стремятся использовать самые последние версии программ. Что далеко не всегда оправдано, если вы изучаете предмет, а не занимаетесь разработкой, используя самые новые радиокомпоненты. Сравните вид двух программ:

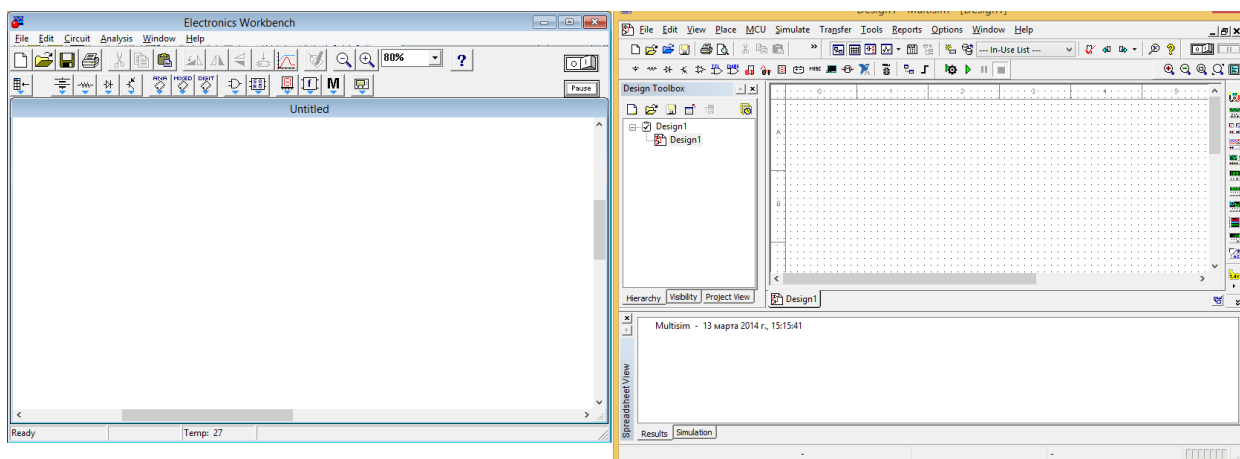


Рис. 1.5. Рабочее окно EWB512 и Multisim 13

Различия не столь существенны, как это может показаться – более ранняя версия имеет достаточное количество компонентов, чтобы помочь радиолюбителю в освоении основ работы с электроникой.

Не безусловно, но есть два основных потребителя программ моделирования электрических схем – это учебное заведение и производство. Задачи и финансовые возможности у них разные. Но это не исключает того, что многие учебные заведения стремятся приблизить программы, используемые при обучении, к тем, с которыми выпускникам придётся столкнуться после выхода из стен колледжа или ВУЗа. Этим можно объяснить стремление, начиная с ранних версий Multisim, ввести в программу имитаторы реальных измерительных приборов.

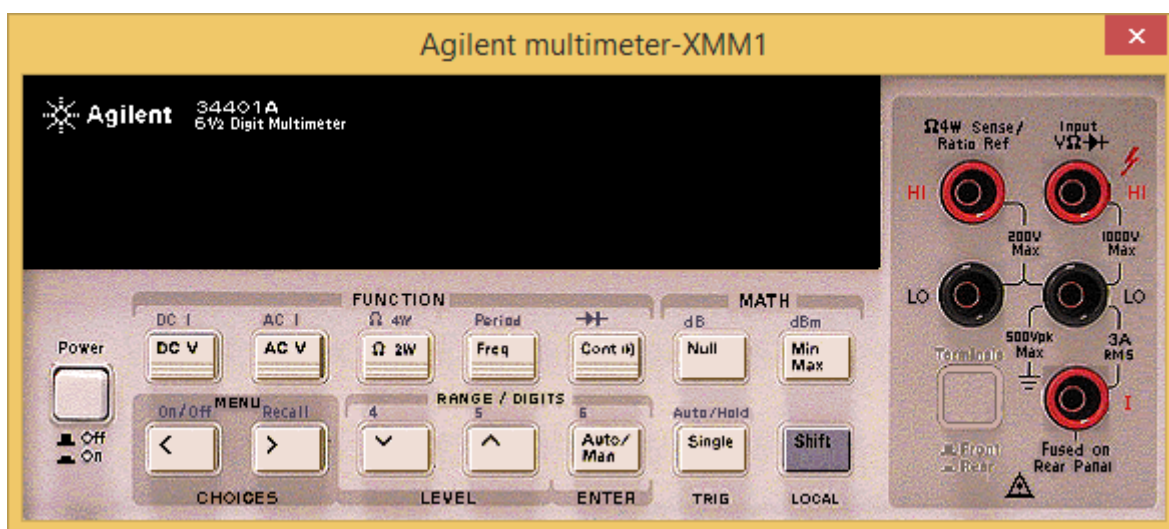


Рис. 1.6. Мультиметр фирмы Agilent в программе Multisim 13

Не могу судить о производстве в нашей стране, но уверен, что мультиметр радиолюбителя выглядит совсем иначе.

У компании NI есть и собственная хорошая программа LabView, позволяющая легко и быстро разрабатывать другие программы для обработки данных. И элементы LabView довольно давно появились в составе Multisim. Говорят, что LabView использовалась в ЦЕРНе. Убедительное свидетельство качества программы. Но не думаю, что в ЦЕРНе много радиолюбителей.

Разные учебные заведения, разные производства – вот почему существует такое множество программ моделирования и проектирования печатных плат. Радиолюбители соединяют в одном лице и учебное заведение личного пользования, и производство для себя. Поэтому понятен их интерес к программам подобным Multisim.

Программу EWB512 нельзя отнести к современным программам моделирования. Но пользоваться этой программой можно вполне продуктивно. Даже на моей операционной системе легко можно избавиться от следов переноса, если выделить с помощью мышки этот след.

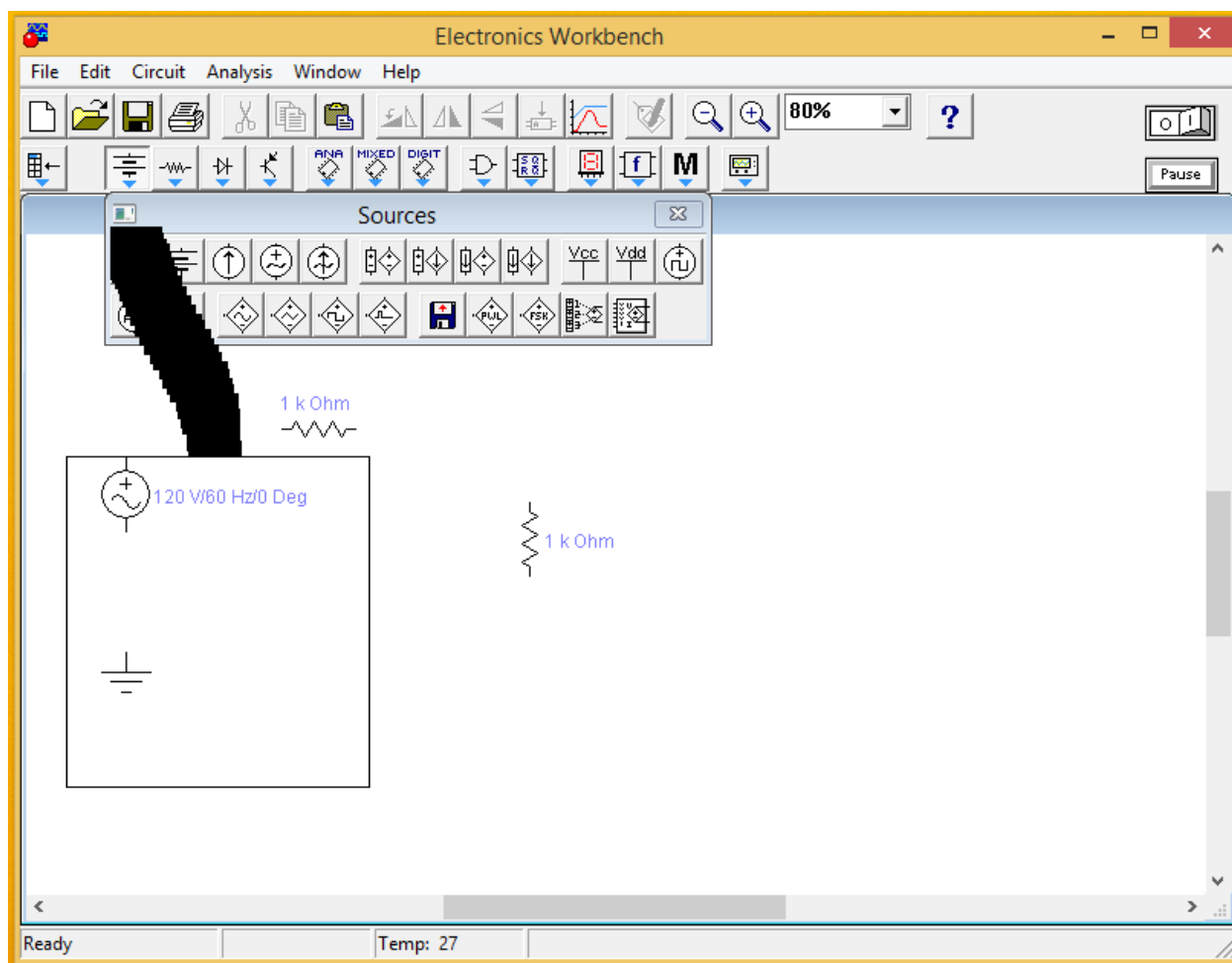


Рис. 1.7. Выделение следа перемещения в Windows 8.1

Чтобы убедиться в полезности программы, достаточно заглянуть в раздел примеров, который можно найти после установки программы.

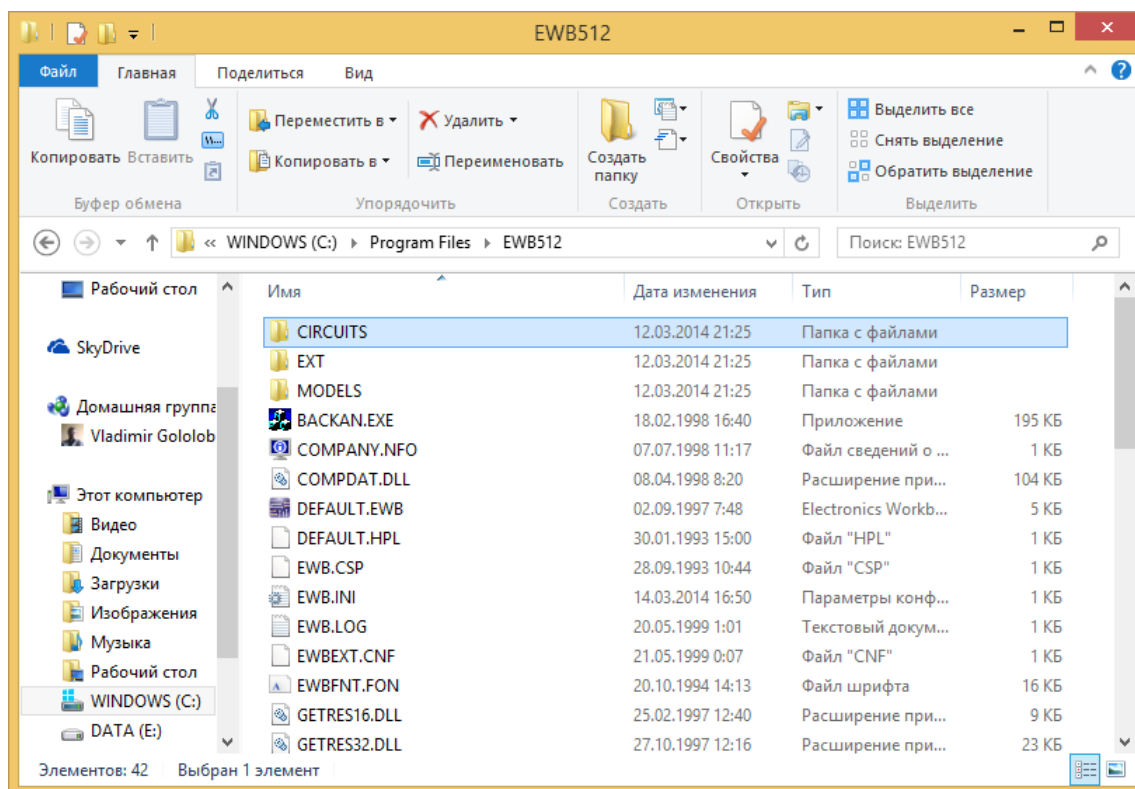


Рис. 1.8. Папка с примерами для Electronics Workbench 5.12

Примеров много. Я хочу привести некоторые из них, а для тех, кто не очень любит английский (как я), я переведу некоторые примечания.

### Аналоговые схемы

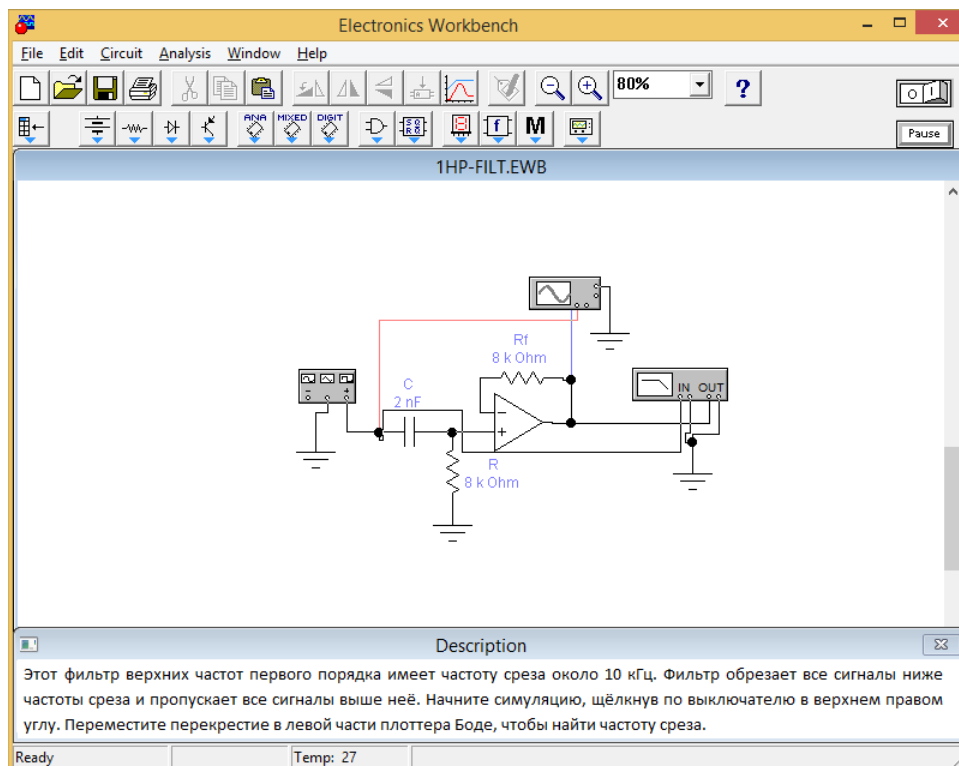


Рис. 1.9. Первая из схем в папке примеров



Для того, чтобы наблюдать за действием приборов, достаточно дважды щёлкнуть по прибору левой клавишей мышки. Наблюдение в этой схеме за сигналом особого интереса не представляет. Интерес представляет то, что получается на экране плоттера Боде, показывающего амплитудно-частотную характеристику электрической схемы.

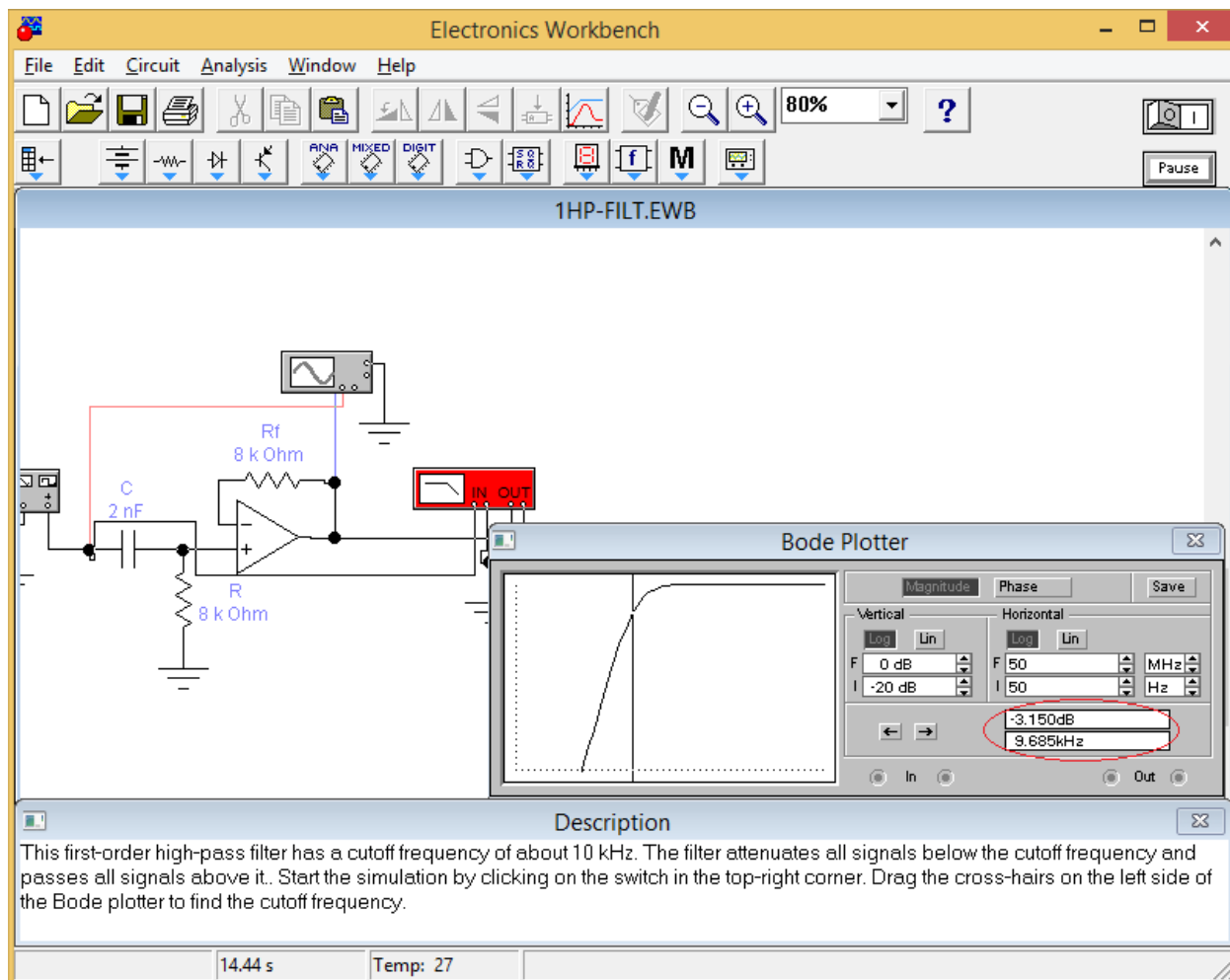


Рис. 1.10. Получение АЧХ фильтра с помощью плоттера Боде

Хотя панель прибора очень похожа на панель настоящего прибора, хотя она позволяет настраивать экран, используя кнопки управления и окна задания параметров, иногда удобнее использовать график для более точной обработки результата. Для этого достаточно воспользоваться разделом отображения графиков пункта анализа основного меню.

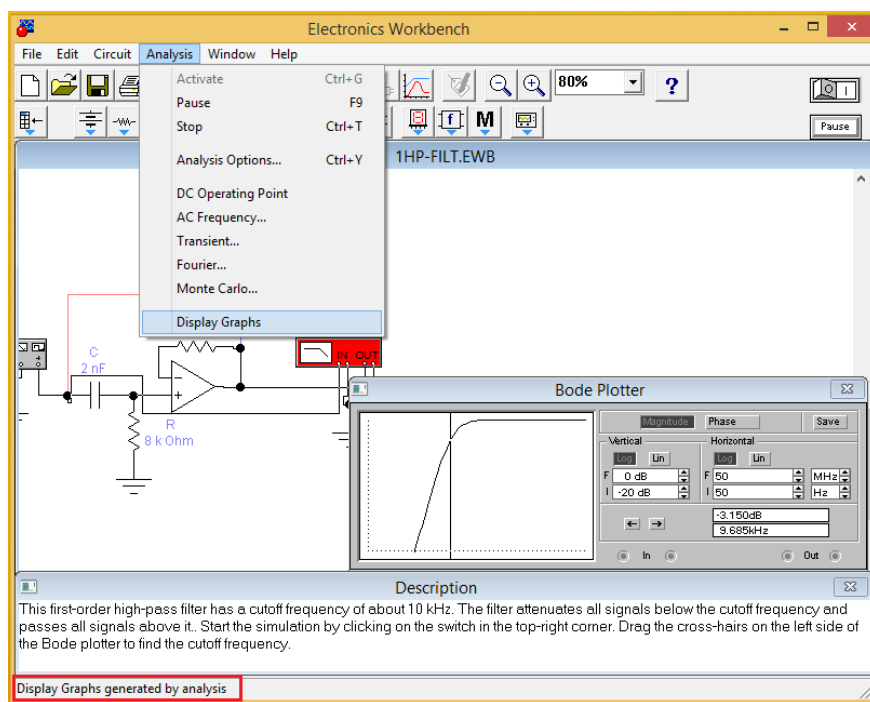


Рис. 1.11. Вызов окна графиков в программе

И обратите внимание на строку подсказки в нижней части рабочего окна программы.

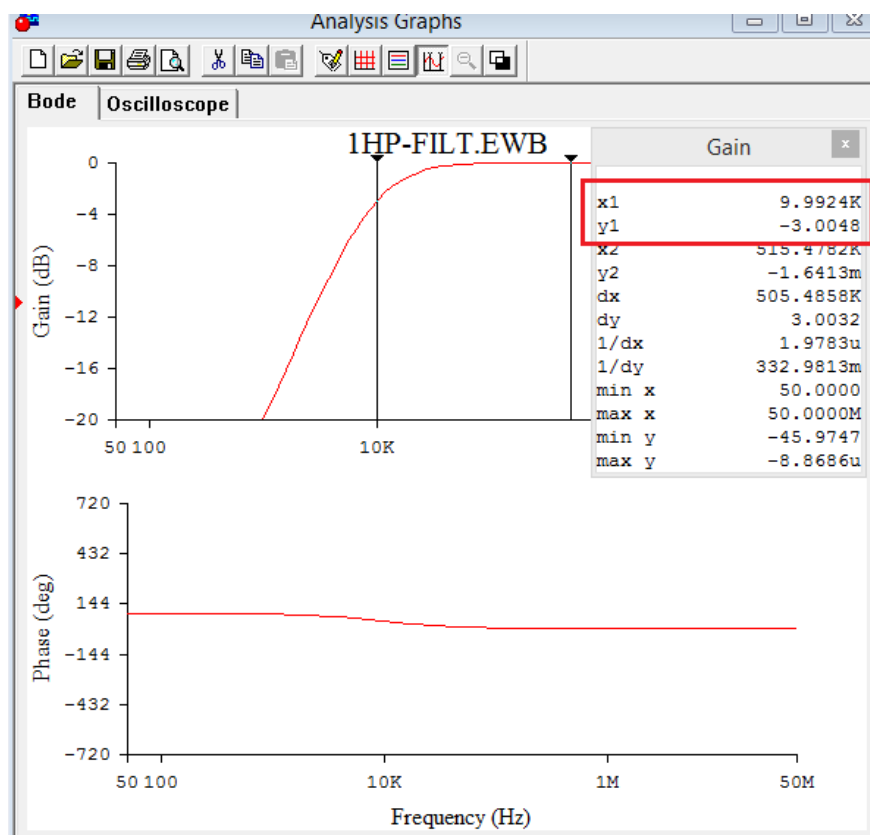


Рис. 1.12. Графики работы плоттера Бode (и осциллографа на второй вкладке)

Окно графиков позволяет проводить необходимые операции с помощью собственного меню (инструментальной панели в верхней части окна).

Если радиолюбителям покажется, что для исследования простейшего фильтра не обязательно использовать программу, то, например, генератор удобнее проверить в программе.

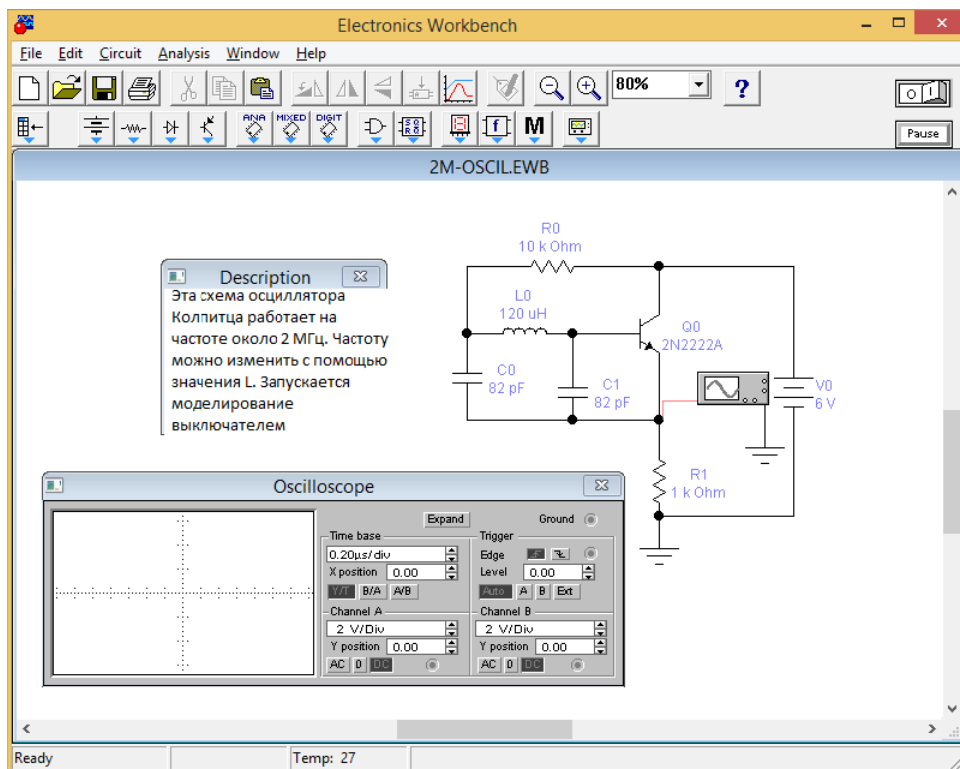


Рис. 1.13. Схема генератора в программе EWB512

И наблюдать работу схемы удобнее тоже не на экране осциллографа, а на графике, используя раздел анализа переходного процесса.

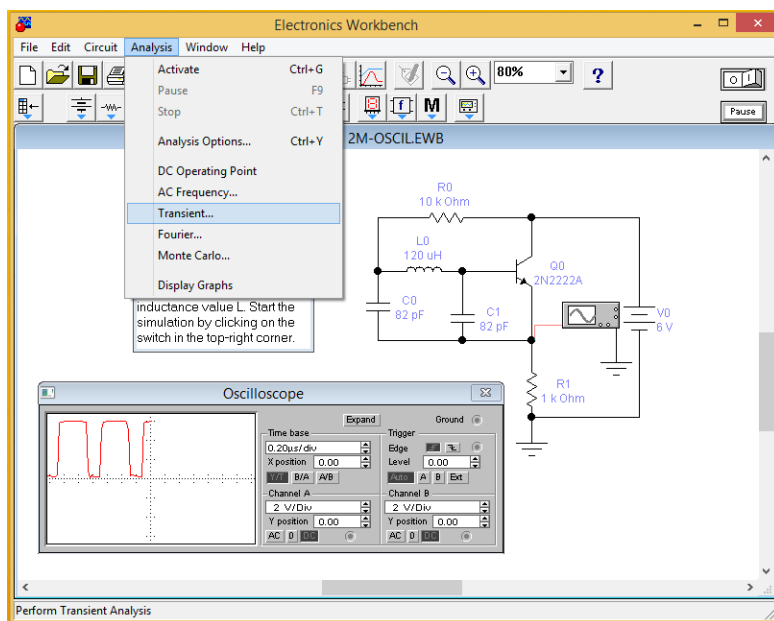


Рис. 1.14. Раздел анализа переходного процесса

В ранней версии программы (не исключая, что и более поздних) встречаются некоторые «помарки». Вот пример такой помарки. Нажав кнопку **Simulate** в диалоговом окне анализа, вы получите, скорее всего, сообщение:

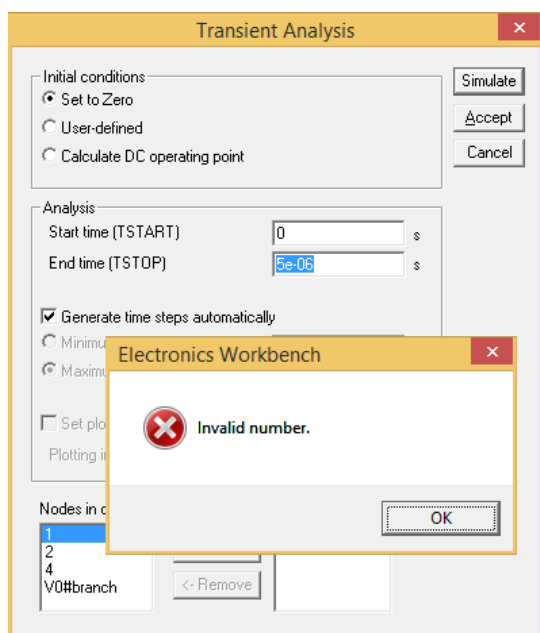


Рис. 1.15. Сообщение об ошибке в окне анализа переходных процессов

Неверное число выделяется цветом, если нажать кнопку **OK**, хотя вы ничего ещё не успели изменить в настройках. Однако достаточно изменить вид числа для времени остановки, чтобы получить результат.

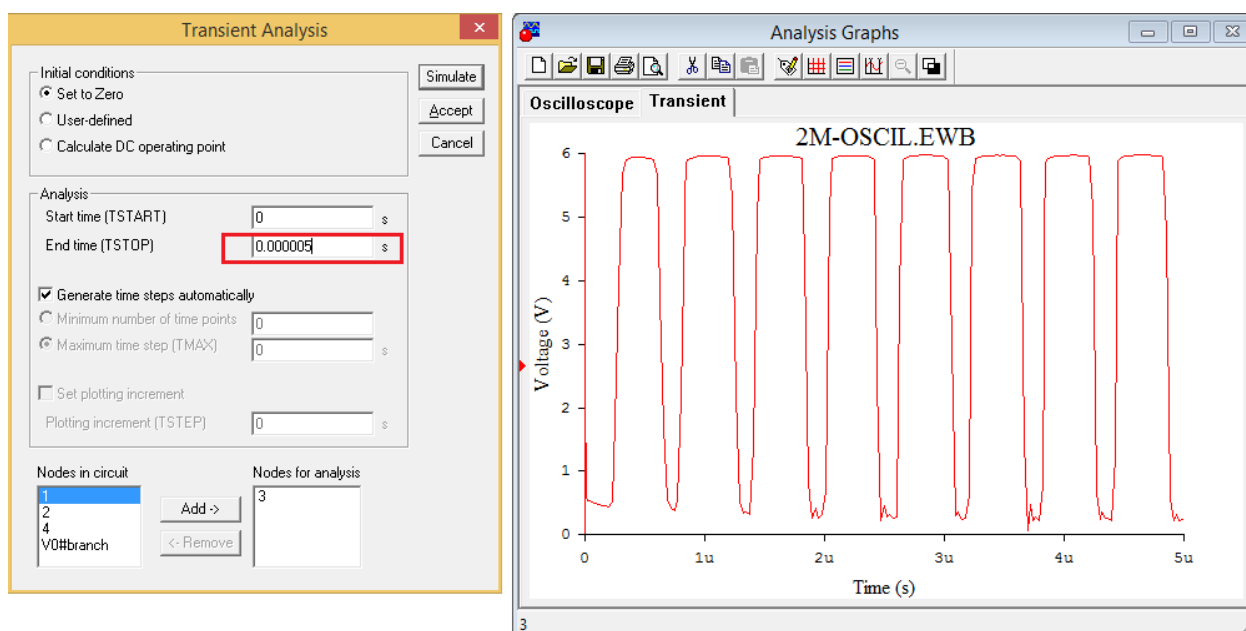


Рис. 1.16. Исправление ошибки

Традиционное исследование усилителей – это основа знаний любого радиолюбителя. В программе можно проверить и работоспособность усилителя, и получить его частотные характеристики. Приборы, позволяющие сделать это, в программе есть.

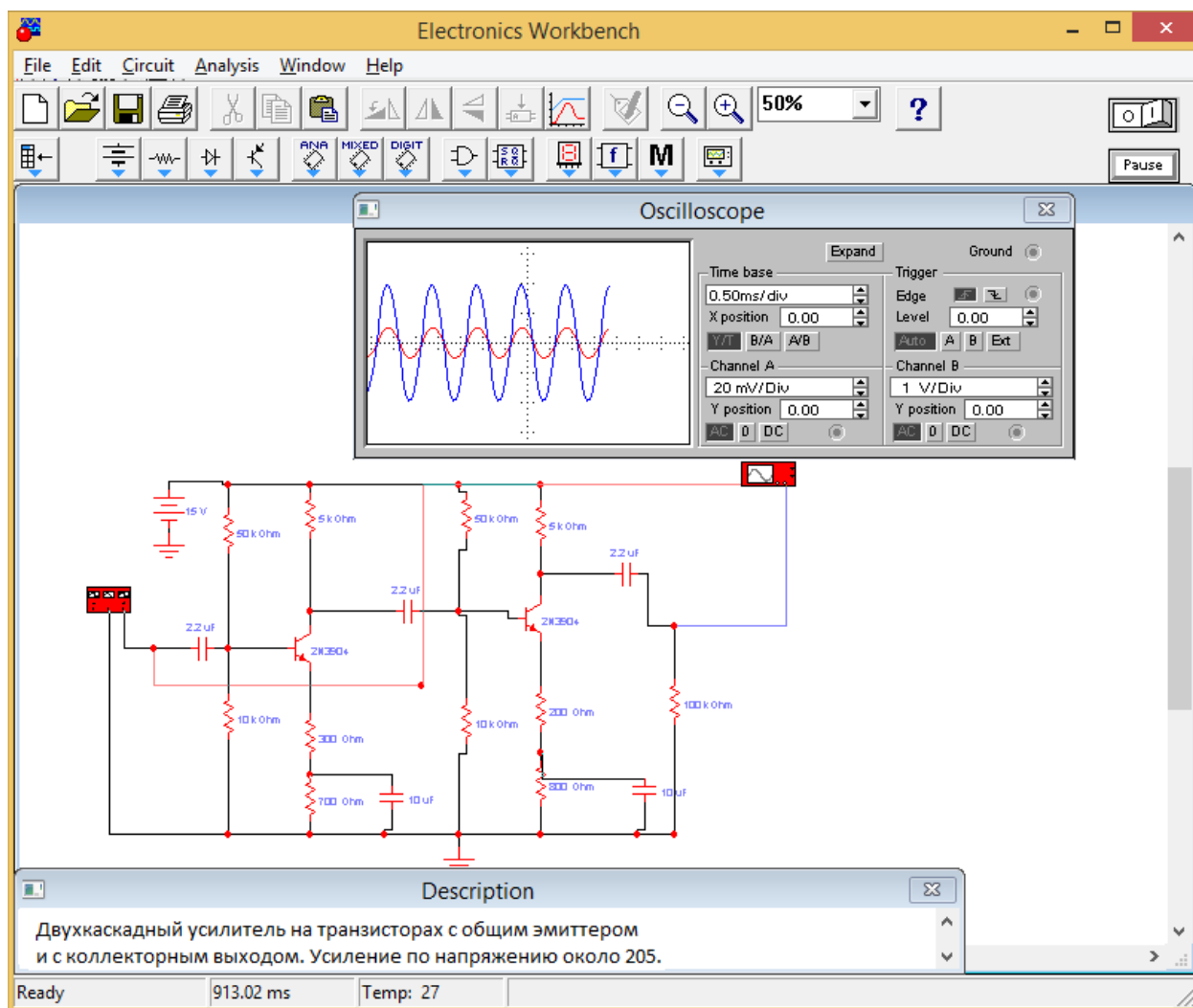


Рис. 1.17. Усилитель из примеров EWB512

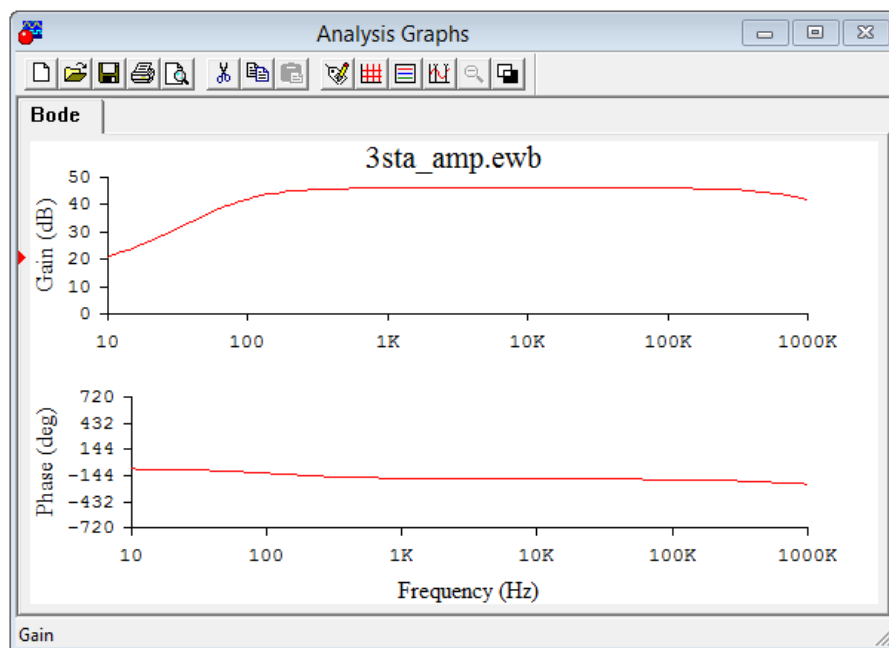


Рис. 1.18. Частотные характеристики усилителя

## Цифровые схемы

Моделирование аналоговых и цифровых электрических цепей, видимо, требуют разного подхода при создании программы. Но использование программы радиолюбителями, если она работает с разными схемами, удобно.

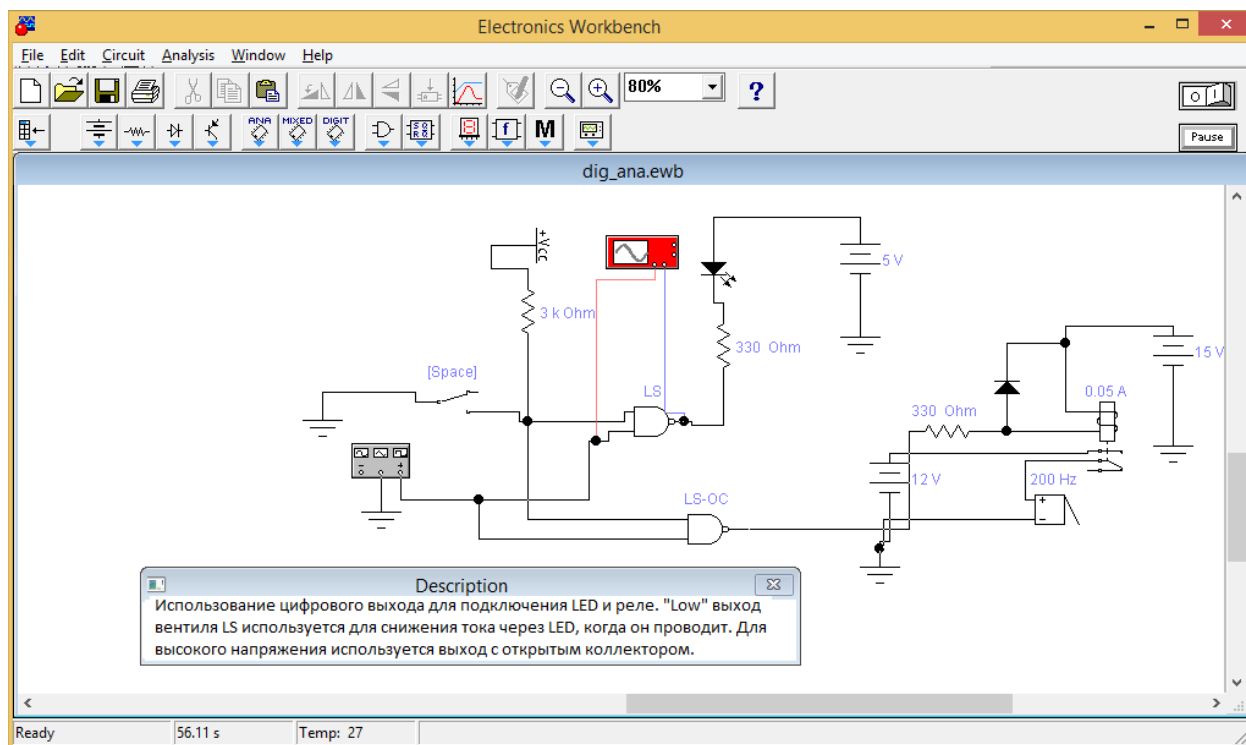


Рис. 1.19. Одна из цифровых схем в примерах EWB512

Наблюдать работу цифровых устройств можно с помощью пробников и логического анализатора.

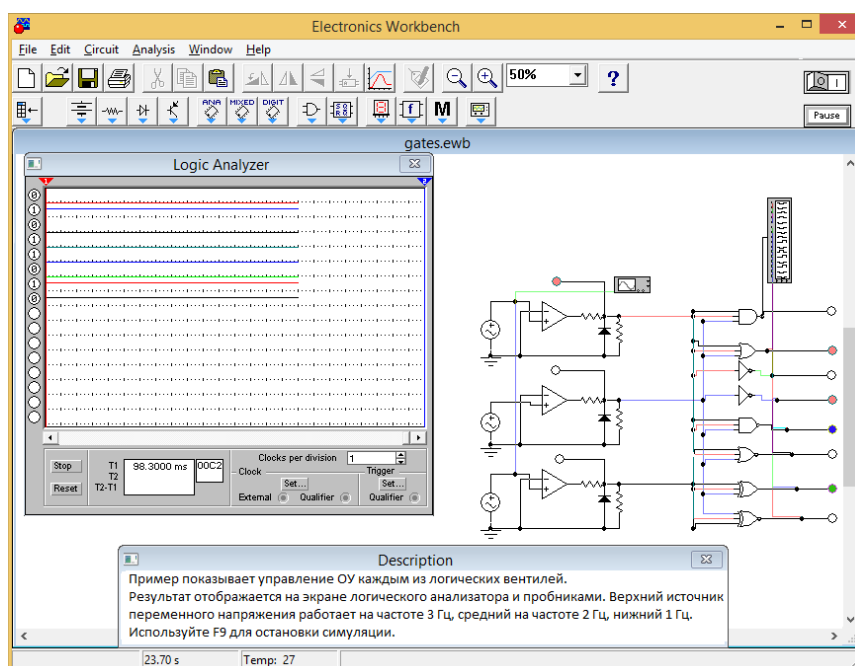


Рис. 1.20. Ещё одна цифровая схема из примеров

## Таймер

Есть микросхемы, где используются аналоговые и цифровые принципы работы. Я имею в виду таймер 555. Устройство полезное, а проверить его работу в программе моделирования и познавательно, и удобно для настройки параметров.

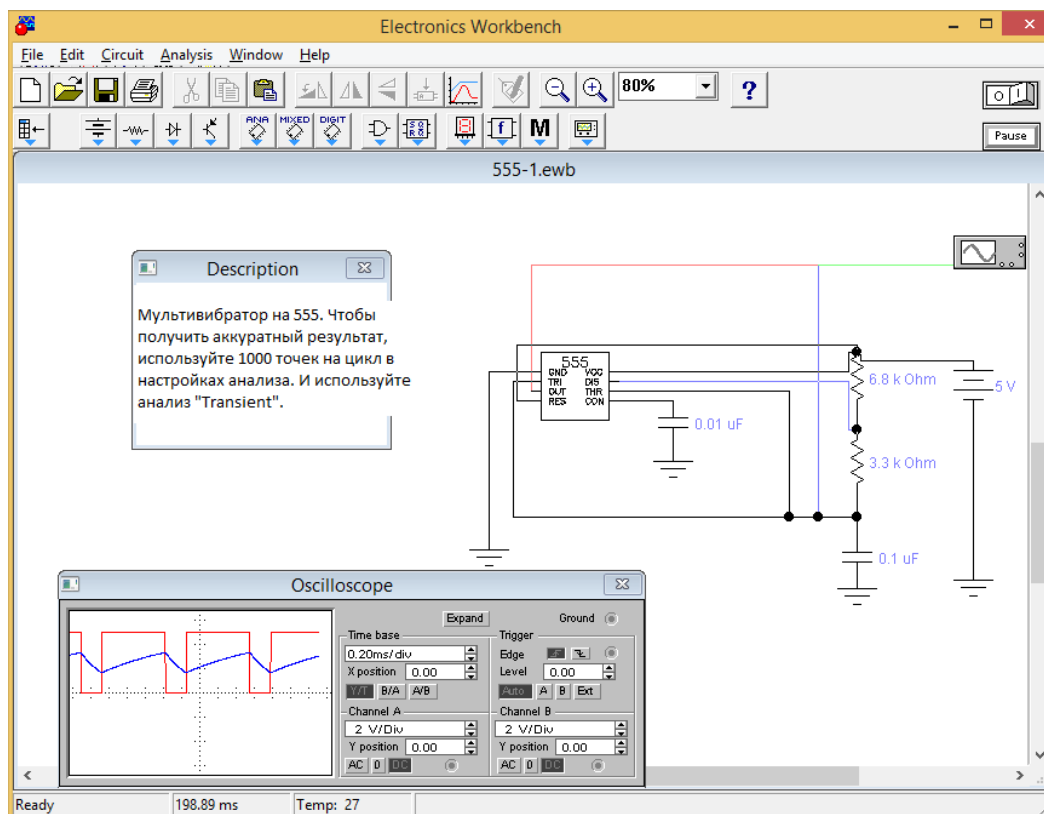


Рис. 1.21. Работа таймера 555 в EWB512

Таймер 555 (1006ВИ1) используется в качестве базового элемента многих схем. Провести виртуальные и натурные эксперименты с этой микросхемой – не плохая, думаю, идея.

## Ещё несколько замечаний

Заглянув в свойства многих компонентов программы, можно убедиться, что список достаточно представительный.

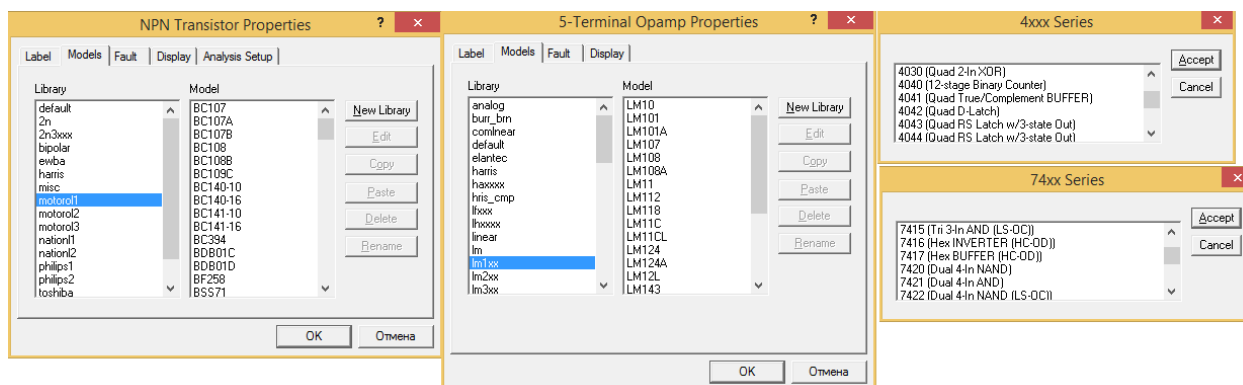


Рис. 1.22. Набор компонентов в EWB512

Мне не довелось работать с программами моделирования в производственных условиях, при обучении или разработке, в те времена самым распространённым инструментом были лист бумаги и карандаш. Но я уверен, что программы моделирования электрических схем нашли бы в моем лице горячего поклонника. Значительная часть работы при разработке или проектировании – это расчёты. Компьютер гораздо лучше с ними справляется, чем даже калькулятор. Проверка нарисованной схемы на макетной плате отнимает достаточно много времени, даже если вы не делаете фатальных ошибок, после которых только дымок от сгоревших элементов напоминает вам, что следует тщательно всё проверить перед включением схемы. Компьютер гораздо более терпим к ошибкам, когда вы моделируете схему в программе.

Да, программа Electronics Workbench 5.12 старая, но это не значит, что устаревшая. Есть некоторые недостатки, включая работу на современных операционных системах Windows, но где их, этих недостатков, нет? Начинаящим радиолюбителям программа будет полезна даже в том случае, если они разберутся с моделированием предложенных программой примеров. Более того, начинающие радиолюбители очень часто стремятся использовать отечественные радиоэлементы. Добавить модели компонентов в любую программу – это не всегда бывает просто. Вместе с тем, если поискать в Интернете, можно найти файл rus-ewb.zip (я нашёл его вместе с программой). Этот файл содержит много отечественных компонентов. Чтобы их добавить в программу (эту рекомендацию я тоже нашёл на одном из форумов): перейдите в место установки программы, найдите папку с именем MODELS, и добавьте компоненты по следующей схеме.

*R-pnp.lib --- c:\каталог с EWB\Models\Bjt\_pnp*  
*R-npn.lib --- c:\каталог с EWB\Models\Bjt\_npn*  
*R-diod.lib --- c:\каталог с EWB\Models\Diode*  
*R-stab.lib --- c:\каталог с EWB\Models\Zener*  
*R-opamp1.lib -- c:\каталог с EWB\Models\Opamp\_5t*  
*R-opamp2.lib -- c:\каталог с EWB\Models\Opamp\_7t*  
*R-opamp3.lib -- c:\каталог с EWB\Models\Opamp\_9t*

Теперь набор элементов пополнится:

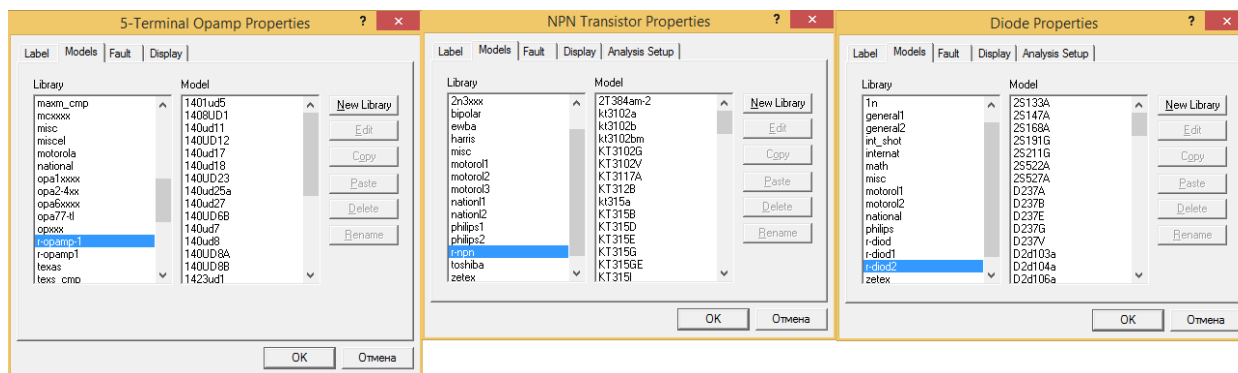


Рис. 1.23. Добавленные в программу отечественные элементы

И вы можете в примерах заменить, например, транзисторы отечественными, чтобы увидеть, как это повлияет на работу схемы.



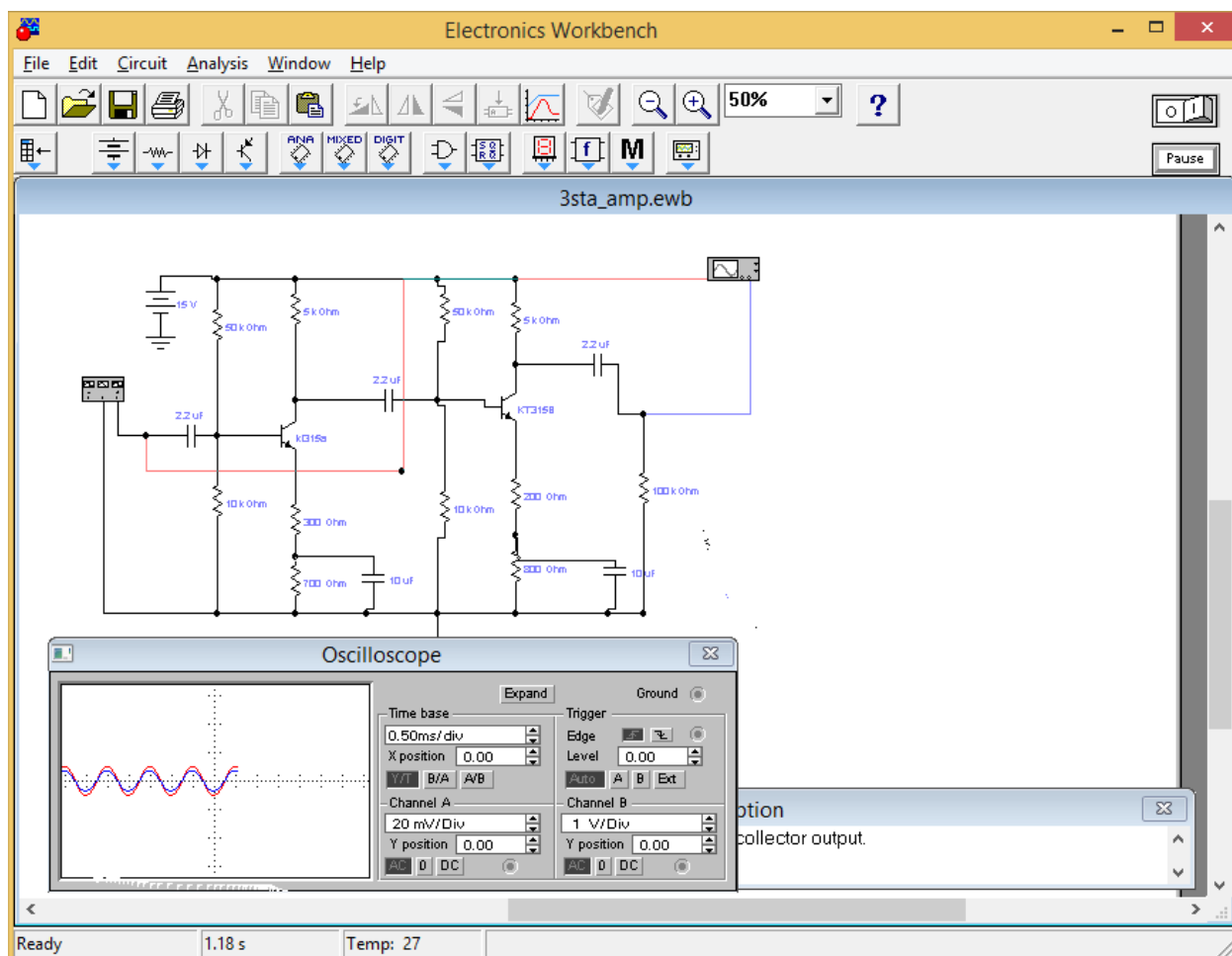


Рис. 1.24. Повторение моделирования одного из примеров с отечественными транзисторами

## Multisim 8

Если у вас, как у меня, есть друзья, которые готовы поделиться более поздними версиями программы, то воспользуйтесь этой возможностью. Следующие версии программы не только исправили те недоработки, которые имели место, но, по меньшей мере, дополнили программу новыми моделями компонентов и второй частью для разводки печатных плат, Ultiboard.

Я не всегда понимаю стремление начинающих радиолюбителей использовать только конкретные элементы схемы. Начиная изучать электронику, совсем не обязательно обращаться к моделям транзисторов или микросхем, указанным на схеме. Конечно, поведение схемы зависит от конкретных элементов, но это влияние не определяет базовой работы схемы, которая и является предметом изучения.

Как для любой программы знакомство лучше начать с чтения руководства и просмотра примеров. В этой версии программы раздел примеров пополнился новыми.

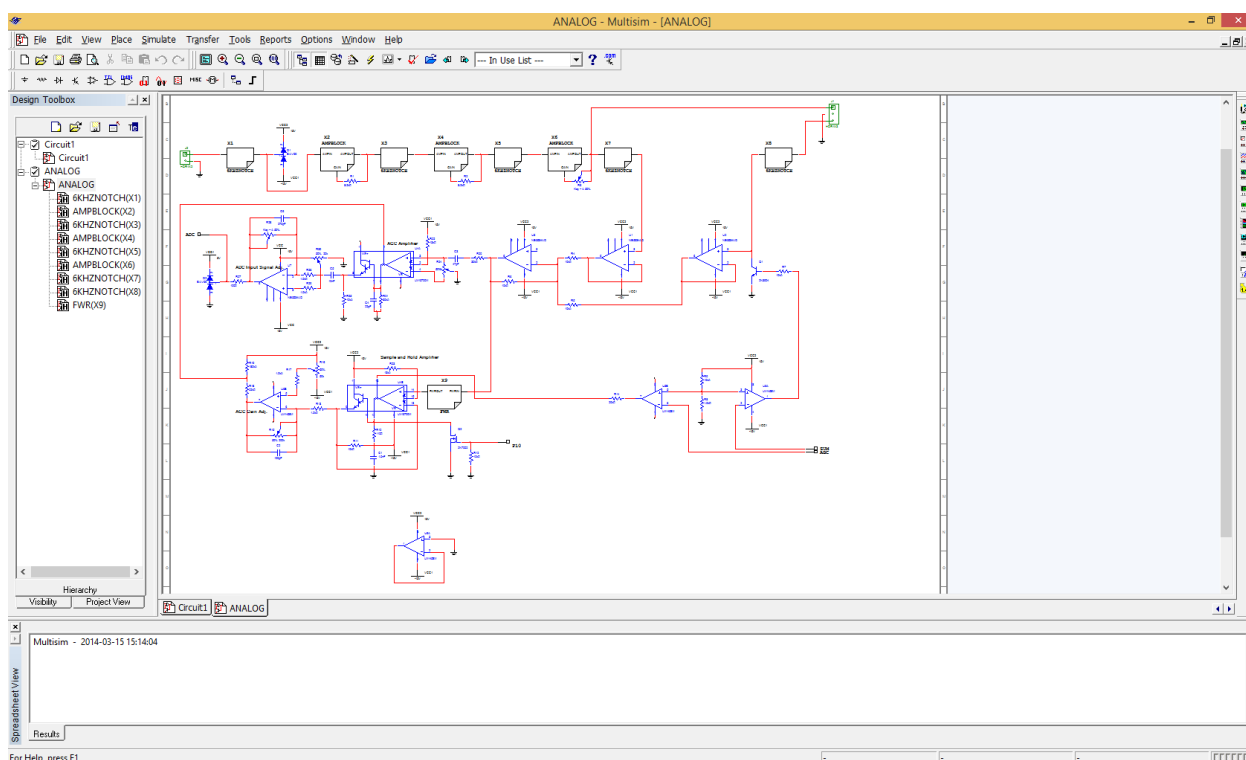


Рис. 2.1. Одна из схем набора примеров Multisim 8

Как можно видеть, несколько изменился внешний вид рабочего окна. Вечанием времени добавилось окно проекта, где можно быстро посмотреть все подсхемы, дважды щёлкнув левой клавишей мышки по имени подсхемы.

Несомненно, такое построение интерфейса позволяет легче работать с большими схемами сложных проектов.

Запуск симуляции в этой версии можно осуществить либо из основного меню, либо с помощью кнопки на основной инструментальной панели.

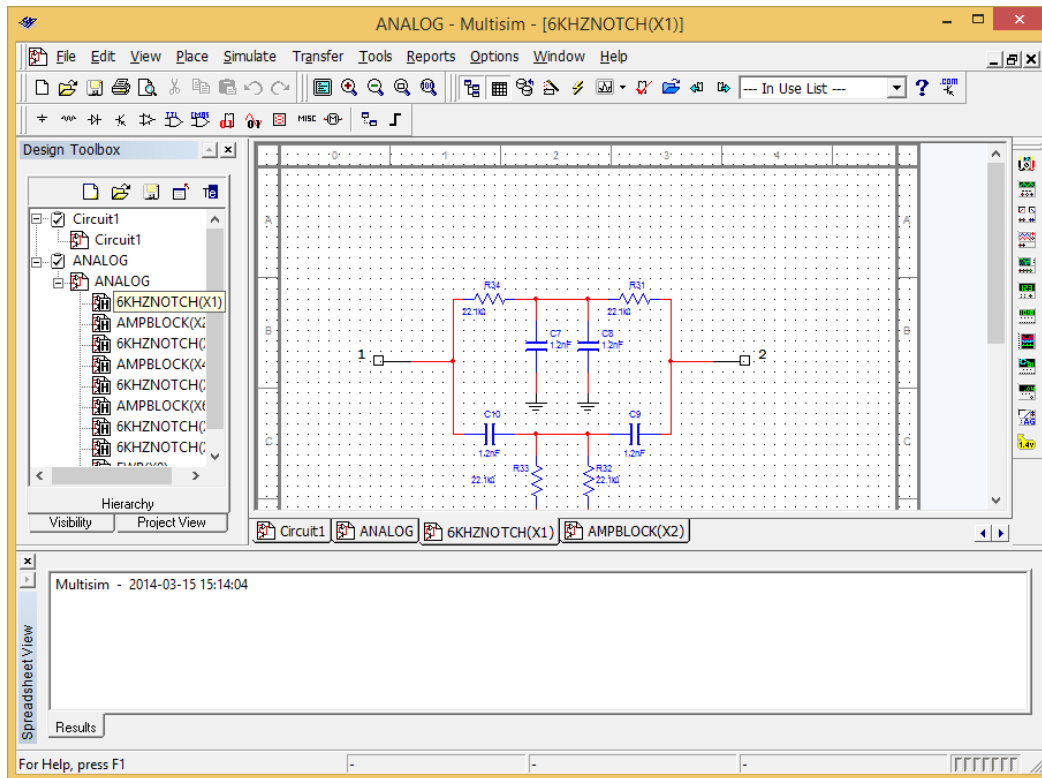


Рис. 2.2. Одна из подсхем в составе схемы, показанной выше

Вид (масштаб) схемы управляется с помощью колёсика мышки. При желании ненужные в данный момент окна можно отключить, достаточно нажать кнопку с крестиком в верхней части окна.

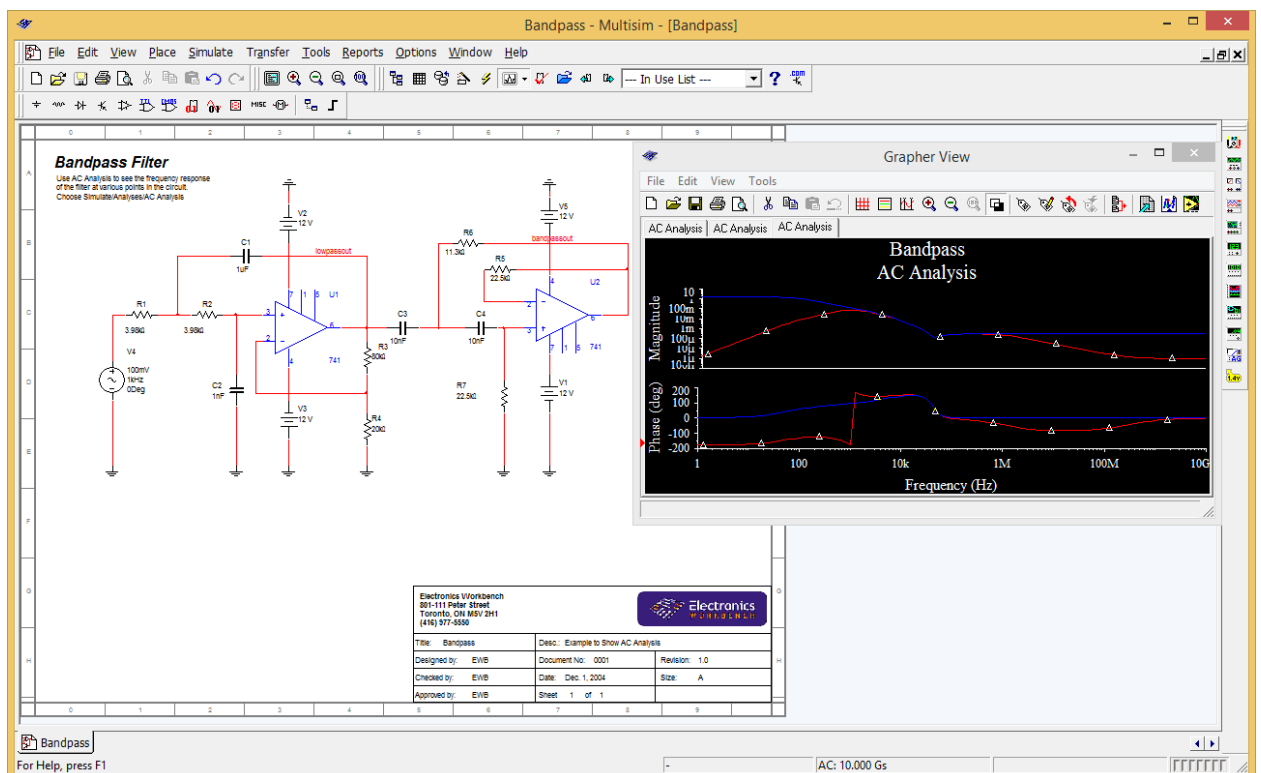


Рис. 2.3. Приведение рабочего окна программы к удобному виду

Эти окна можно открыть, когда в них появляется нужда, используя пункт *View* основного меню.

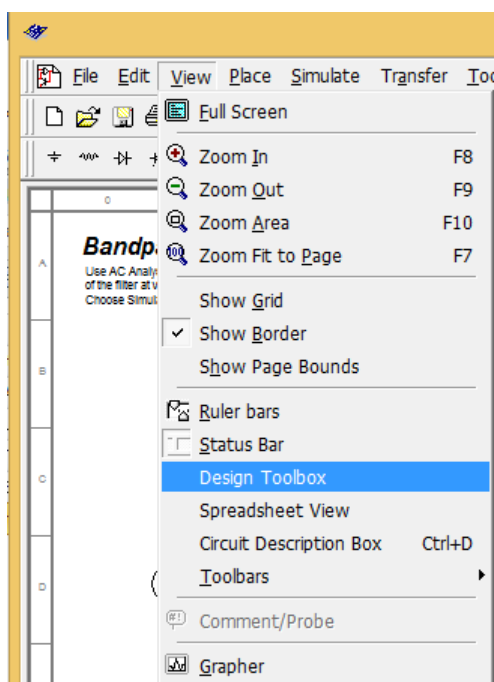


Рис. 2.4. Управление открытыми и закрытыми окнами программы

Там же, в этом пункте основного меню, можно управлять видом инструментальных панелей.

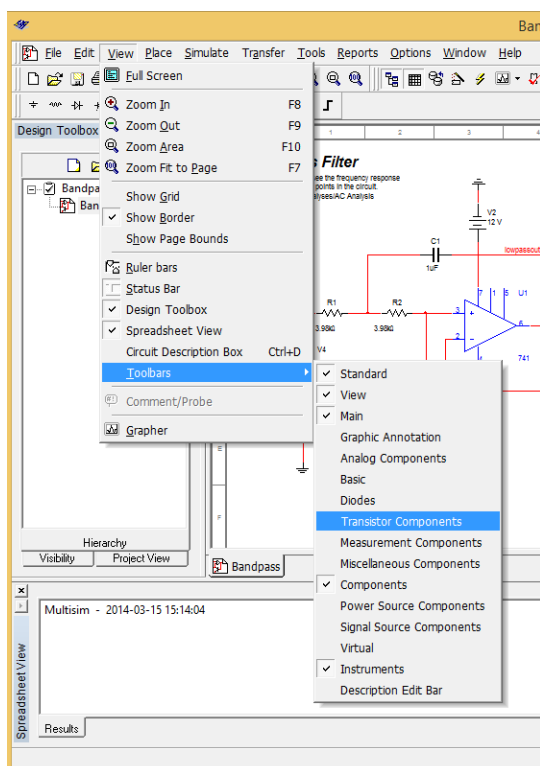


Рис. 2.5. Управление видом инструментальных панелей

В этой версии программы стало удобнее проводить соединения, что немаловажно, когда вы серьезно работаете со схемой.

Претерпел изменения и диалог выбора компонентов. Диалоговое окно стало не только больше, но и более структурировано.

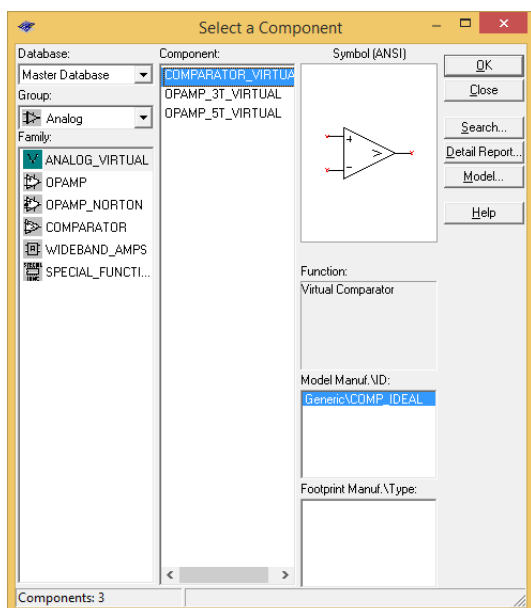


Рис. 2.6. Диалоговое окно выбора аналогового компонента схемы

Вид ряда элементов в программе можно было привести к более привычному для наших пользователей виду и в предыдущих версиях. Но сделать это ранее было не столь просто, хотя и ничего непостижимого, тогда как в этой версии выбор очевиден и прост. Например, вид резисторов:

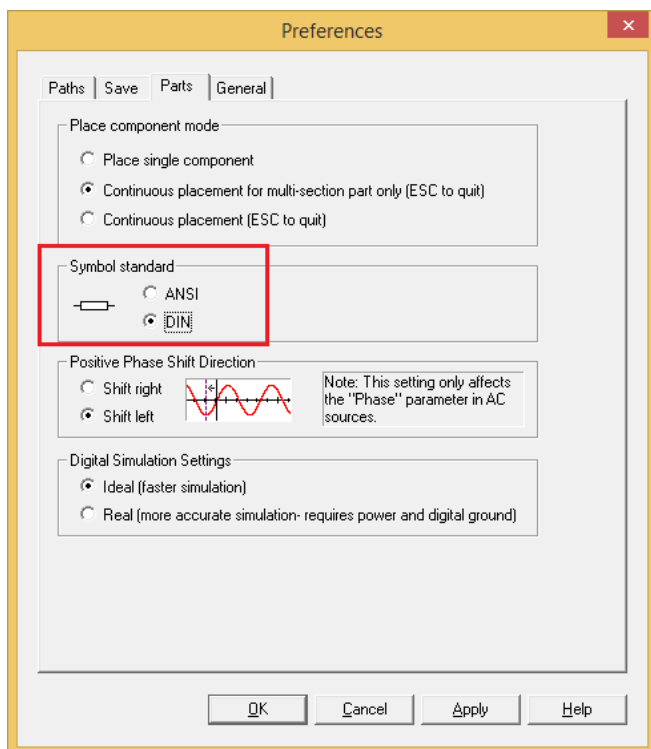


Рис. 2.7. Изменение вида резисторов в диалоговом окне настройки предпочтений

Этот диалог находится в основном меню *Option->Global Preferences*. Если говорить о резисторах, то не только вид, но и ряд полезных свойств этого самого распространённого элемента любой схемы можно выбрать по своему усмотрению.

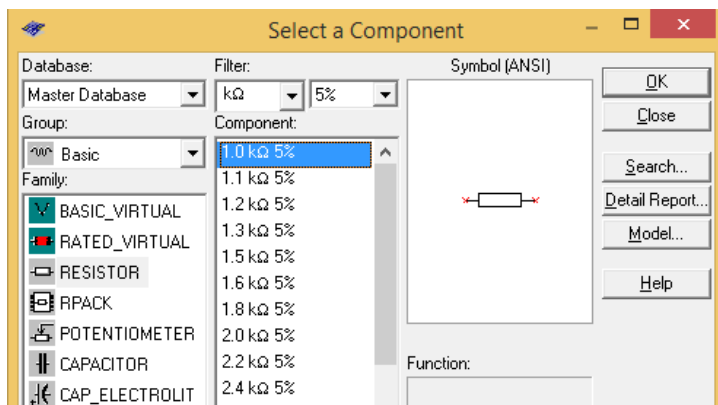


Рис. 2.8. Диалоговое окно свойств резисторов

В частности вы можете выбрать резистор с необходимым допуском значения. Для любителей это не столь важно, но и любителям при покупке компонентов схемы следует учитывать этот параметр.

### Аналоговые схемы

Как и в предыдущем рассказе, давайте посмотрим некоторые примеры. Вы можете найти их в месте установки программы в папке *Samples*. Начните просмотр с того, что есть в папке *Quickstart*. Первый файл показывает вам компоненты для рисования схем.

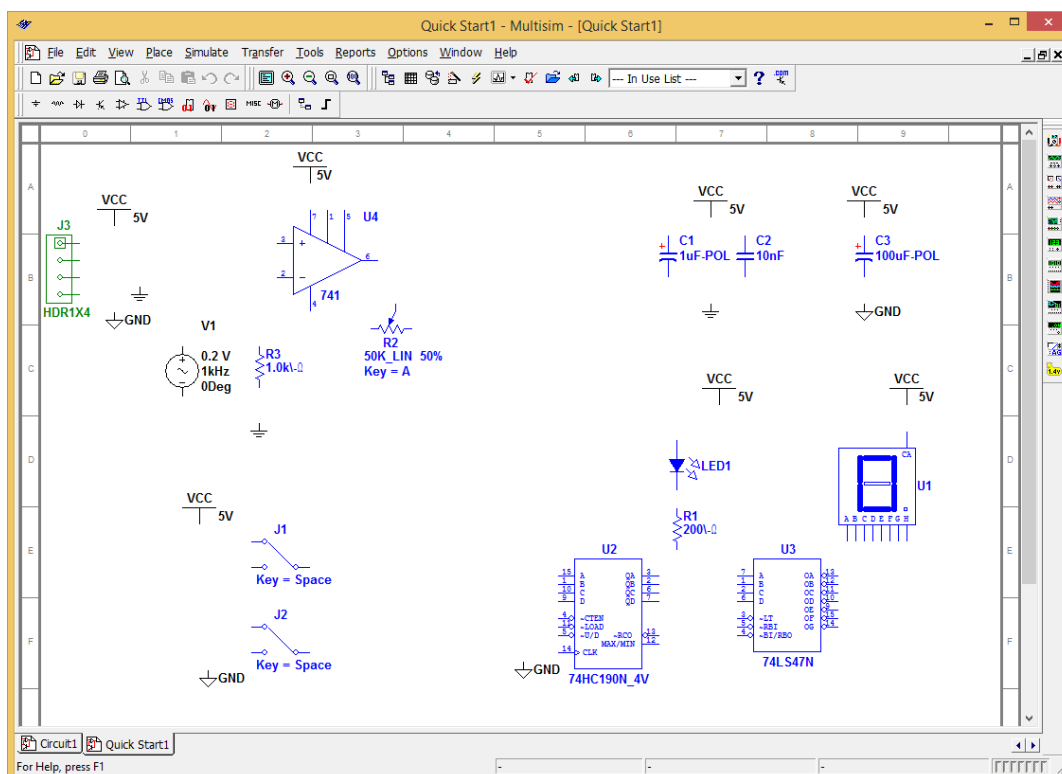


Рис. 2.9. Первый файл Quick Start

Можно было бы и не обращаться к этому файлу, если бы зачастую использование подключения к источнику питания не оказывалось бы удобнее с помощью представленных символов, а не добавлением батарейки или источника постоянного тока.

Следующий файл показывает, как соединяются выбранные компоненты.

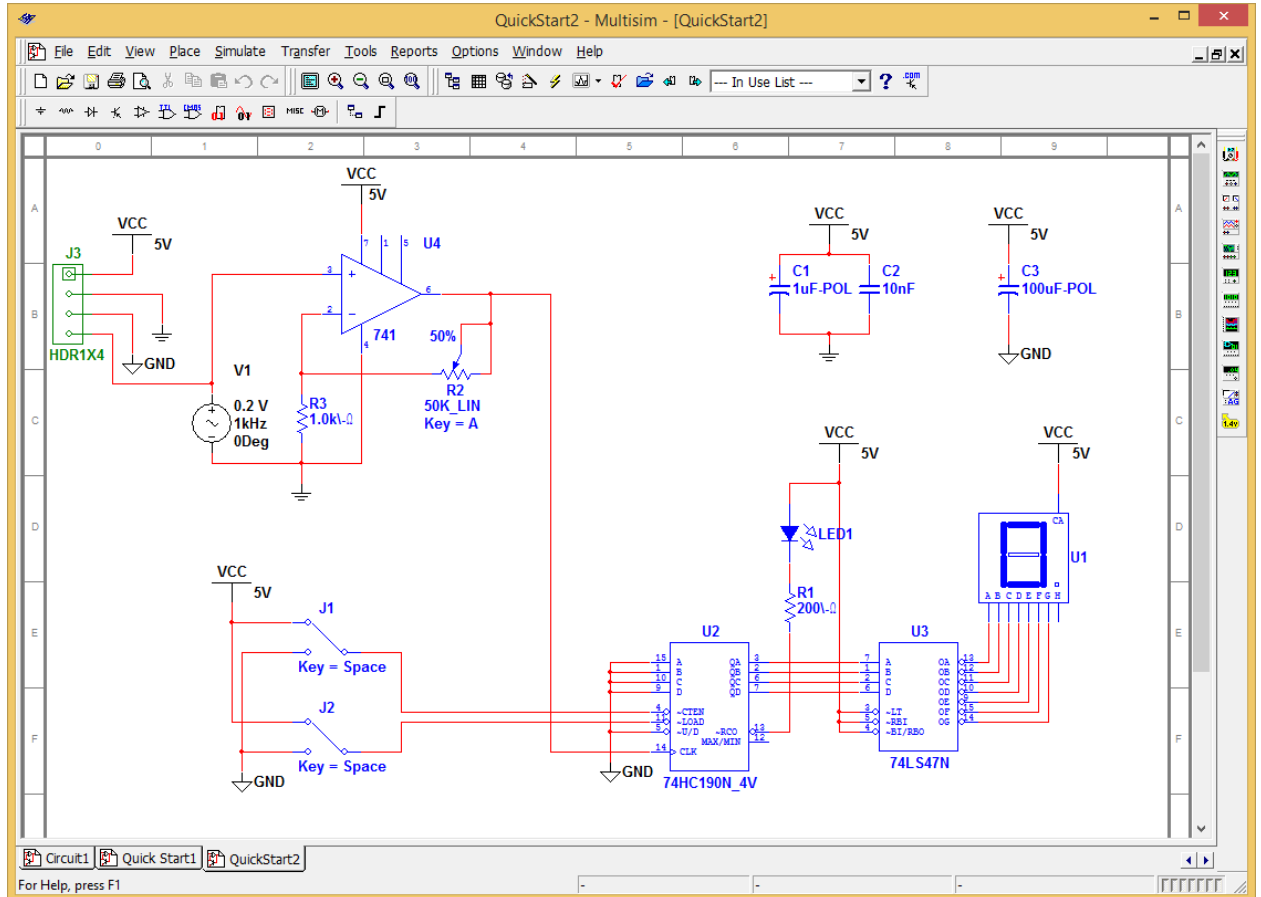


Рис. 2.10. Второй файл Quick Start

Третий файл показывает подключение приборов наблюдения, а в окне описания проекта представлен рассказ о том, как нарисовать и моделировать схему.

Вы можете самостоятельно, следуя рассказу, добавлять компоненты на рабочее поле редактора схем, соединять их, а завершить работу запуском моделирования. В данном случае рекомендуется использовать основное меню: *Simulate -> Analyses -> AC Analysis*.

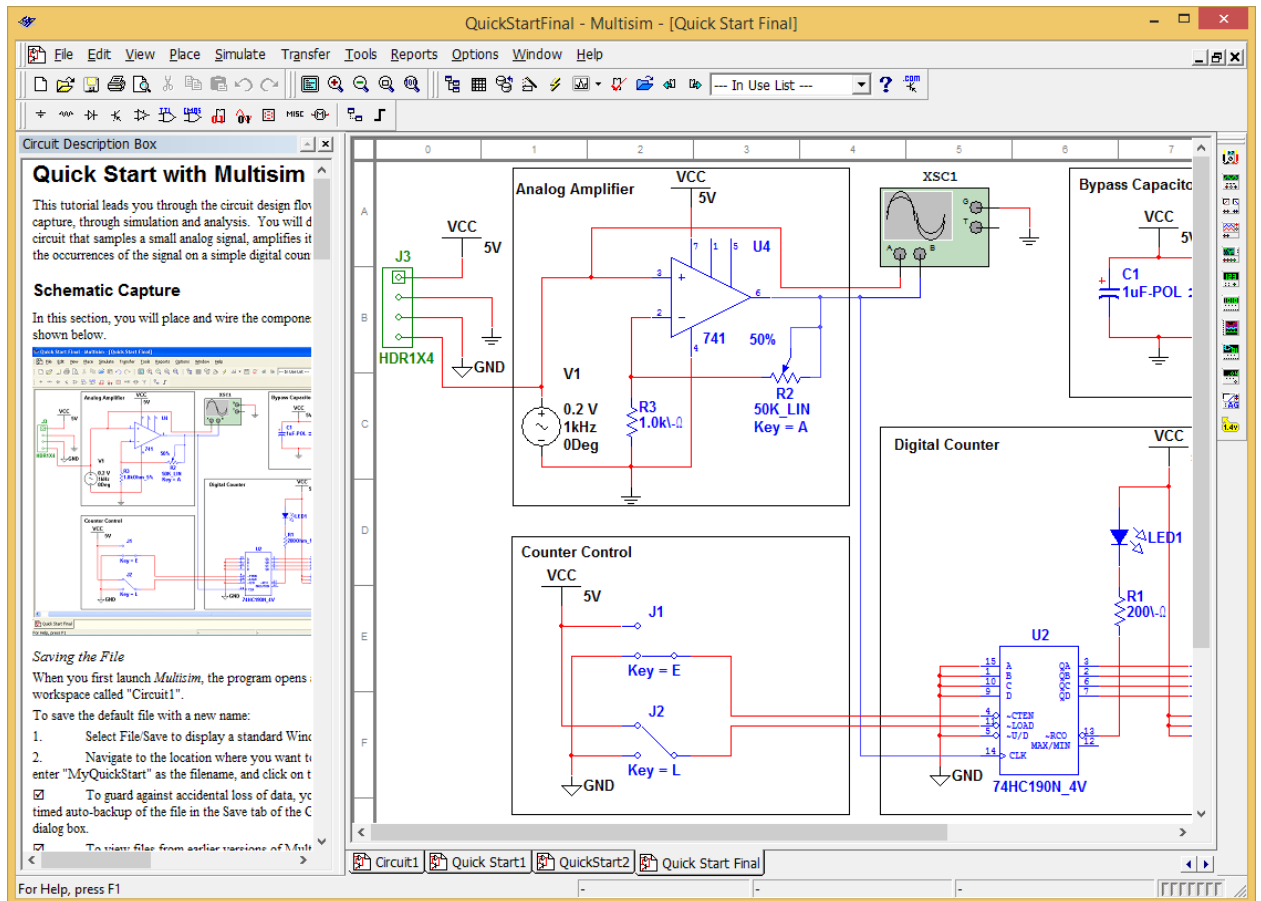


Рис. 2.11. Третий файл Quick Start

Результатом симуляции будут частотные характеристики схемы. Обратите внимание, что по умолчанию фон графика чёрный, но вы можете изменить его в основном меню окна графики: *View -> Reverse Colors*.

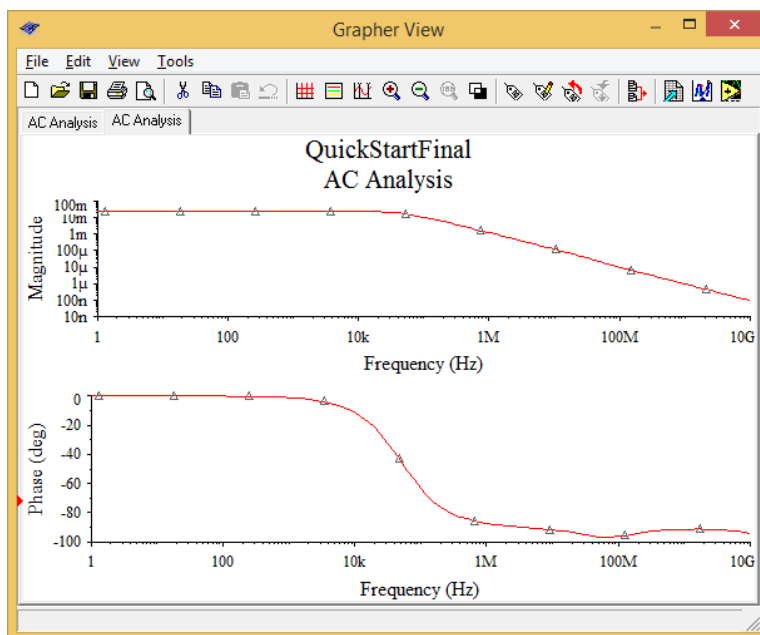


Рис. 2.12. Вид результата моделирования с изменением фона



При печати схемы, на которой можно разместить и график, такой вид графиков, как мне кажется, предпочтительнее.

Обратите внимание на рисунок, предшествующий последнему – на закладках видны все файлы открытые мной при рассказе. То есть, вы можете разбить схему на блоки, исследуя каждый из них по отдельности.

Один из примеров показывает удобный способ определения рабочей точки каскада.

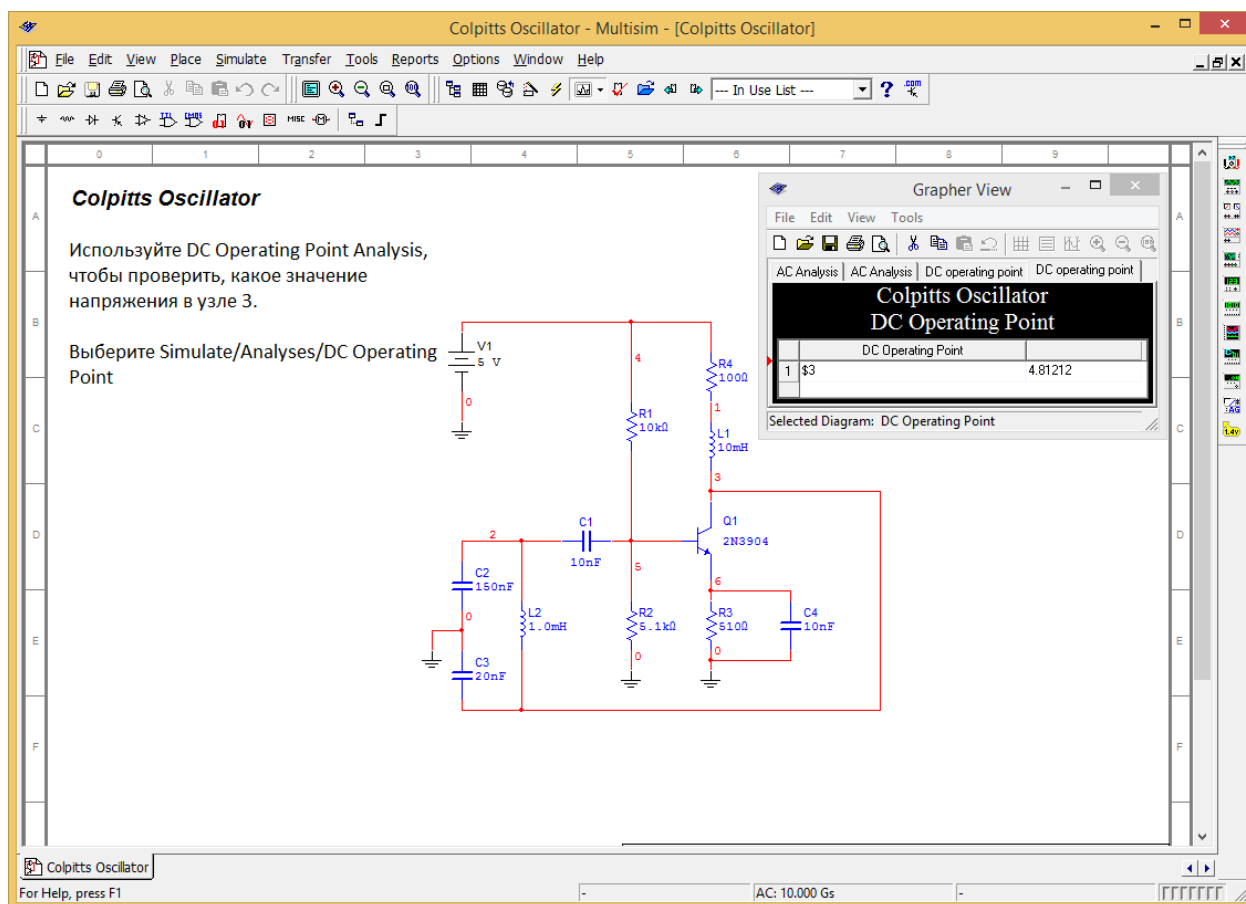


Рис. 2.13. Определение рабочей точки

Выбор правильной рабочей точки крайне важен для правильной работы схемы. Поэтому важно проверить, как может меняться рабочая точка. Программа позволяет сделать эту проверку.

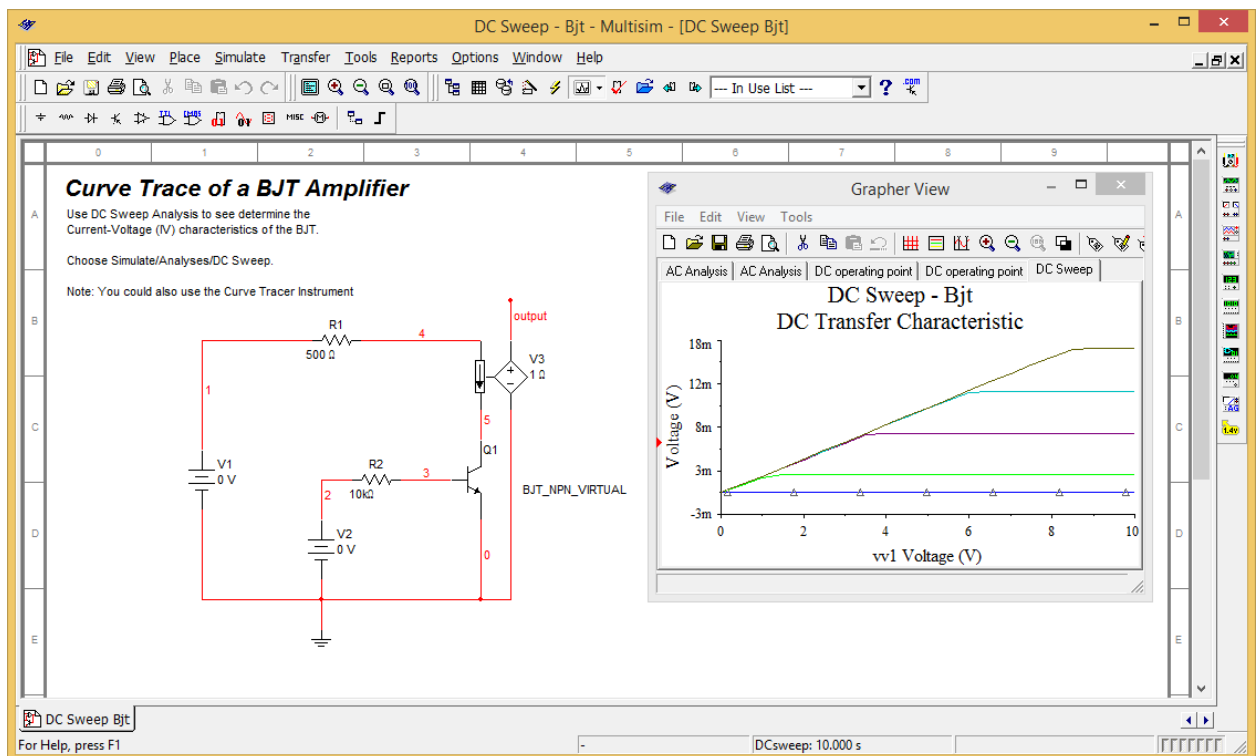


Рис. 2.14. Качание параметра для проверки рабочей точки

Очень важно для многих видов усилителей проверить нелинейные искажения. Один из примеров показывает, как это можно сделать.

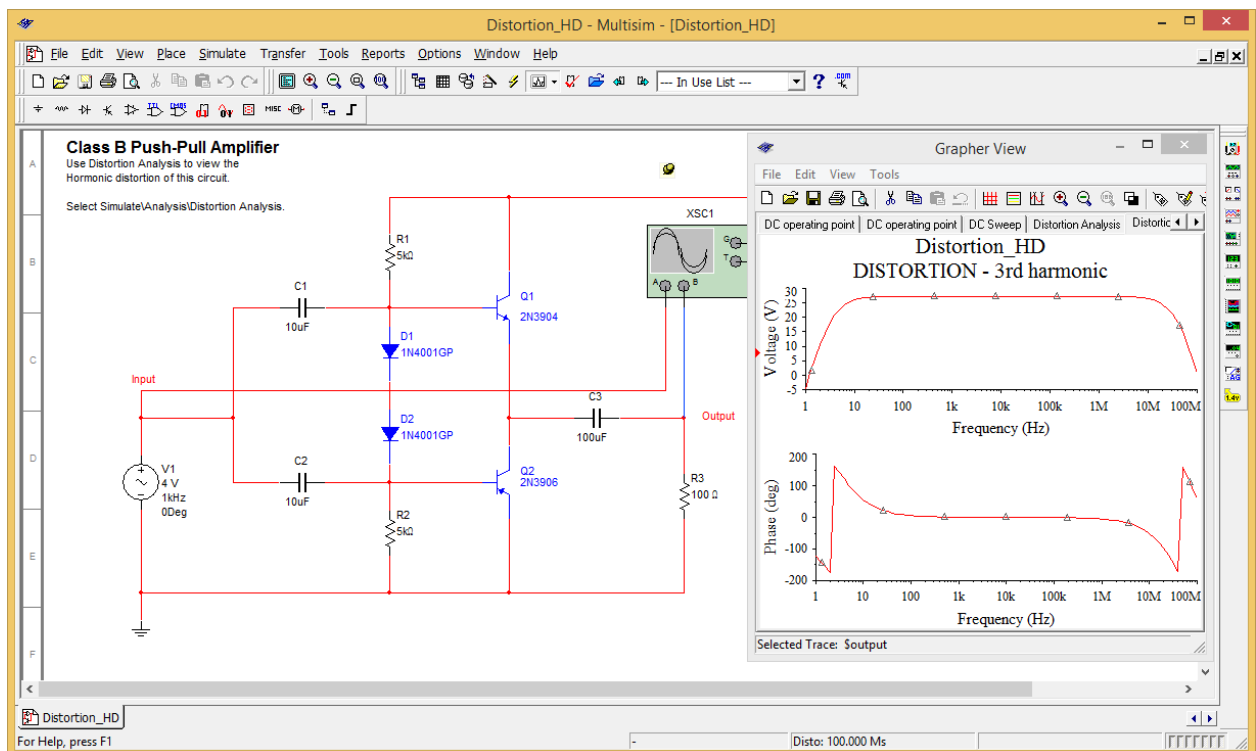


Рис. 2.15. Проверка нелинейных искажений

## Цифровые схемы

В наборе примеров цифровых схем появились новые интересные примеры.

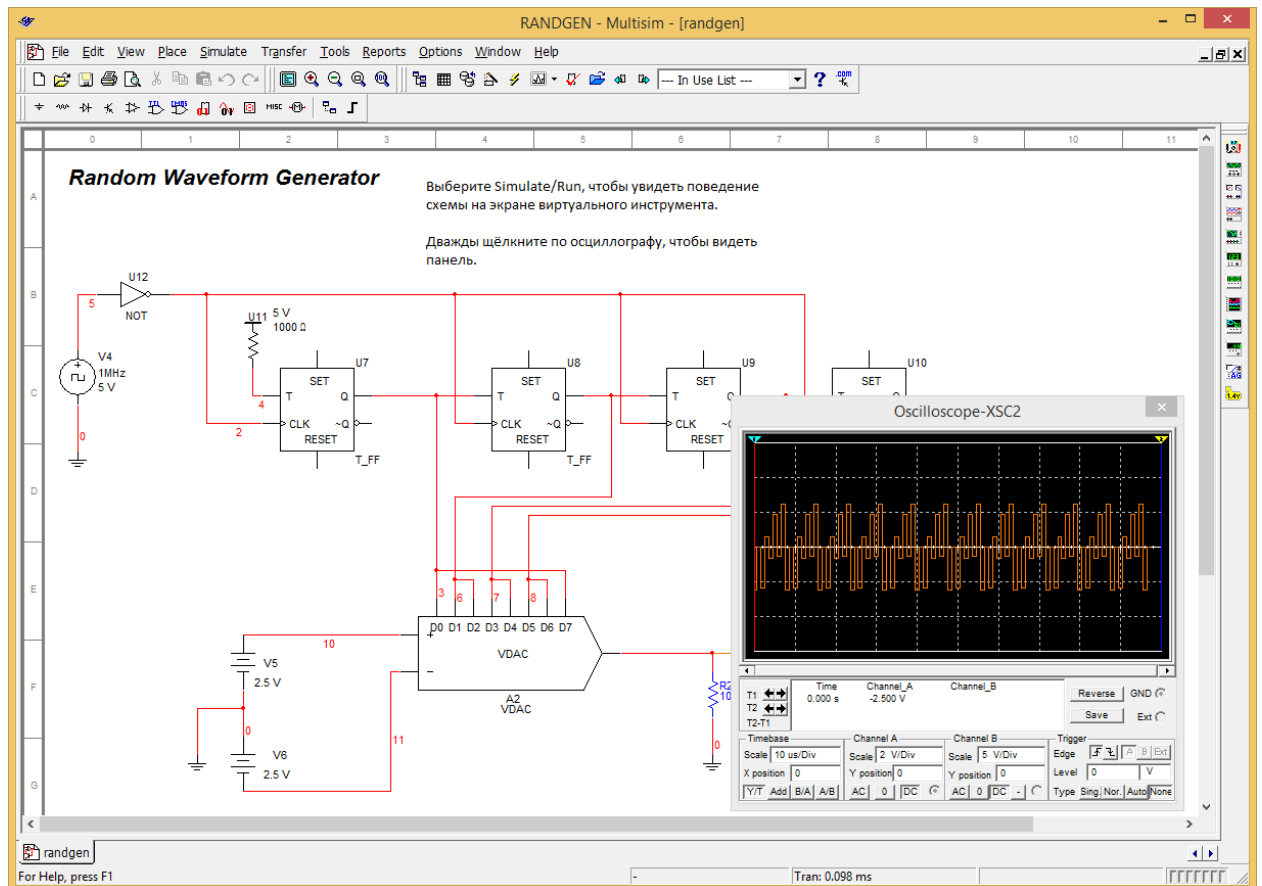


Рис. 2.16. Пример формирования сигнала случайной формы

Ещё одна интересная схема, скорее, смешанного типа. Сигнал, формируемый цифровой микросхемой, анализируется анализатором спектра.

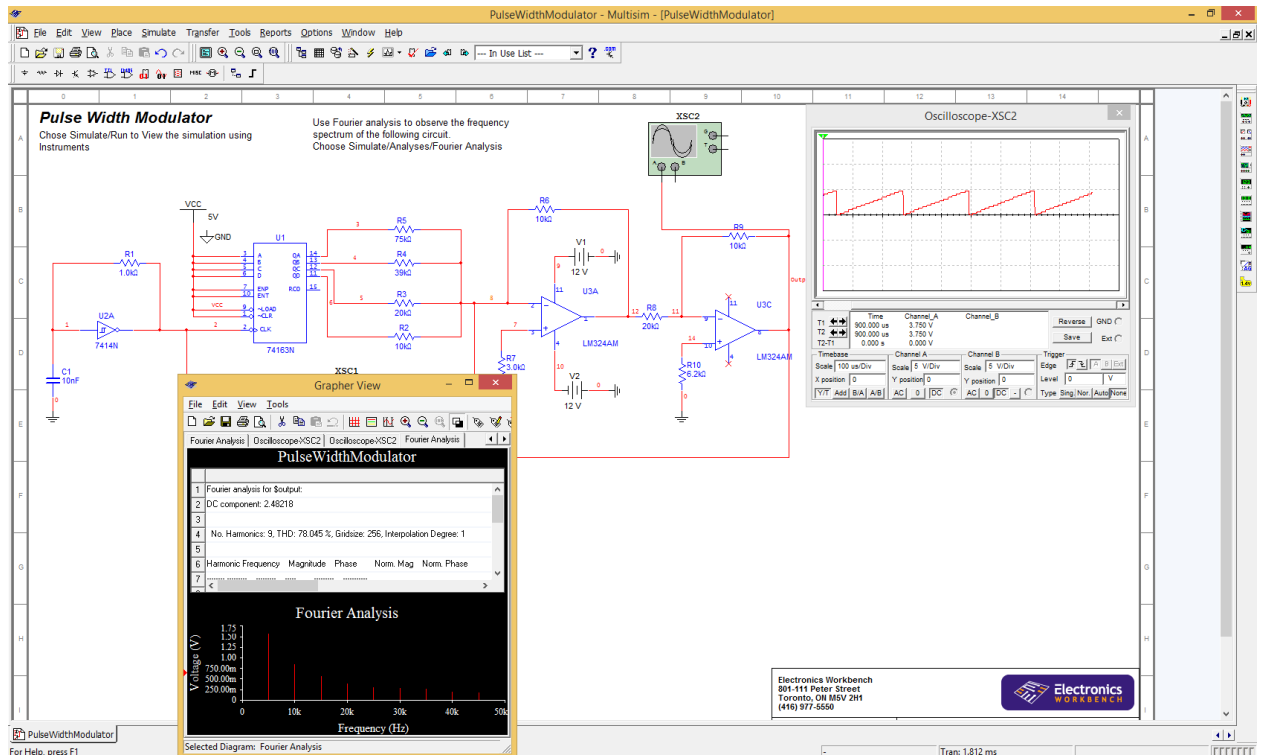


Рис. 2.17. Анализ смешанной схемы

### Несколько замечаний

Примеров с программой пришло достаточно много. Посмотрите их, разберитесь в работе предложенных схем. Это наверняка пригодится, если не сейчас, то в будущем.

Одной из особенностей новых версий программы, как упоминалось выше, стало наличие второй программы для разводки печатной платы.

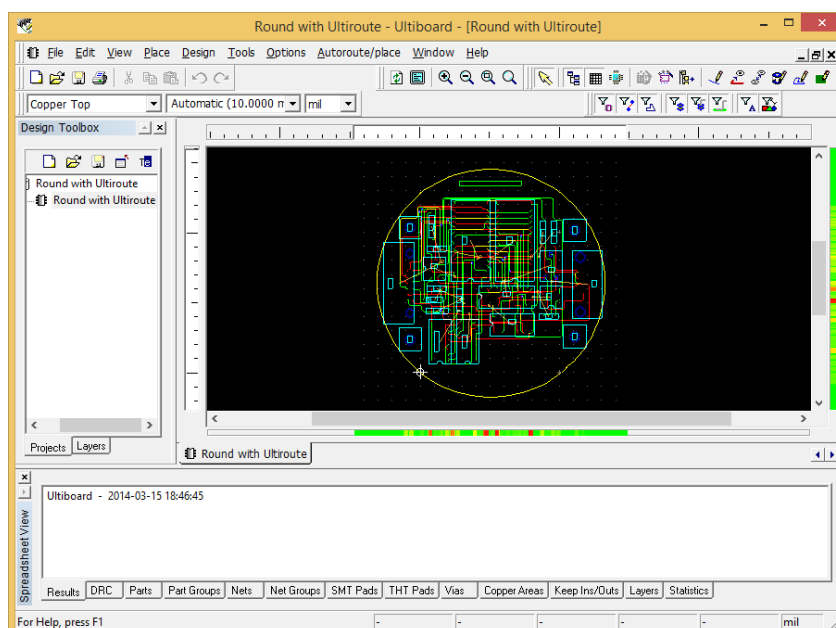


Рис. 2.18. Пример печатной платы в программе Ultiboard

Если в вашей операционной системе работают обе программы, то можно в Multisim собрать и проверить схему.

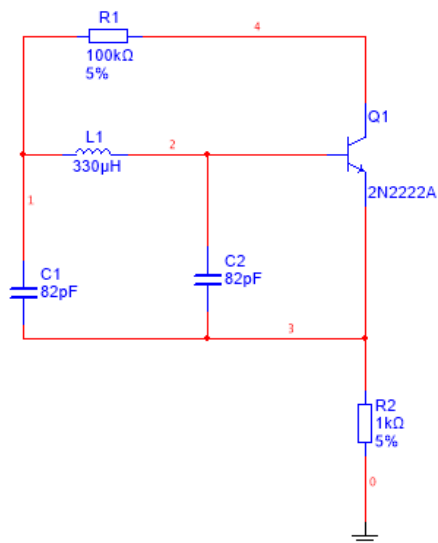


Рис. 2.19. Схема в Multisim 8

После проверки и настройки схемы можно трансформировать её в файл для Ultiboard: *Transfer -> Transfer to Ultiboard*. После этого в Ultiboard сделать авторазводку, результат может выглядеть так:

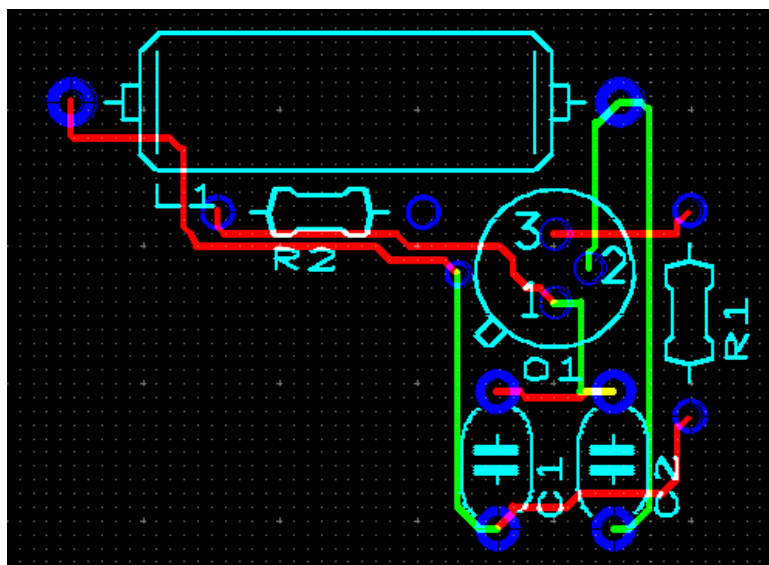


Рис. 2.20. Вид разведённой платы для схемы выше в Ultiboard

Я не сторонник применения печатных плат в любительских разработках. Грамотной разводке печатной платы следует учиться, как и работе с электрическими схемами. Но, если есть возможность автоматически развести плату, то любителю это поможет при пайке схемы, скажем, на макетной плате. Даже в простой схеме при пайке можно сделать ошибки. Печатная плата поможет избежать ошибок.

## Multisim 10

Этот рассказ я хочу начать с признания, что в предыдущем случае слукавил, когда говорил о программе Ultiboard 8. На Windows 8.1 программа не заработала, как ей положено. Поэтому рассказ о следующей версии я хочу начать «с конца». Хочу проверить, работает ли эта версия программы Ultiboard.

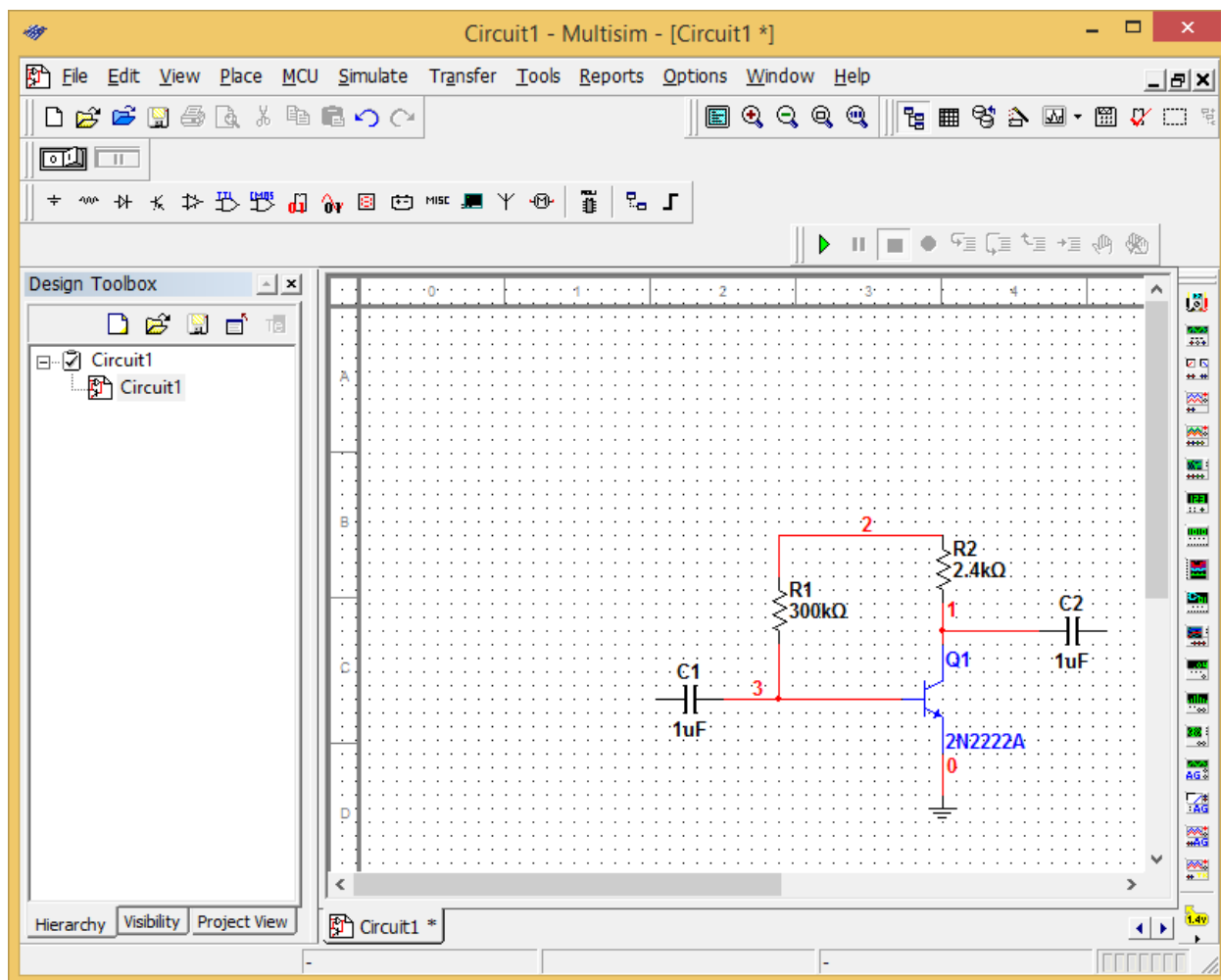


Рис. 3.1. Схема для проверки разводки печатной платы

Тридцати дней в режиме пробной версии должно хватить, чтобы немного рассказать об этой версии программы. Надеюсь её удаление по истечении срока будет проще, чем предыдущей версии, где потребовалось восстанавливать операционную систему, чтобы удалить уже ненужную версию.

Если вы обратили внимание, инструментальные панели расположены не самым удачным образом. Но эта версия позволяет переместить их так, как вам удобнее.

Первое, на что следует обратить внимание при попытке перейти в программу разводки, выглядит так:

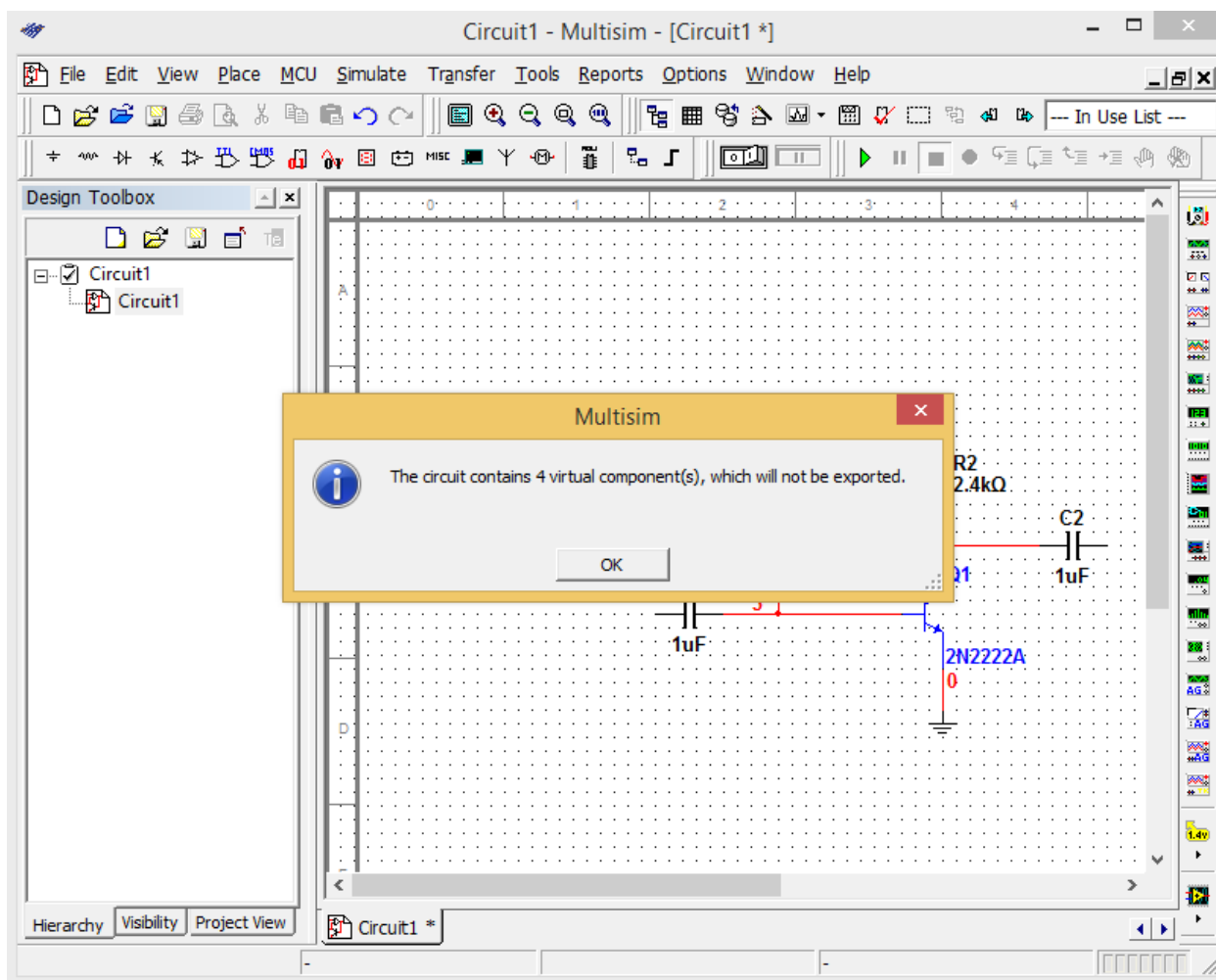


Рис. 3.2. Сообщение об ошибке

Это не совсем ошибка – несколько элементов схемы представлены виртуальными компонентами, для которых нет нужных элементов в Ultiboard. Виртуальных элементов четыре. Всего элементов пять. Скорее всего, это конденсаторы и резисторы. Удалим, например, резистор R2 и повторим его добавление, но в свойствах укажем больше данных об этом резисторе.

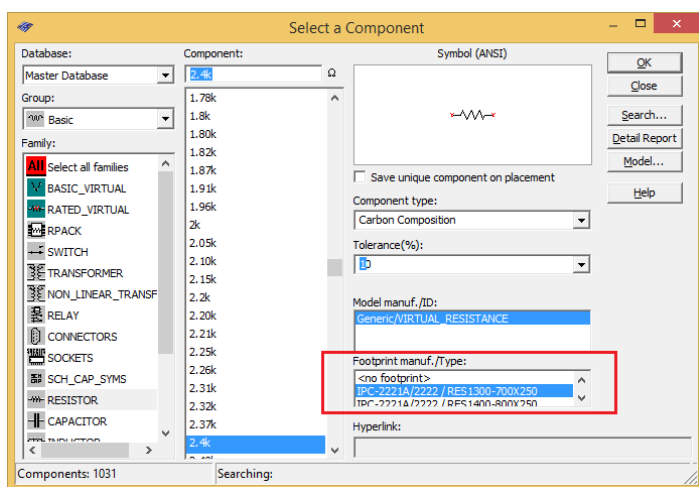


Рис. 3.3. Задание дополнительных свойств резистора

Главное свойство для Ultiboard – это footprint, контактные площадки под установку компонентов, соответствующие его габаритам и выводам. Задав этот параметр для всех элементов схемы, можно повторить попытку перейти к разводке (Transfer -> Transfer to Ultiboard 10).

После сохранения файла (я использовал рабочий стол) открывается программа Ultiboard со всеми использованными мной компонентами.

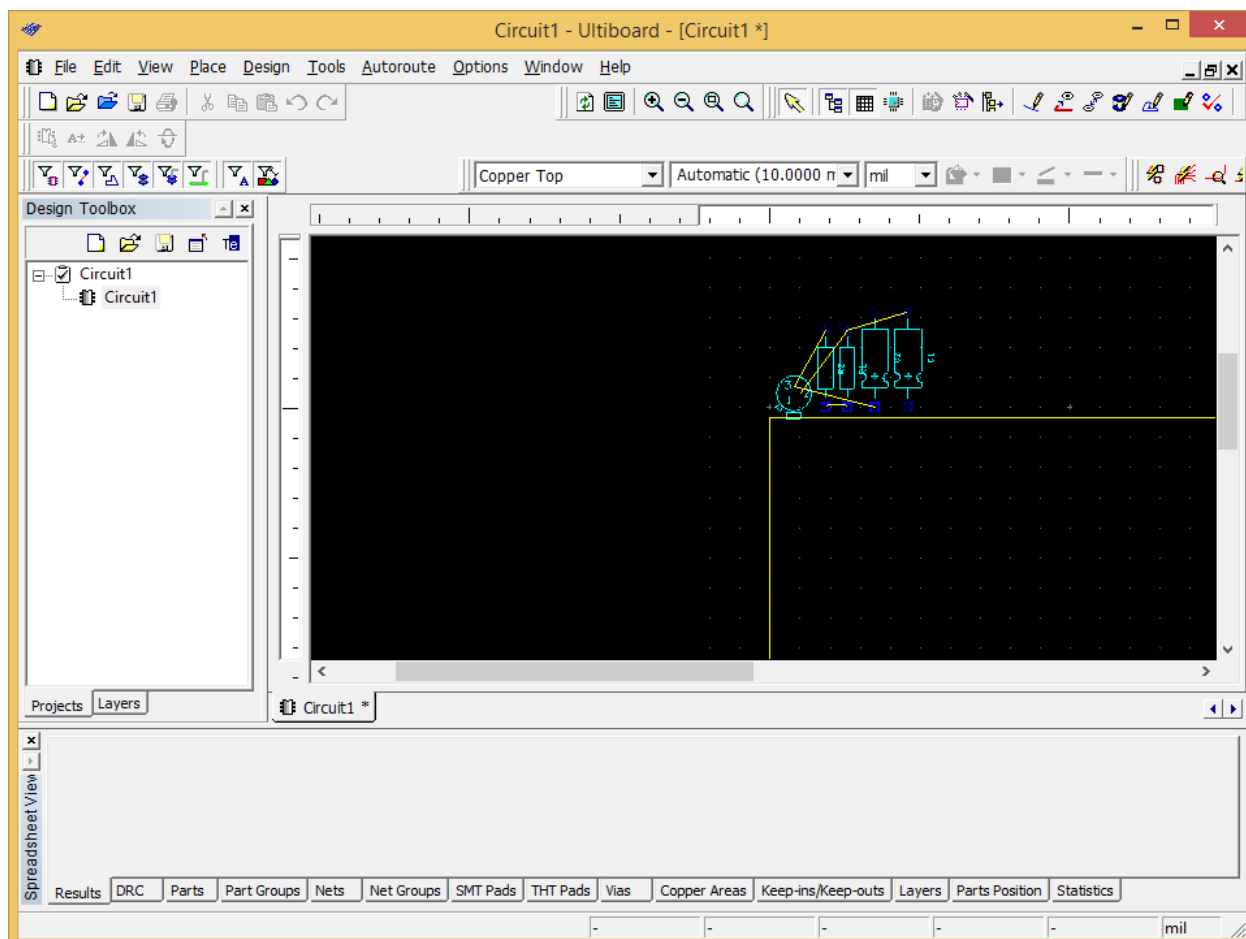


Рис. 3.4. Переход в программу Ultiboard

Я повторяюсь, что разводка печатной платы требует не только изучения вопроса, но и хорошей практики. Однако начинающие радиолюбители могут использовать автоматическое размещение компонентов...

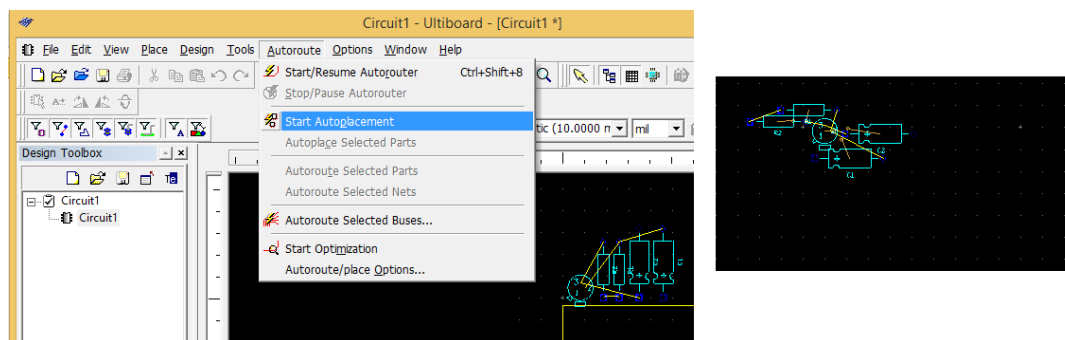


Рис. 3.5. Автоматическое размещение в программе разводки



...и автоматическую разводку.

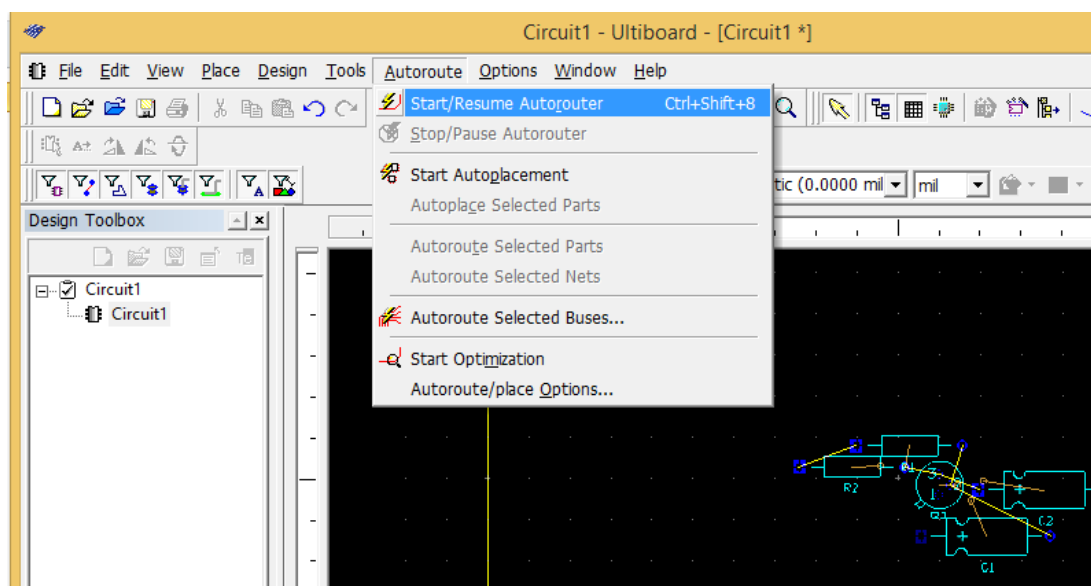


Рис. 3.6. Автоматическая разводка печатной платы

Результат выглядит так:

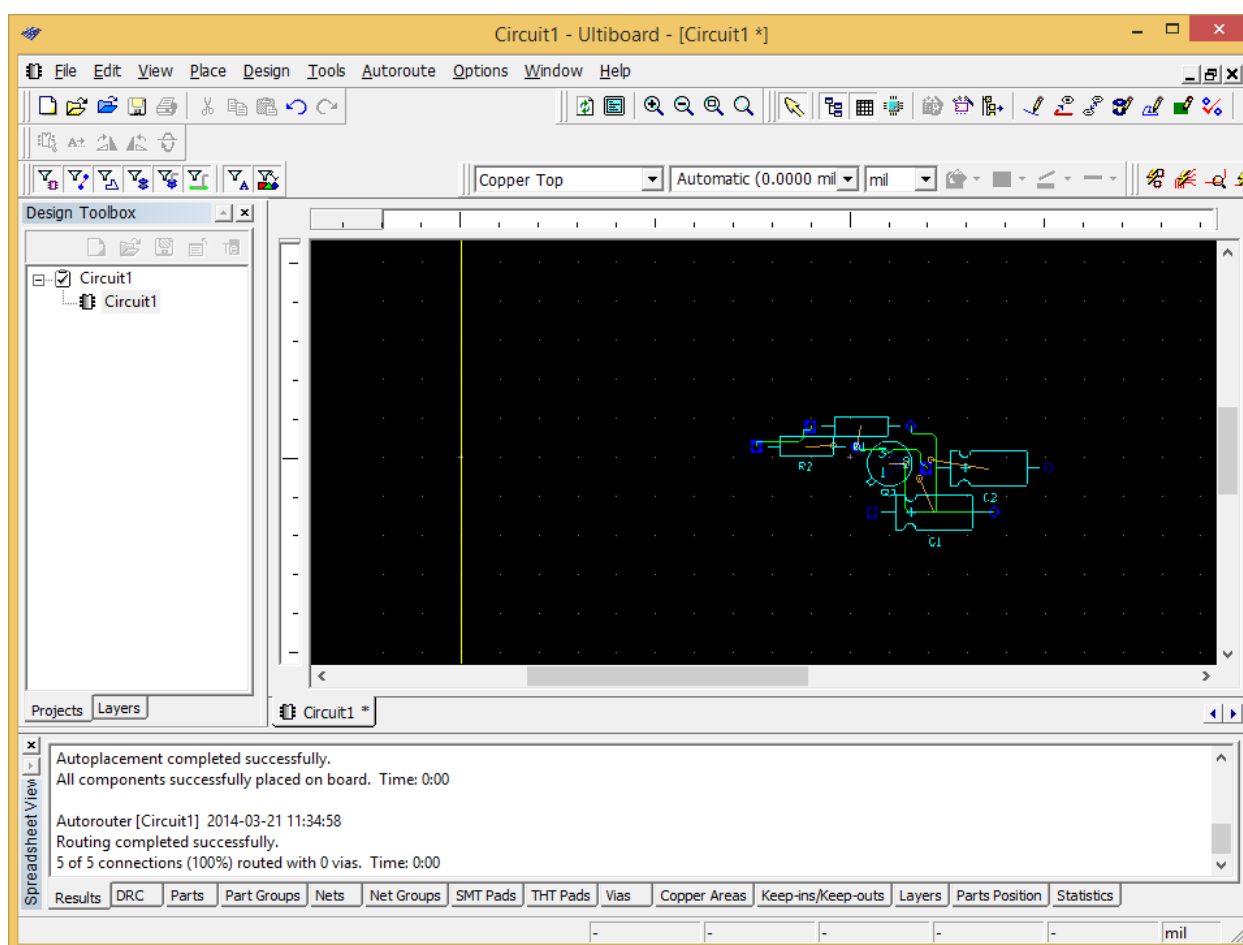


Рис. 3.7. Результат автоматической разводки печатной платы

Всё. Эта версия программы Ultiboard работает в Windows 8.1, что я и хотел сказать. А чтобы добавить что-то полезное, мне самому следовало бы поработать несколько лет с разводкой печатных плат, но этого не случилось.

Я уже упоминал, что программа, как мне кажется, создавалась в первую очередь для обучения. Я могу и ошибаться, но в этой мысли меня поддерживает наличие в этой версии Multisim большого количества имитаторов промышленных приборов. Не знаю, насколько это полезно учебным заведениям нашей страны, но, думаю, любителям будет интересно с ними познакомиться.

Вернёмся к простой схеме однокаскадного усилителя. Давайте проверим работу схемы. В схему добавим источник пробного сигнала, источник переменного напряжения, и добавим осциллограф. Я выбрал Tektronix Oscilloscope.

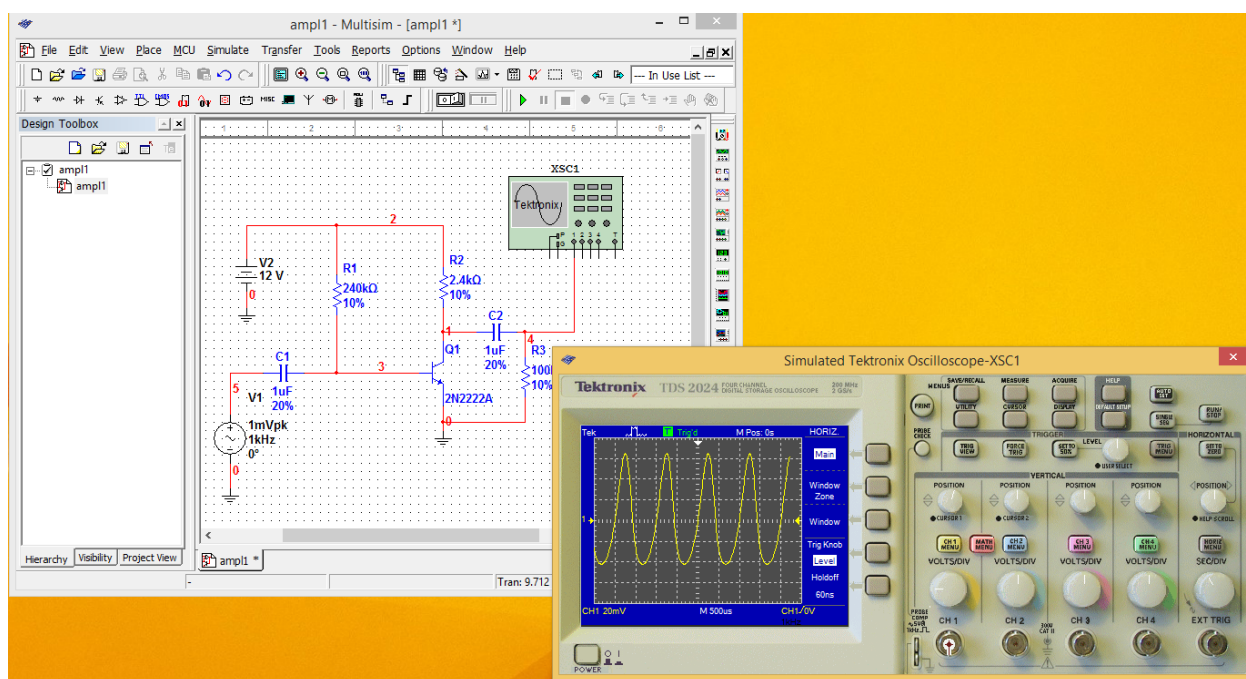


Рис. 3.8. Работа в Multisim с имитатором осциллографа Tektronix

При работе вы можете использовать все кнопки для включения меню, можете с помощью курсора мышки поворачивать ручки, как вы это делали бы с реальным осциллографом.

Если сегодня на предприятиях используются подобные осциллографы, то программа поможет при обучении студентов или подготовке кадров к работе с приборами. Как любой другой прибор, осциллограф требует изучения того, как с ним работать. В этом смысле польза программы несомненна – никакие ошибки не приведут к фатальным последствиям. А подобные ошибки бывают не только у начинающих, но и у опытных специалистов.

И это не единственная модель осциллографа. Вот ещё одна модель.

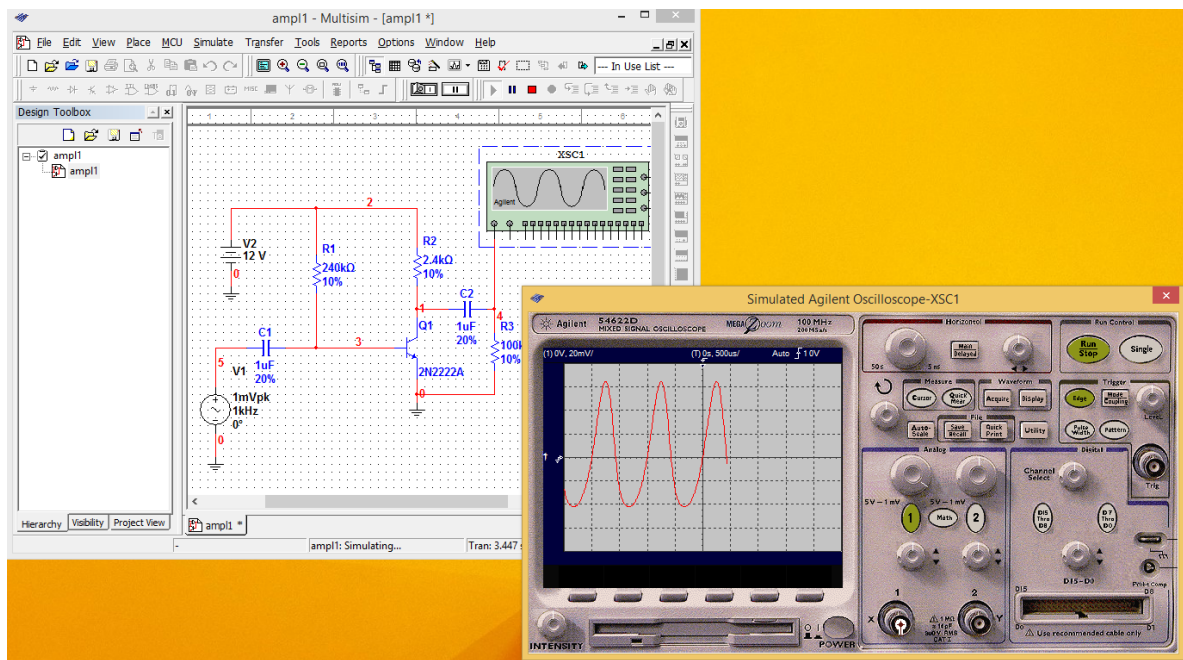


Рис. 3.9. Модель осциллографа Agilent

Очень полезный инструмент при проверке усилителей – измеритель нелинейных искажений. Хотя это и не имитатор реального прибора, но он даёт значение искажений при выбранной рабочей точке схемы и заданной величине сигнала.

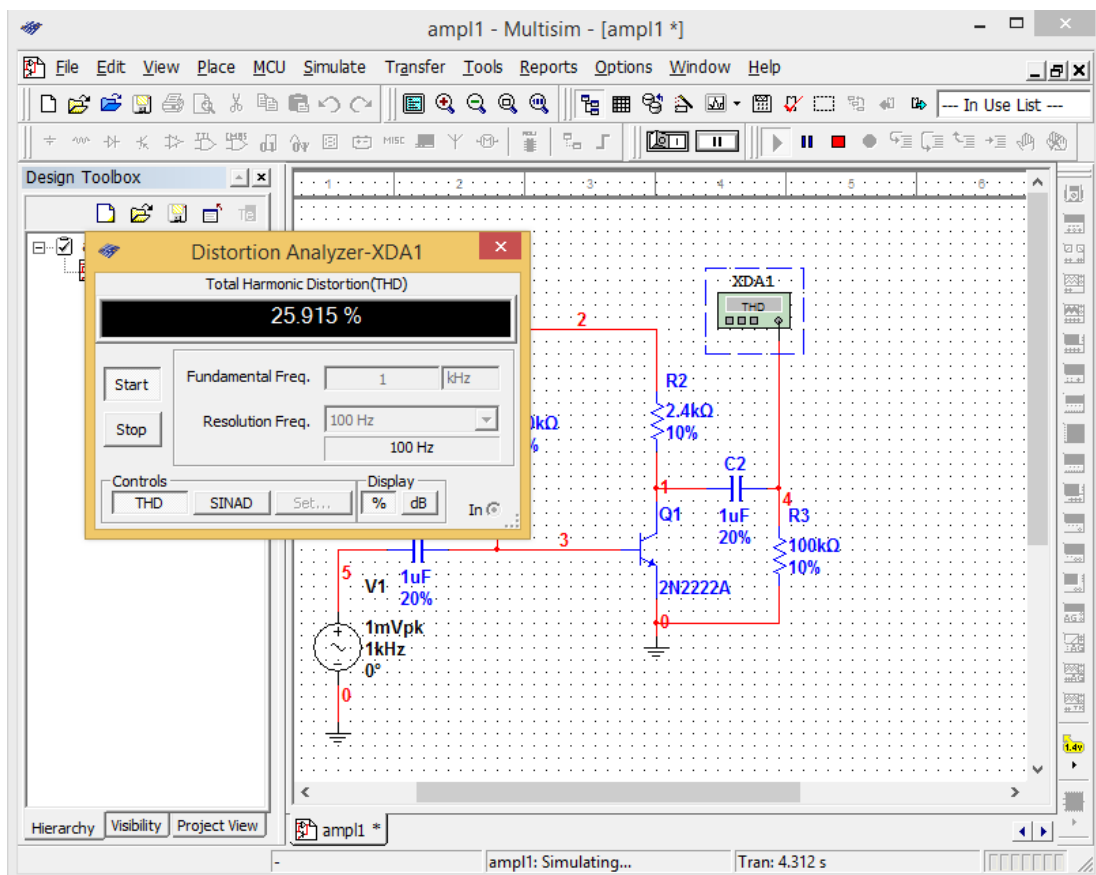


Рис. 3.10. Измерение нелинейных искажений

Все версии Multisim имеют папку с примерами. В новых версиях появляется что-то новое, но основа всех примеров, скорее всего, сохраняется. Вот один из примеров, где мне хотелось выделить ещё один из имитаторов приборов.

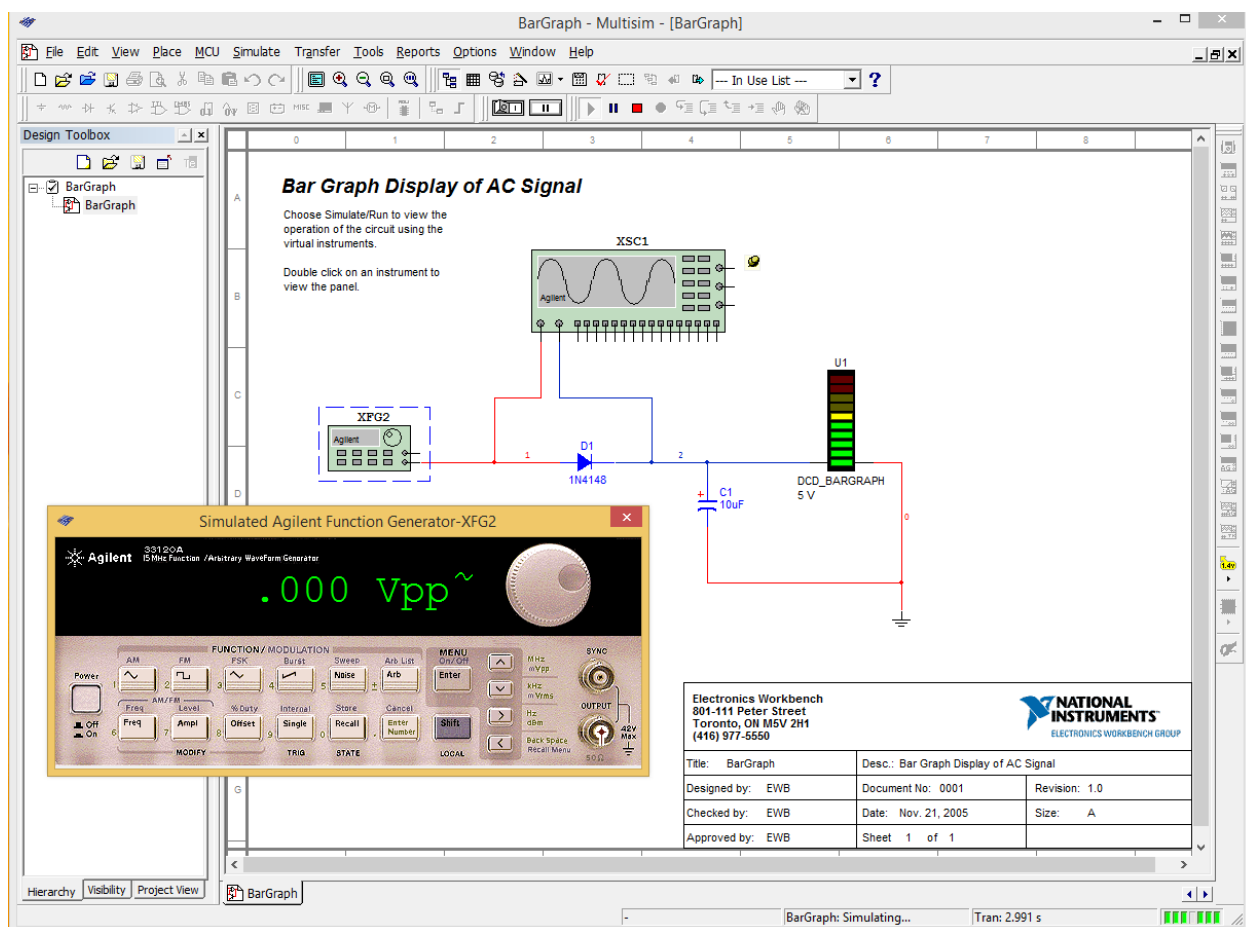


Рис. 3.11. Один из примеров схем в Multisim 10

Вращая с помощью мышки ручку уровня напряжения функционального генератора – нажать и удерживать левую клавишу мышки, подвести курсор к верхней части ручки – можно наблюдать за работой индикатора.

Я не помню, в какой из версий Multisim впервые появилась возможность моделировать работу микроконтроллера, но в десятой версии есть ряд примеров использования микроконтроллеров.

Сегодня и учебные заведения, и любители с большим интересом относятся к этому элементу схем. Любители пробуют не только свои силы, но активно создают и свои собственные устройства.

Я не уверен, что программа Multisim наилучшая из тех, что есть сегодня для моделирования работы микроконтроллера, но для тех, кто привык к этой программе, кому нравится программа, эта возможность не будет лишней. Тем более, что микроконтроллеры в составе программы вполне подходят всем начинающим, как по стоимости, так и по доступности. И не следует думать, что только последние модели микроконтроллеров позволяют создать много интересных схем, это не так.

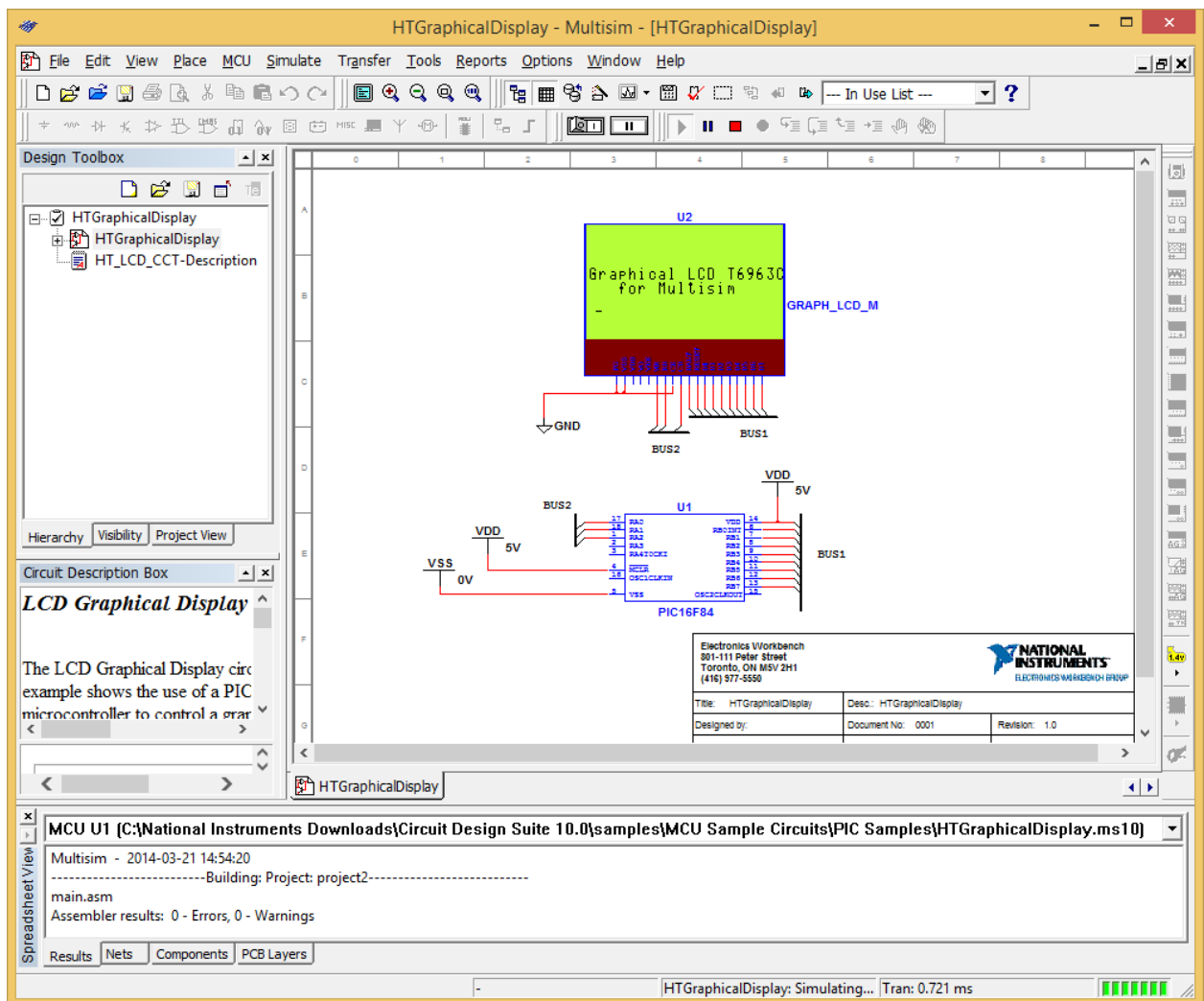


Рис. 3.12. Один из примеров моделирования микроконтроллера

Ещё один пример относится к использованию встроенного во многие модели микроконтроллеров перепрограммируемого ПЗУ. Можно записать данные в ПЗУ...

### Writing to and reading from the EEPROM

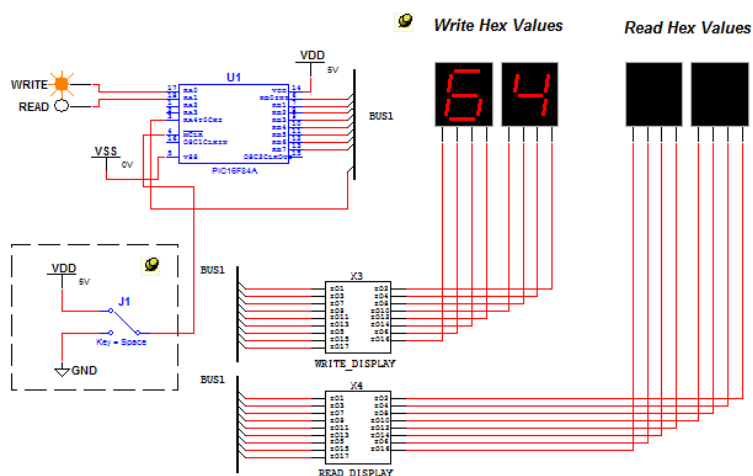


Рис. 3.13. Запись данных в EEPROM

...и прочитать эти данные из ПЗУ.

*Writing to and reading from the EEPROM*

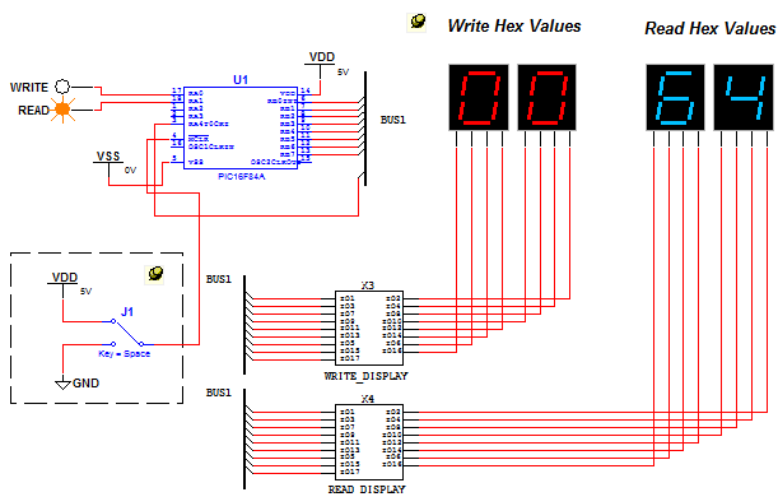


Рис. 3.14. Чтение данных из EEPROM

Многие вопросы по работе с микроконтроллерами у начинающих возникают не столько по причине их сложности, сколько по причине «непривычности». Если любые другие радиоэлементы достаточно правильно соединить с окружением в схеме, то микроконтроллер требует создания или хотя бы загрузки программы.

Использование многих сред разработки программ для устройств на базе микроконтроллеров поддержано отладочными средствами этих программ. Но далеко не все эти программы предоставляют удобные средства для отладки с использованием внешних компонентов.

В этом смысле программа Multisim, как и аналогичные ей, даёт возможность использовать всю элементную базу, к слову весьма развитую, чтобы убедиться в работоспособности написанной программы. Это особенно важно для начинающих. Они могут использовать свою версию программы, написанную в другой среде разработки (но, возможно, с учётом используемого компилятора), чтобы проверить результат.

Есть ещё одна особенность программы Multisim, о которой хотелось бы упомянуть – это использование LabView.

Говорят, что программу обработки данных от National Instruments широко используют в ЦЕРНЕ. Я не работал в ЦЕРНЕ, не могу этого утверждать, но готов в это поверить.

Сбор данных с разного рода датчиков требует обработки. Например, полученные данные удобно представлять в виде графиков. Иногда, как, скажем, с данными от АЦП микроконтроллера, когда АЦП используется в основы осциллографа, эти обработанные данные должны отображаться в режиме реального времени. Конечно, программисты-профессионалы могут создать всю требуемую графическую оболочку. Но даже они, думаю, не откажутся использовать готовый блок.

Вот один из примеров, касательно LabView, в составе примеров Multisim.

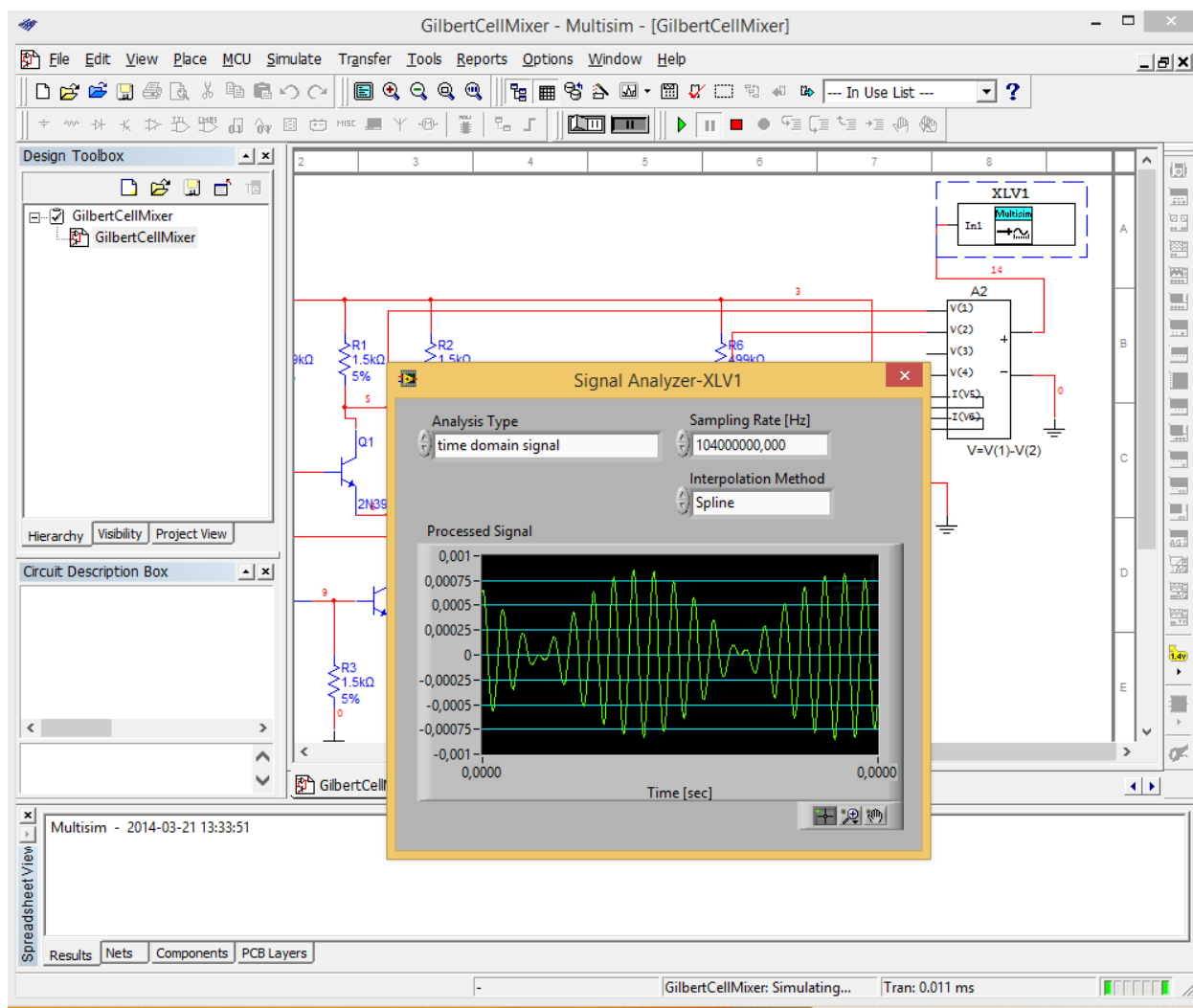


Рис. 3.15. Использование инструментов LabView в программе Multisim



## Multisim 13

Давайте посмотрим, что нового есть в этой версии, заглянув на сайт NI.

### В части образования

1. Изучение аналоговых схем с параметрами цепи.  
Устанавливайте переменные представленных в схеме элементов и их параметры, чтобы легко их модифицировать или «качать» значения при домашних или лабораторных исследованиях.
2. Автоматическая оценка с инструментарием Multisim API.  
Система NI LabVIEW может программно управлять симуляцией Multisim для лабораторного анализа или автоматической оценки.
3. Изучение цифровой логики с поддержкой Digilent FPGA стенда.  
Экспортируйте цифровые логические схемы из Multisim в формат VHDL с целью использования пакета FPGA digital teaching platforms.
4. Получайте больше с температурными моделями.  
Выбирайте из библиотеки новые электронные компоненты, чтобы изучить лучше темы, включающие температурные условия.
5. Синхронизируйте схемы и макеты с помощью шаблонов.  
Шаблоны, конфигурируемые пользователем, могут облегчить студенческое проектирование.
6. Завершайте основной проект поддержкой NI myRIO.  
Используйте заранее сконфигурированные шаблоны NI myRIO NI miniSystem и LabVIEW симуляцию для расширенного управления, для робототехники и проектов измерительных систем.

### А вот, что написано о нововведениях для разработчиков

1. Расширенная симуляция с 26000+ устройствами.  
Устройства от Maxim, Infineon, NXP, ON Semiconductor и Analog Devices добавлены в библиотеку из самых последних SPICE моделей, чтобы расширить выбор для разработчиков.
2. Улучшенное выполнение разработки с помощью параметров схем.  
«Качайте» критические параметры компонентов и производите итерацию информации параметров расширенной симуляции, чтобы оптимизировать выполнение разработки.
3. Конфигурирование автоматического анализа с помощью средств Multisim API.  
Автоматизируйте симуляцию Multisim с LabVIEW, чтобы коррелировать измерения, получать реальные сигналы и оценивать производительность при итерационных условиях.
4. Симуляция силовых цепей с помощью моделей IGBT и EPC устройств.  
С добавлением новых eGAN MOSFET с рынка инноватора EPC и конфигурируемых температурных моделей IGBT вы можете симулировать приложения с большей точностью.
5. Создавайте прототипы быстрее с определёнными пользователем шаблонами.  
Создавайте, распространяйте и модифицируйте сконфигурированные пользователями шаблоны, чтобы задать критические интервалы и настройки макета.
6. Загружайте потребительское моделирование, анализ.  
Используйте преимущество новых и обновлённых потребительских анализов и инструментов, разработанных в LabVIEW для широкого диапазона конкретных приложений.



## Примеры

Уже упомянутая выше интеграция в программу Multisim элементов LabVIEW всегда привлекала моё внимание, как и сама программа LabVIEW. Но о ней много написано и отечественными авторами, и зарубежными, поэтому я не пытался что-то написать об этом. И сейчас не пытаюсь. Но, если вы изучите этот интересный предмет, хотя бы в рамках Multisim, то обнаружите много для себя полезного. Вот один из примеров в составе Multisim 13.

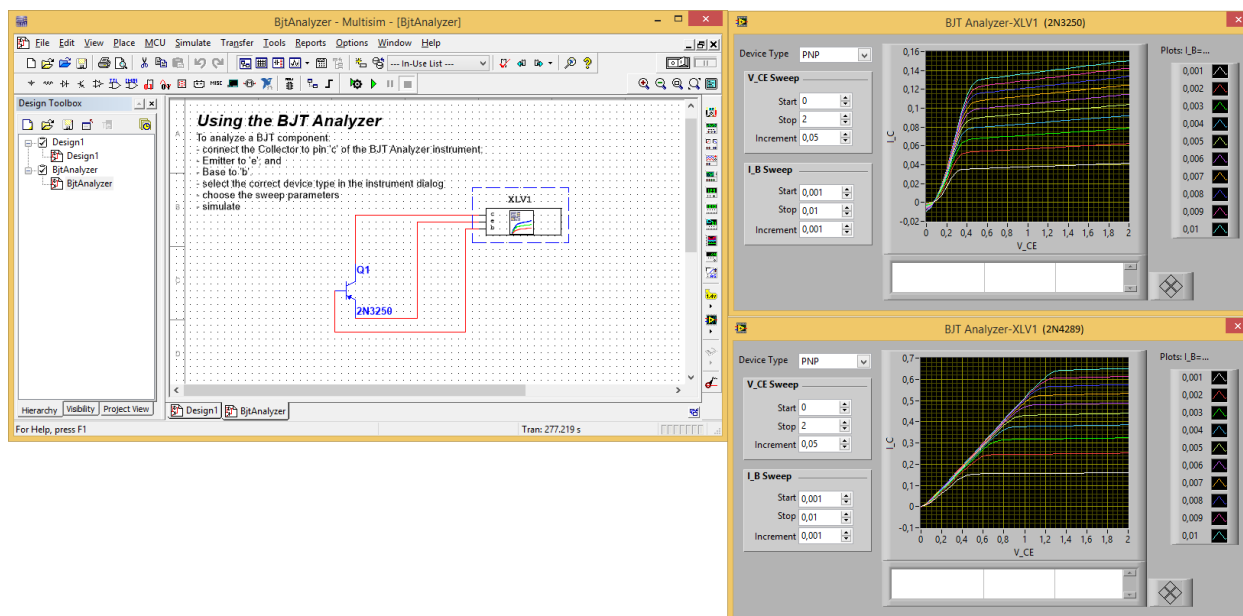


Рис. 4.1. Один из примеров из папки с LabVIEW

На экране виртуального прибора отображены характеристики двух транзисторов. Даже тот факт, что выглядят они не совсем одинаково, вполне заслуживает внимания. Не знаю, как широко сегодня при обучении применяют графические методы проектирования, но начинающему любителю полезно с ними познакомиться.

Ещё один интересный пример – виртуальный измеритель полного сопротивления цепи. Прodelав ряд экспериментов с собственными электрическими цепями, начинающий, надеюсь, яснее начнёт понимать, что такое полное сопротивление.

Я не призываю начинающих строить диаграммы, хотя и это полезно и познавательно, но, встречая в схеме RC или RLC, удобно воспользоваться подобным измерителем.

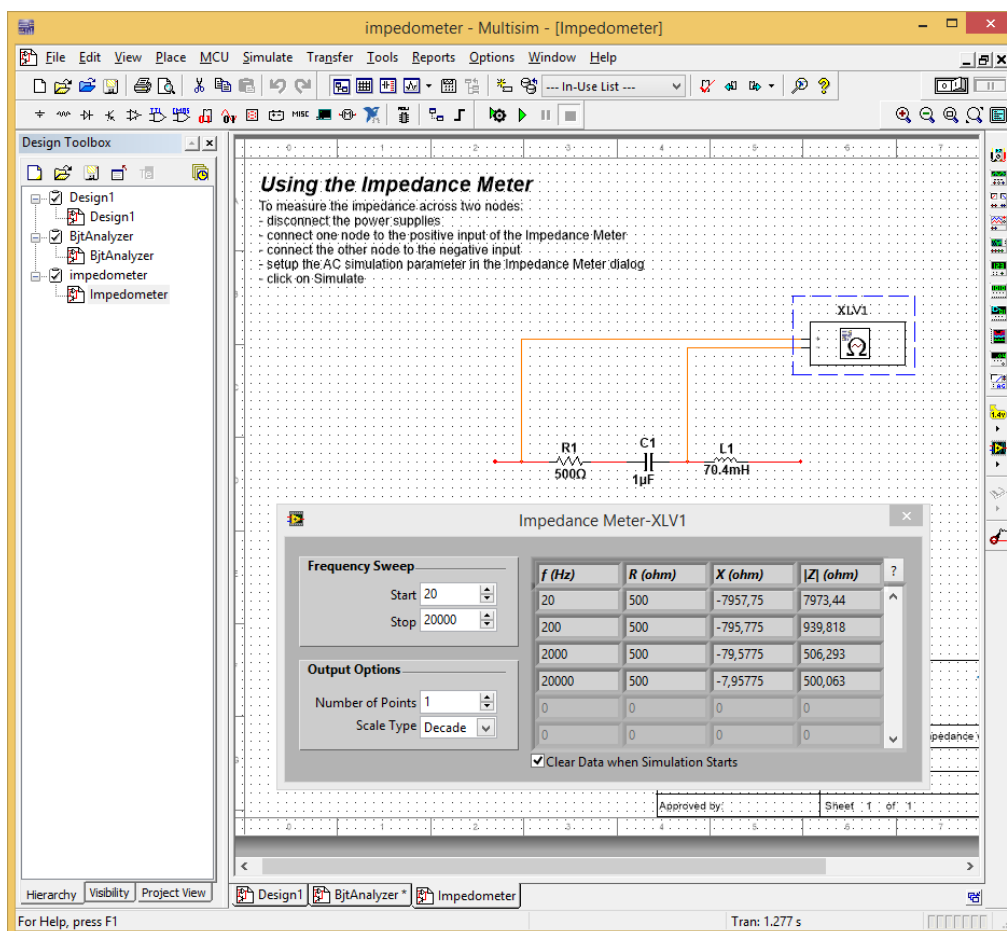


Рис. 4.2. Ещё один виртуальный прибор для измерения полного сопротивления

С длинными линиями мы сталкиваемся довольно часто. Это и провода компьютерной сети (и других сетей), и соединительные провода другого оборудования, и даже небрежно сделанная разводка печатной платы – всё может оказаться под воздействием такого элемента электрических цепей, как длинная линия. Один из примеров позволяет оценить влияние распределённой ёмкости на вид прямоугольных импульсов.

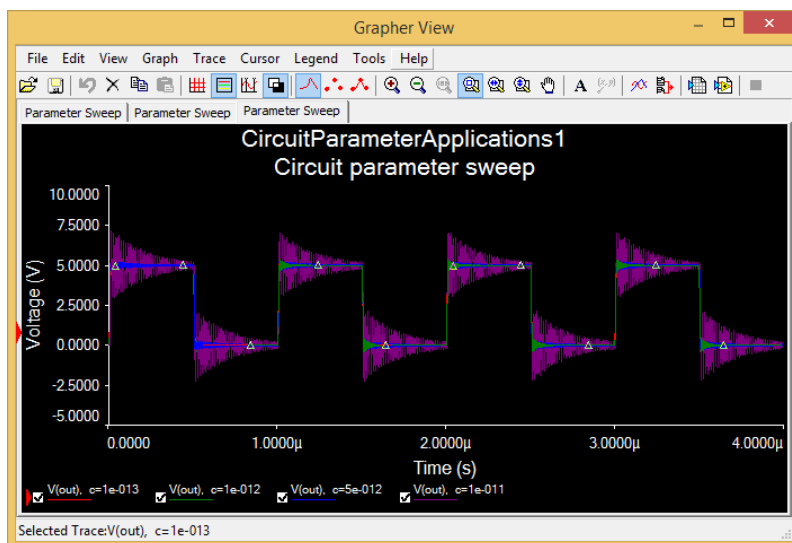


Рис. 4.3. Результат анализа для разных значений ёмкости

А вот схема для проведения испытаний.

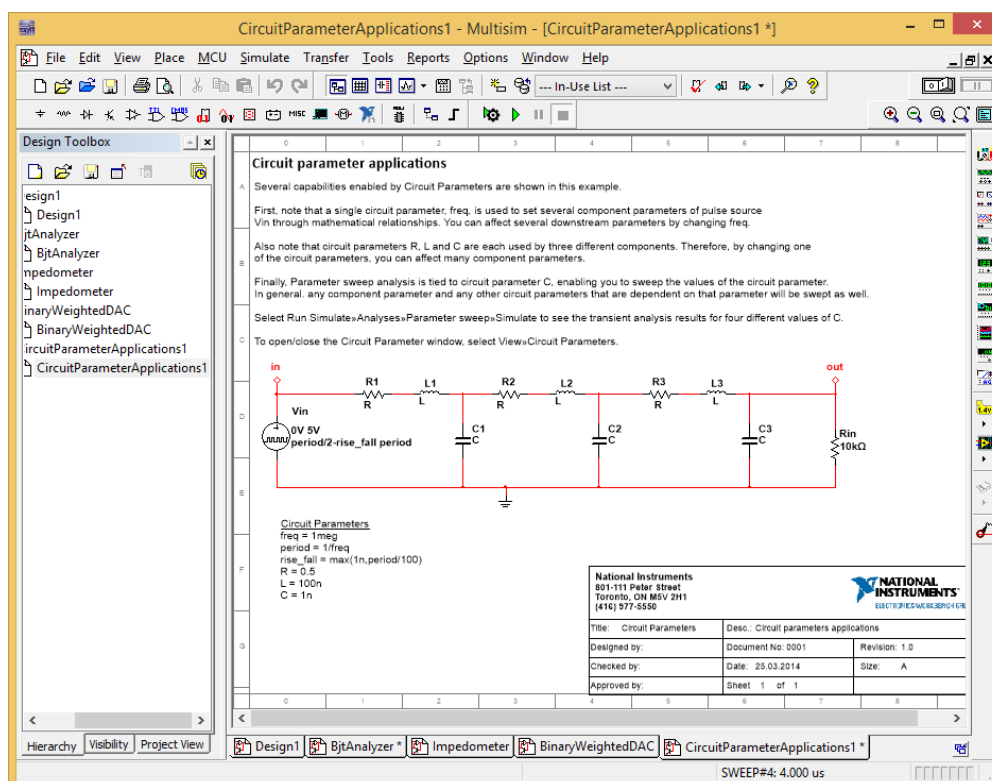


Рис. 4.4. Испытательная цепь в Multisim 13

Возвращаясь к виртуальным приборам LabVIEW, я хочу добавить, что не только наблюдение характеристик транзисторов на экране монитора доступно вам, но есть возможность получить и бумажную версию. Для этого достаточно щёлкнуть правой клавишей мышки по экрану виртуального прибора с графиками и выбрать из выпадающего меню раздел вывода изображения.

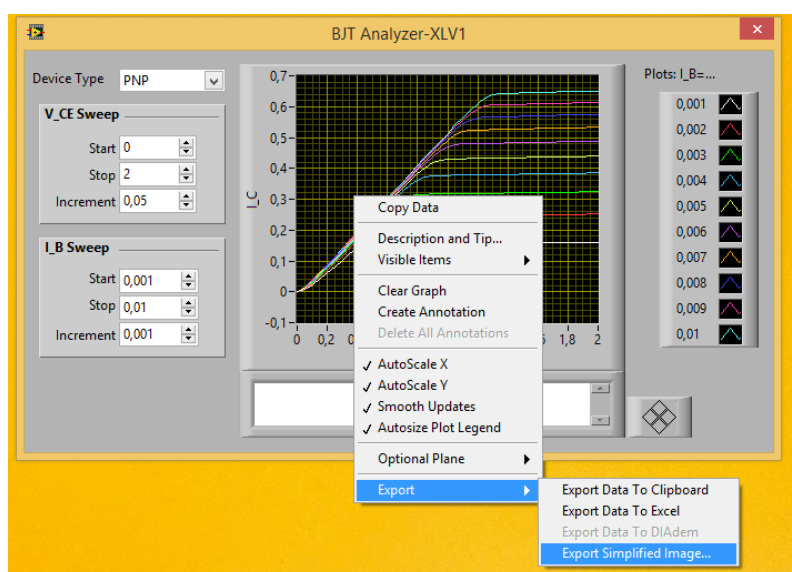


Рис. 4.5. Выпадающее меню работы с полученными графиками

В диалоговом окне вы можете выбрать и формат изображения, и способ его сохранения. Если вам понадобится сохранить полученные графики в файле, вы зададите имя файла и место его хранения, но можно сохранить его в буфере обмена, запустить графический редактор, где можно обработать графики, а затем сохранить полученный результат для дальнейшего использования.

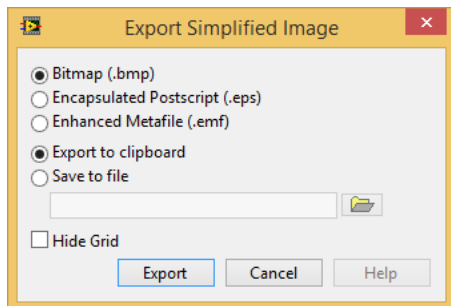


Рис. 4.6. Диалоговое окно сохранения графики

Быть может, не все форматы графического изображения представлены, но с помощью графического редактора вы можете выбрать подходящий формат.

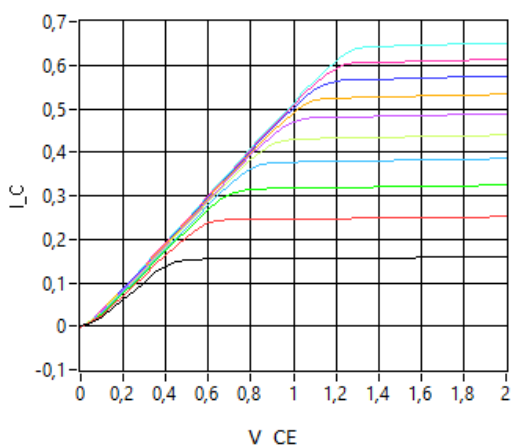


Рис. 4.7. Графики, сохранённые с помощью виртуального характериографа

Я не знаю, насколько часто приходится любителям выбирать из ряда однотипных элементов наилучший для схемы, как это происходит при разработке, но часто встречал вопросы, касающиеся замены, скажем, одного транзистора другим.

Далеко не всегда начинающий любитель, встретив в понравившейся ему схеме транзистор, которого нет в ближайшем радиомагазине, способен найти справочные данные, подобрать точный аналог из тех, что можно купить. И не всегда есть точные аналоги. Проверить замену по совету более опытных любителей в полной мере может помешать такая мелочь, как допустимая мощность рассеивания. Схема заработала, но быстро перестала работать. И кто виноват?

С этой точки зрения проверить параметры и работу схемы поможет программа моделирования. Разберём это на примере одной, с моей точки зрения, странной схемы из набора примеров Multisim 13.

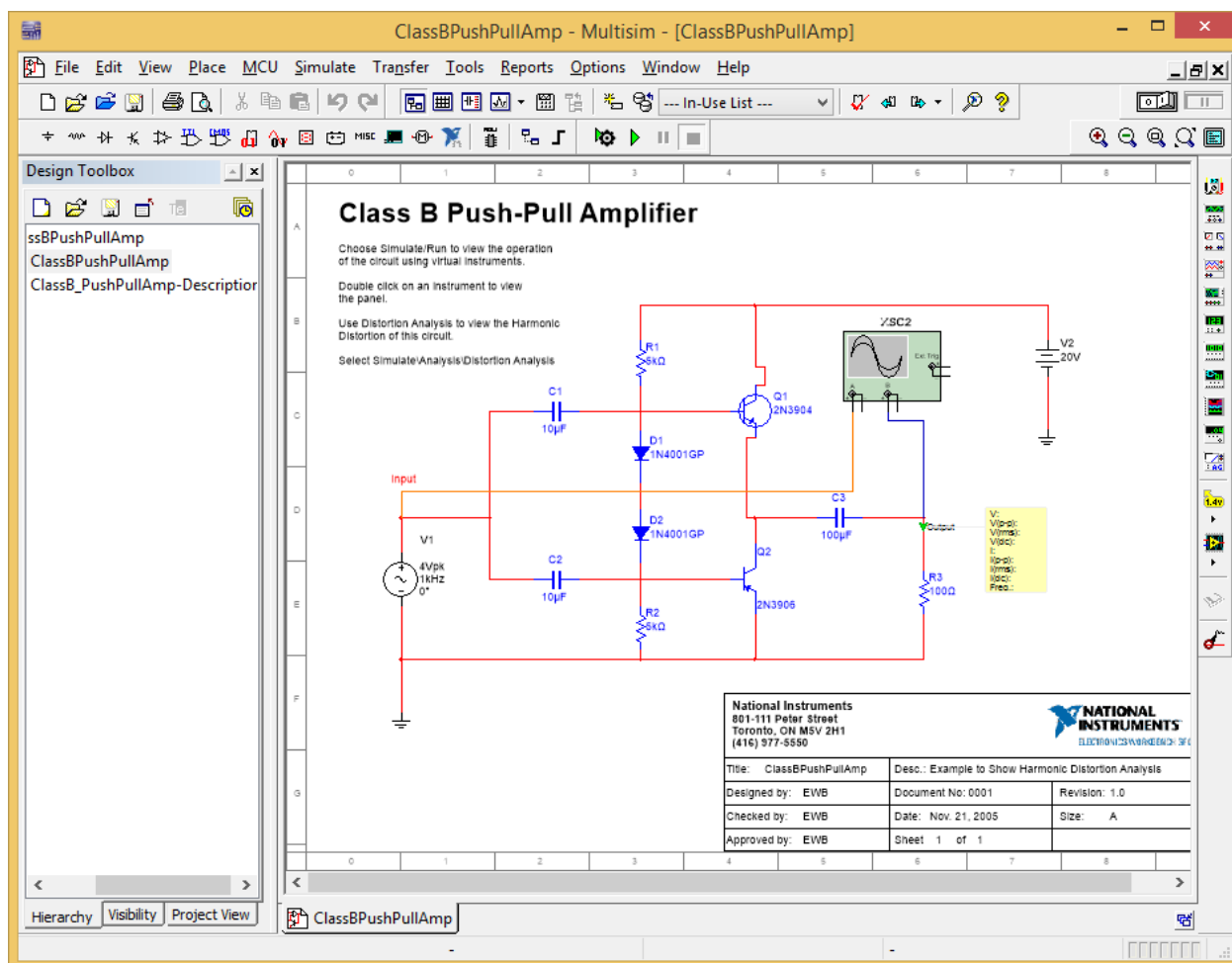


Рис. 4.8. Схема выходного каскада УНЧ

Не знаю, что имели в виду создатели примера, могу и ошибиться, но переделаю схему, чтобы посмотреть параметры и завершить мысль о пользе проверки схемы в режиме моделирования после замены транзисторов.

Но сначала то, что отличает «чистый» режим В от других режимов работы.

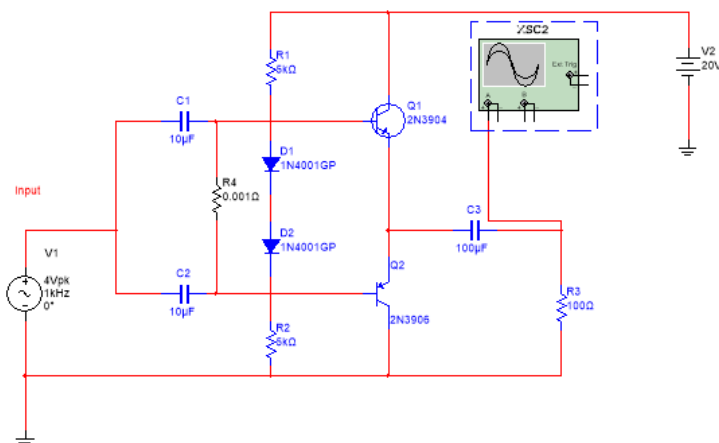


Рис. 4.9. Вид схемы для чистого режима В

Резистор R4 имеет такое маленькое сопротивление, что базы транзисторов можно считать соединёнными вместе. В таком режиме возникают характерные искажения, названные «ступенька».

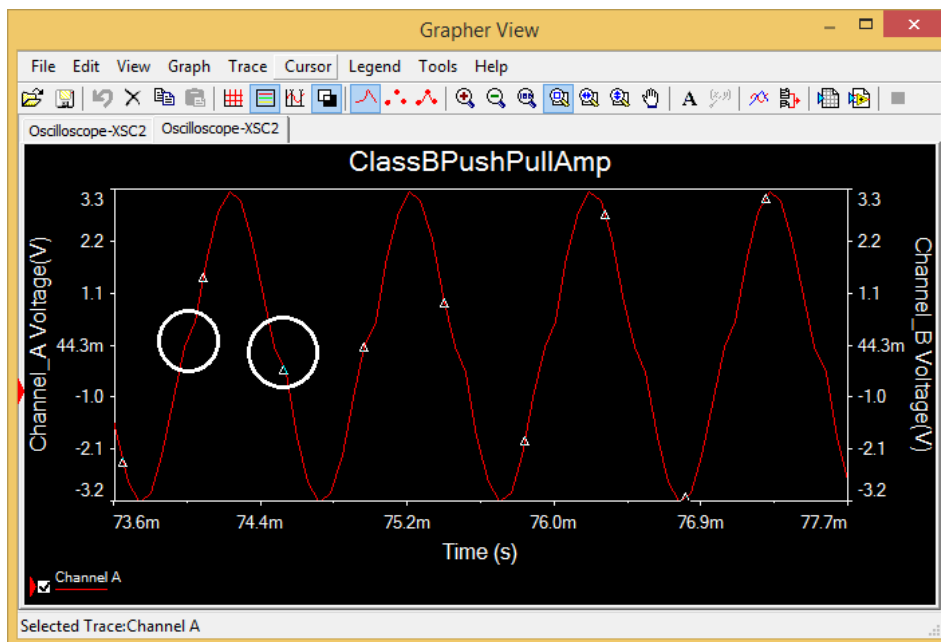


Рис. 4.10. Выходной сигнал в режиме В

На рисунке отмечены характерные для этого режима искажения. Чтобы избежать появления такого рода искажений, применяют смешанный режим, который называют режимом АВ. В исходной схеме для этого служат два соединённых последовательно диода. Удалив резистор R4, который я добавил, можно увидеть существенное улучшение выходного сигнала.

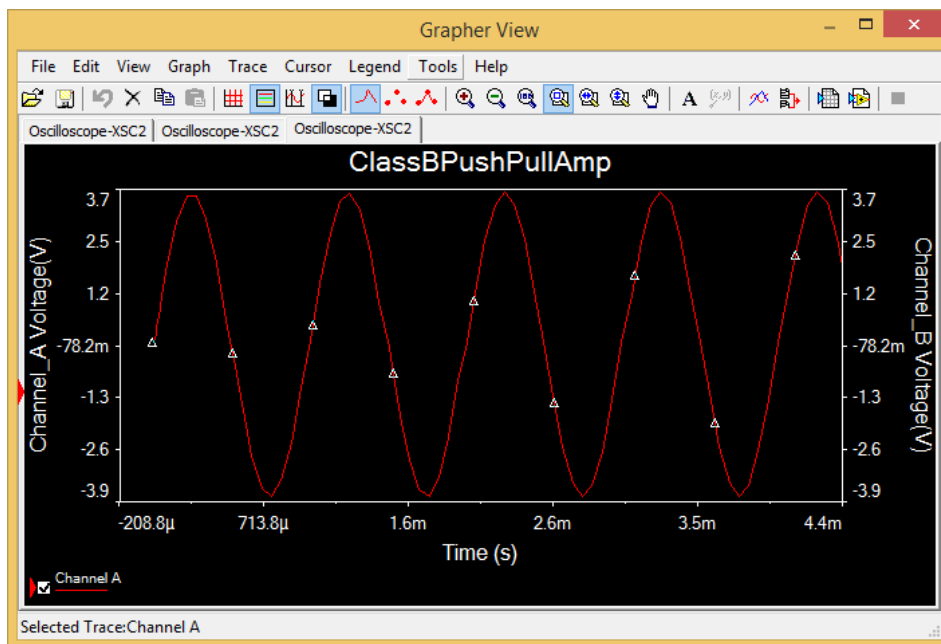


Рис. 4.11. Выходной сигнал в режиме АВ

Подключив, например, к верхнему транзистору ваттметр, проверим рассеиваемую транзистором мощность.

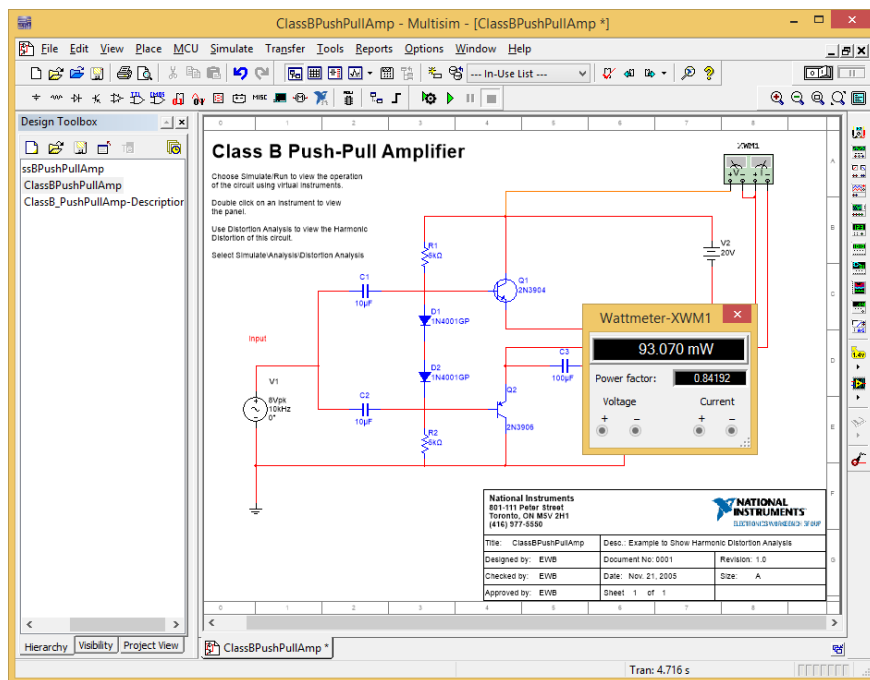


Рис. 4.12. Проверка рассеиваемой мощности

Заменяв транзистор его аналогом (например, 2N4124), можно проверить рассеиваемую мощность, заглянуть в справочник, чтобы убедиться, это значение не превышает предельно допустимого. Рассеиваемую мощность следует проверить на частоте 1 кГц и на частоте 10 кГц.

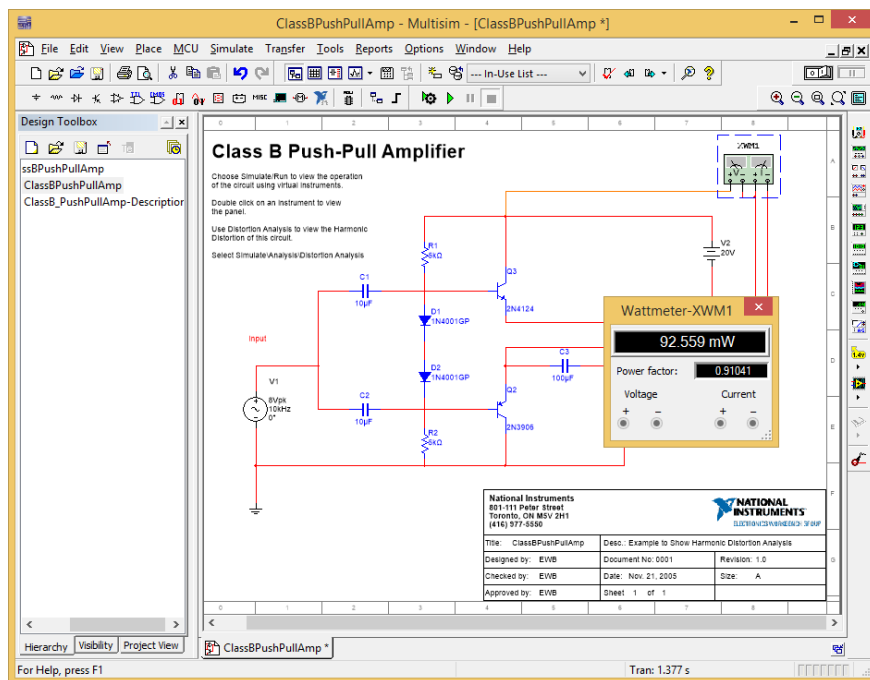


Рис. 4.13. Проверка мощности после замены транзистора

Работая с несколькими файлами, если вам понадобится найти нужный, который вы закрыли, вы можете обнаружить, что вид искомых файлов в программе несколько изменился...

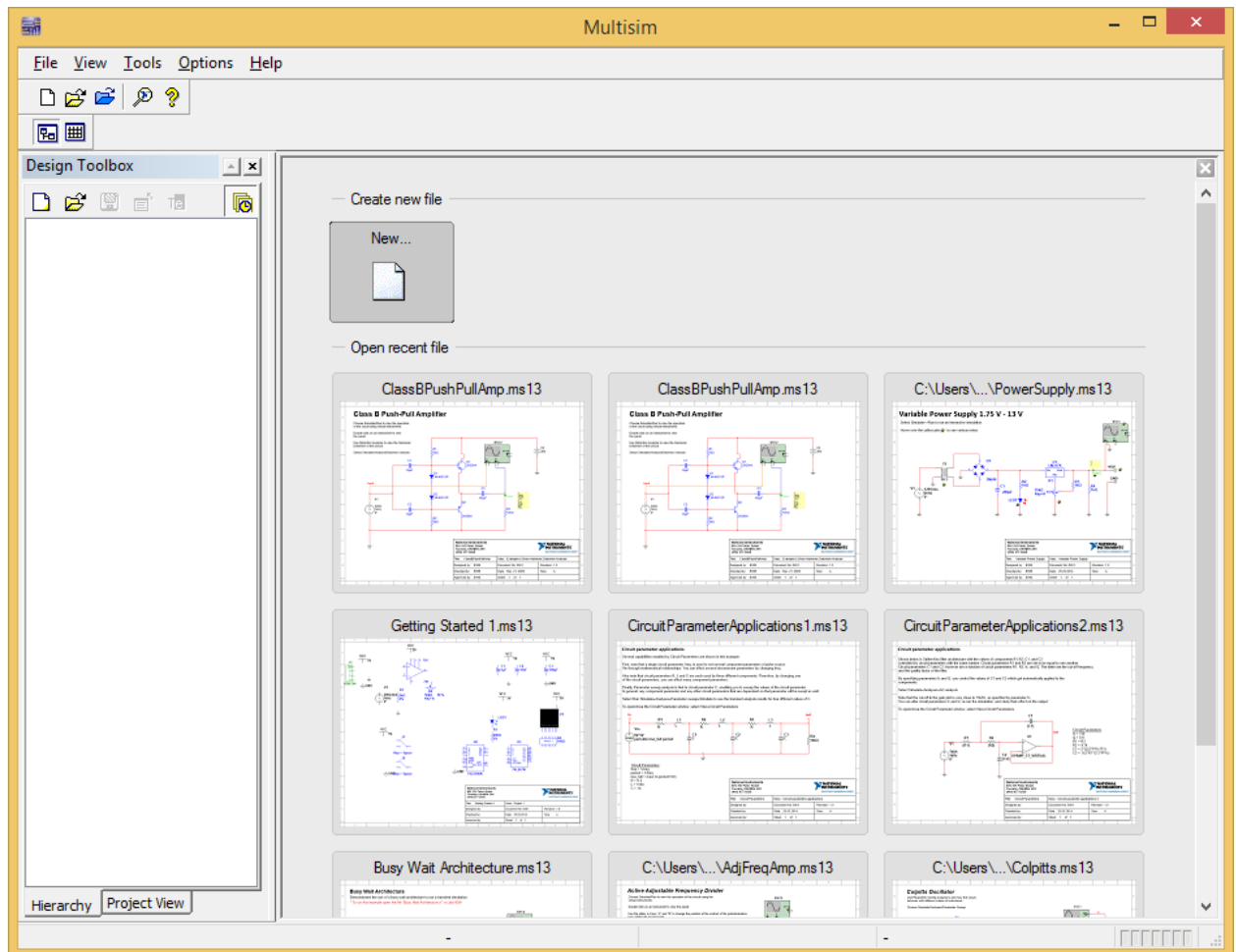


Рис. 4.14. Вид недавно использованных файлов в программе

Проверив работу схемы, убрав все лишние компоненты, можно, как и раньше, перейти, если это нужно, к разводке печатной платы:

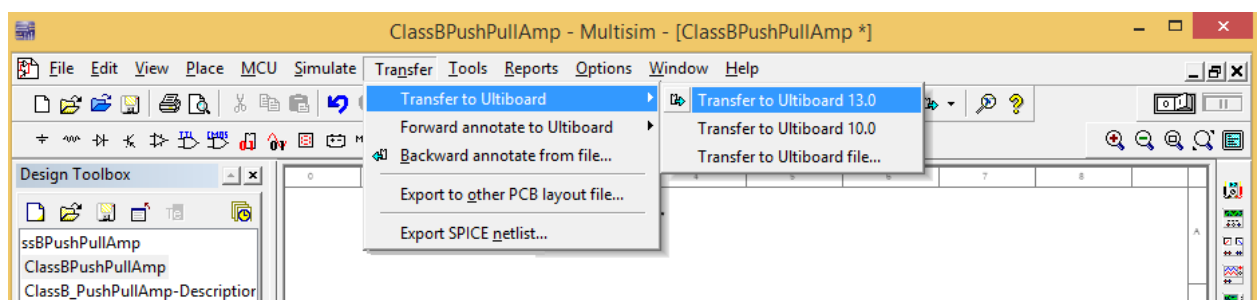


Рис. 4.15. Переход к программе Ultiboard

Как и раньше начинающие могут автоматически разместить на плате все радиоэлементы.



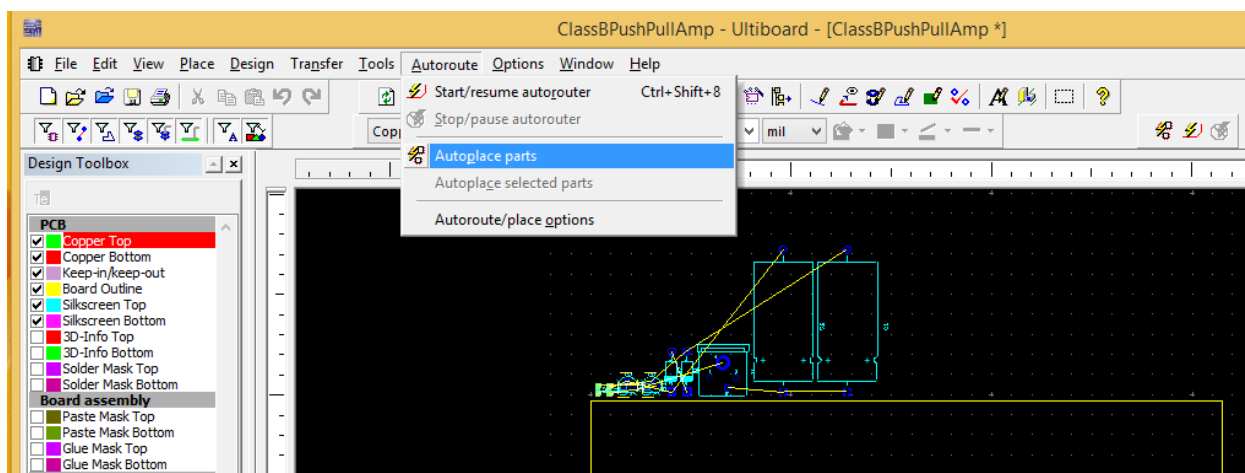


Рис. 4.16. Автоматическое размещение на плате всех элементов схемы

И, как и раньше, можно автоматически осуществить разводку.

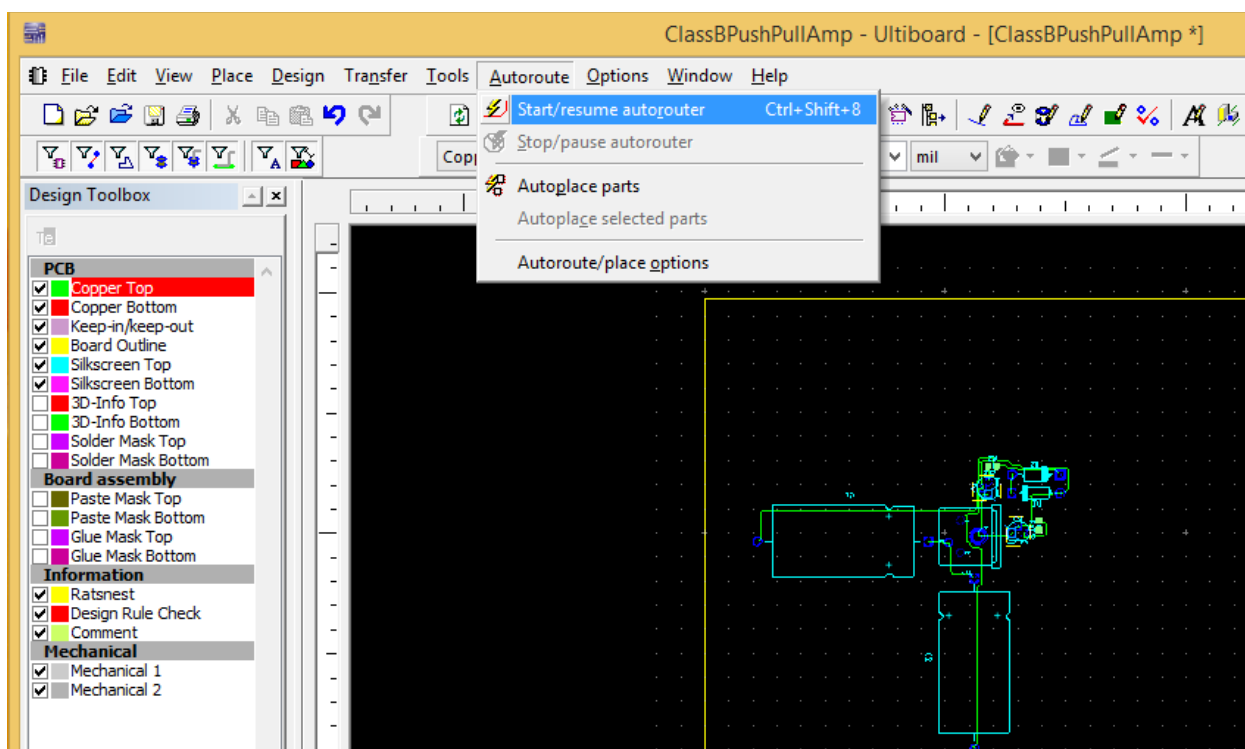


Рис. 4.17. Автоматическая разводка печатной платы

В этой версии программы Ultiboard вы можете увидеть трёхмерное изображение полученной платы. Часто, просмотрев близкое к реальному размещение компонентов, приходится вносить изменение в расположение деталей – кроме платы в корпусе устройства могут быть другие элементы, которым мешают детали на плате или наоборот. Это не всегда очевидно, когда вы используете плоское изображение.

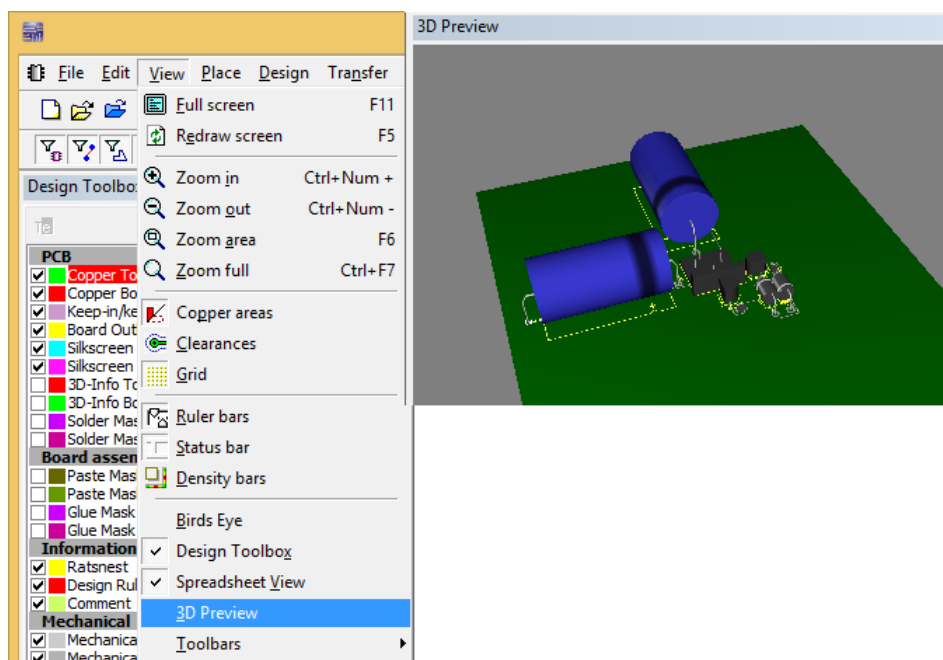


Рис. 4.18. Раздел меню, включающий трёхмерный вид платы

Я не работал с этой версией программы (как и с другими), но не думаю, что руководство к десятой версии будет сильно отличаться от руководства к этой версии. А перевод руководства к программе Multisim 10 можно найти на моём сайте:

<http://vgololobov.narod.ru>

И ещё. Если у вас есть возможность, но остались сомнения, стоит ли работать с программой, почитайте статью, которую некогда мои знакомые попросили разместить на моём сайте. Позже статья была напечатана в одном из журналов и рассказывает о нетривиальных вопросах схемотехники.

<http://vgololobov.narod.ru/content/articles/multisim.html>

У вас остались ещё сомнения?