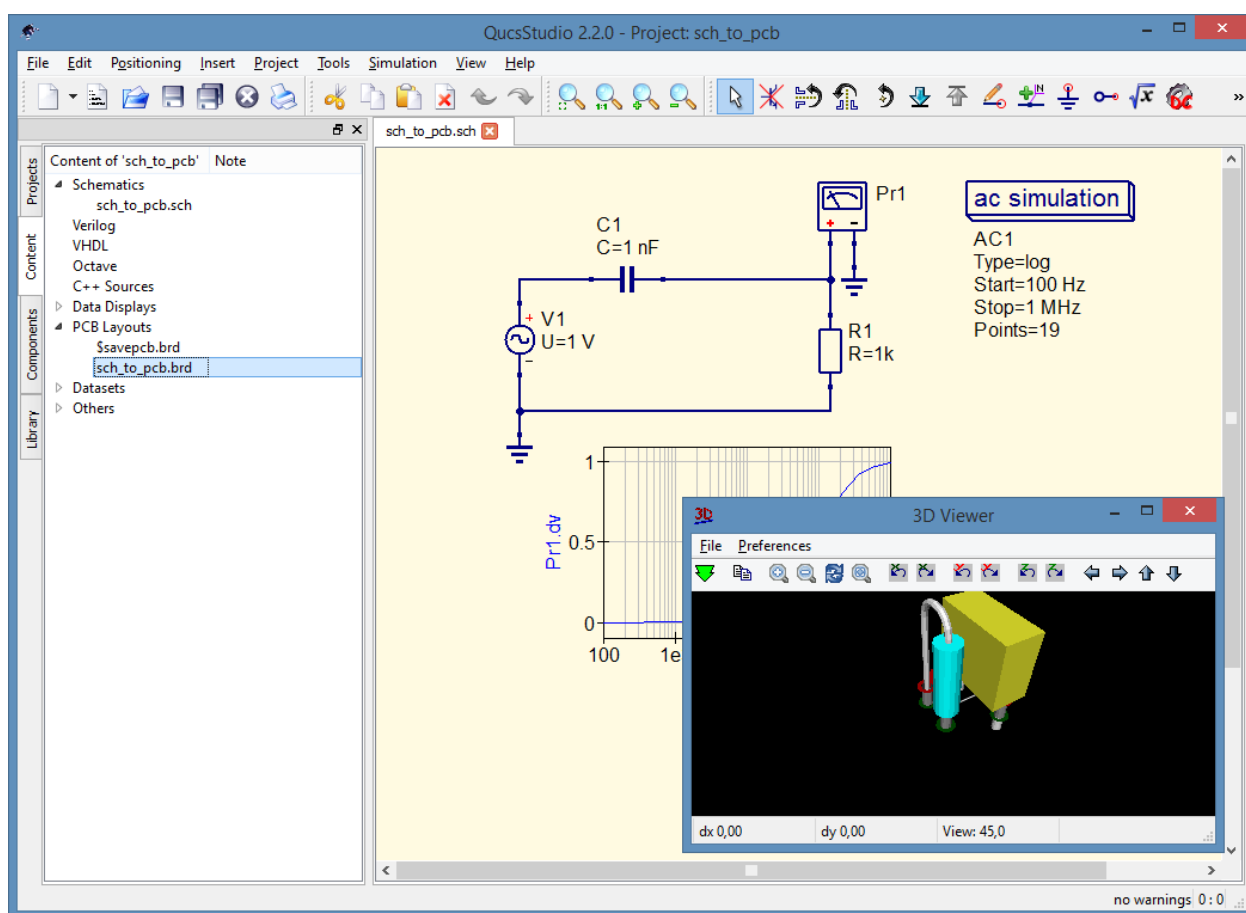


В.Н. Гололобов

ЕЩЁ РАЗ О ПРОГРАММЕ QUCS



Москва - 2014

Оглавление

Глава 1. Новости от автора программы	3
Глава 2. Но не всё так плохо для начинающих	4
Глава 3. Для тех, кто пользовался Qucs	5
Глава 4. Некоторые примеры с сайта автора	7
Примеры с анализом переходных процессов	7
Анализ на постоянном токе	9
Моделирование на переменном токе	11
Системное моделирование	12
Метод Монте-Карло	13
Глава 5. И то, о чём следовало бы сказать раньше	14
Глава 6. Собственный опыт «сквозного проектирования»	15
Послесловие	23
Модели на языке C++	23
Модели на языке VerilogA	27

Несколько лет назад в переписке с одним из создателей программы я хотел задать вопрос: «Нельзя ли сделать какой-нибудь переводчик netlist программы, чтобы он был понятен для программ разводки печатных плат?». Тогда не сложилось, вопрос я не задал, а позже и не пытался это сделать.

Но на днях совершенно случайно наткнулся на ссылку о новом варианте программы – QucsStudio. Это продолжение может заинтересовать, с моей точки зрения, многих, но я хочу рассказать, в основном, только о части новых возможностей, которые могут заинтересовать начинающих радиолюбителей.

Я противник того, что начинающий радиолюбитель пытается взять готовую схему и претворить её в жизнь, начиная с создания печатной платы. Я считаю, что начинать надо со знакомства со схемой, и до момента, когда схема полностью понятна, когда нет ни белых пятен, ни чёрных дыр в её понимании, до того момента не приступать к обдумыванию сборки. Но в этом каждый решает за себя.

Глава 1. Новости от автора программы

Вы можете прочитать всё, написанное в этой главе, и загрузить последнюю версию программы на сайте:

<http://dd6um.darc.de/QucsStudio/about.html>

QucsStudio, в основном, симулятор электрических цепей, который естественным образом возник из проекта Qucs, но с ним не совместим. Программа была создана полностью заново. И это означает, что инженерам следует создать тестовый проект, чтобы в полной мере проверить всё: и интерфейс пользователя, и разводку, и обработку числовых данных и т.д. Приложение использует Qt4® от Nokia® в графическом интерфейсе пользователя.

В настоящий момент QucsStudio работает только в Windows®. Запускается программа без установки – разархивируйте её, найдите директорию QucsStudio, и запустите программу, используя QucsStudio/bin/qucs.exe.

Сейчас поддерживается следующее:

- Более 100 компонентов для электрической схемы.
- Анализ на постоянном токе.
- Анализ на переменном токе (включая анализ шумов и анализ распределения шумов).
- Анализ s-параметров (включая расчёт параметров шума).
- Анализ переходных процессов (включая установившийся режим периодических сигналов).
- Анализ гармонического баланса (включая анализ большого сигнала и анализ шумов).
- Системная симуляция.
- Вариация параметров, оптимизация и анализ Монте-Карло для аналоговых цепей.
- Моделирование аналоговых компонентов на C++ и на VerilogA с использованием ADMS by Laurent Lemaitre.
- Цифровая симуляция и VHDL симуляция с использованием GHDL by Tristan Gingold.
- Разводка печатных плат и обозреватель Gerber с использованием KiCAD от группы KiCAD.
- Работа с числовыми данными с использованием Octave by John W. Eaton.

- Расчёт линии передачи RF (коаксиал, микрополосковые линии, копланарная линия, полосковая линия, витая пара, прямоугольный волновод и т.д.).
- Синтез фильтров (лестничного LC типа, с шаговым сопротивлением, микрополосковых, активных и т.д.).
- Синтез аттенюаторов разных типов.
- Разработка индуктивностей.
- Управление устройств GPIB.
- Техническая документация на все модели и типы симуляции.
- Поддержка немецкого и английского языков.
- Отображение HTML-файлов (для документирования).

Внимание: начиная с версии 2.0.0, компилятор больше не будет частью пакета программы. Те, кто будет создавать собственные C++/VerilogA модели или файлы MEX, должны будут пользоваться программой Microsoft® VisualStudio Express 2008 или 2010, установленной на компьютере, которая может быть свободно загружена с веб-страниц Microsoft. Все старые DLL-файлы следует перекомпилировать.

Это было необходимо, поскольку компилятор MinGW 3.4.2 не совместим с двоичным кодом VS2008.

Глава 2. Но не всё так плохо для начинающих

Программа может заинтересовать инженеров и преподавателей, которые, это только моя точка зрения, предпочитают работать с Windows. Как и многие радиолюбители. Но начинающие радиолюбители, использующие Linux, могут попробовать использовать программу в среде Wine. Чтобы не быть голословным, я сейчас попробую это сделать.

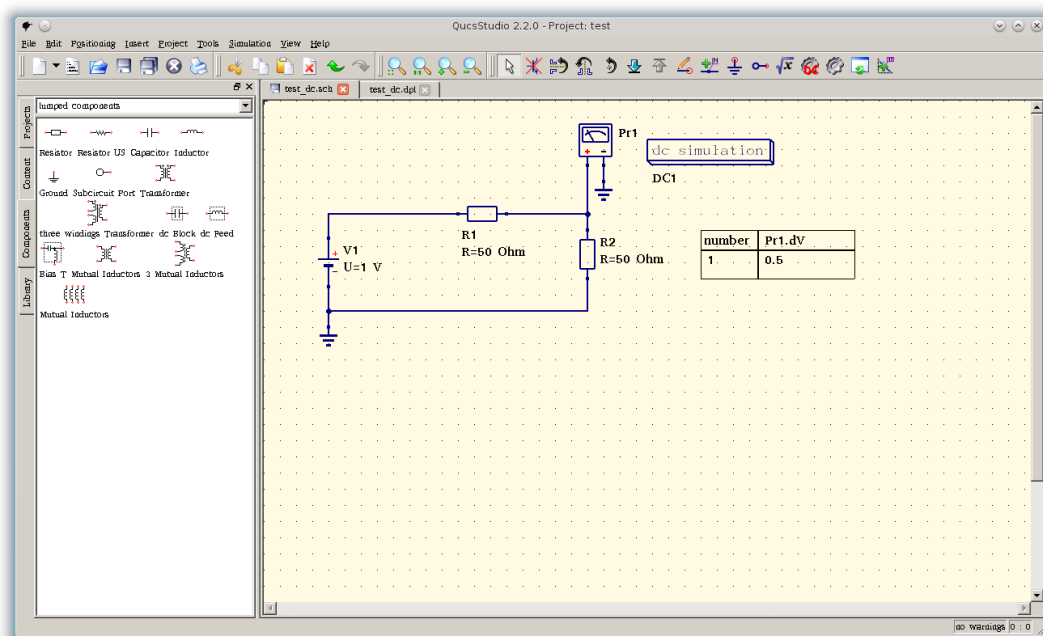


Рис. 1. Запуск программы в Fedora 18

Программа запускается, компоненты устанавливаются, моделирование проходит. И переход к KiCAD происходит.

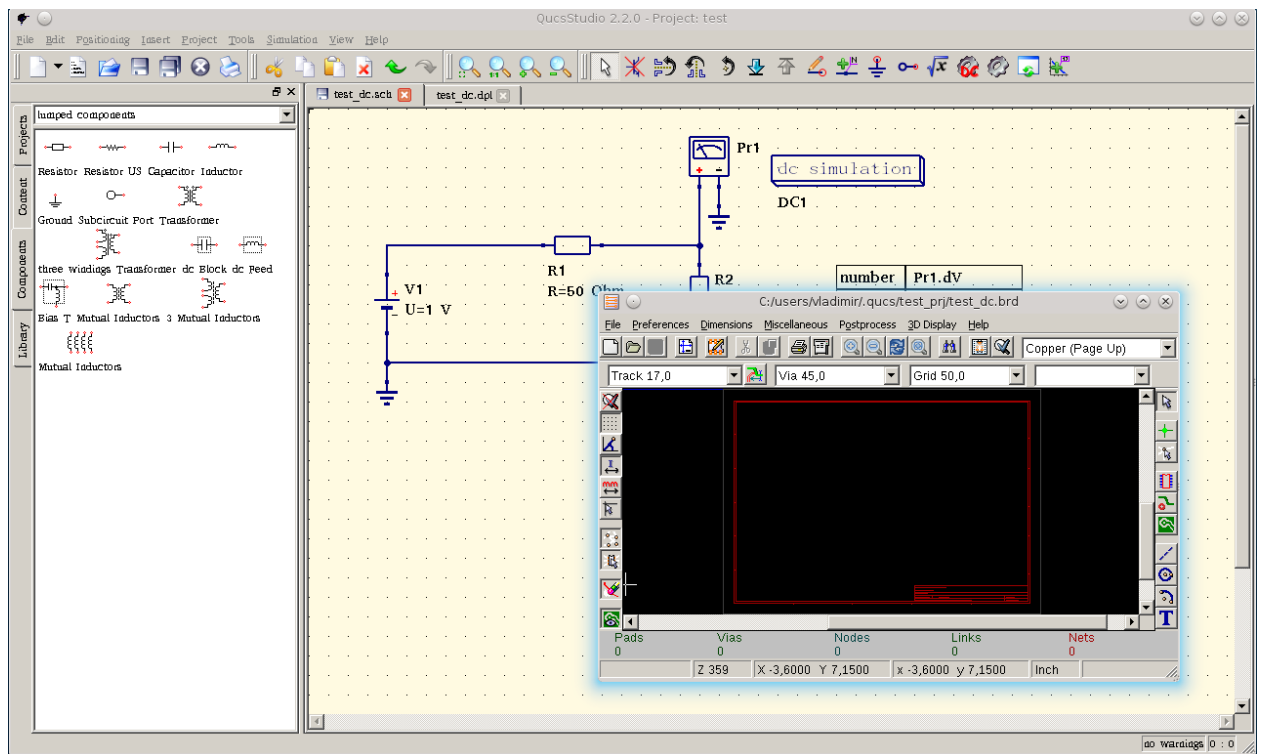


Рис. 2. Переход к разводке печатных плат

Конечно, утверждать, что всё работает, можно только после проверки всего, но я и не исключаю и того, что в среде Wine можно установить VS2008, и что это будет работать. А для начинающих, кто предпочитает Linux, я считаю, будет достаточно, если получится развести плату.

Нет противоречия с тем, что я писал в начале этого рассказа. Я считаю полезным и начинающим познакомиться с программой разводки печатных плат, считаю полезным иметь подобную разводку перед тем, скажем, как перейти к макетированию: рисунок печатной платы позволит проверить правильность монтажа, уменьшая вероятность ошибки.

Я познакомился с программой Qucs в тот момент, когда искал программы симуляции электрических цепей для Linux. Конечно, жаль, что, похоже, полнофункциональной программы QucsStudio для Linux нет, но лучше пользоваться тем, что есть, чем жалеть о том, чего нет.

Глава 3. Для тех, кто пользовался Qucs

То, что вы создаёте проект, а не просто схему, я уверен, вас не испугает. А в остальном... жаль только, что старые схемы не открываются, что нужно нарисовать схему заново. И для кого-то жаль, что нет поддержки русского языка, но освоить переход к другому названию знакомых предметов проще, чем освоить программу полностью. Установка компонентов в редакторе схемы, их соединение, задание видов моделирования и запуск моделирования с выбором отображения данных остались прежними. Зато, и это хорошо, в библиотеке компонентов появился такой компонент как LM555.

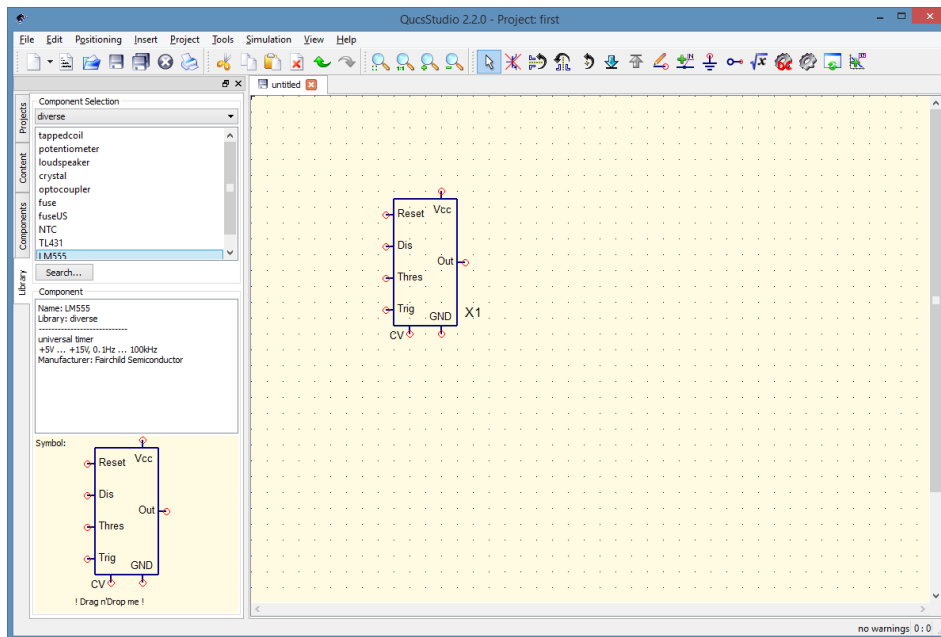


Рис. 3. LM555 в библиотеке компонентов

Не стоит выбрасывать из рассмотрения те электрические компоненты, которые могут показаться устаревшими. Иной раз их удобнее применить, чем самые современные. Загляните в библиотеку компонентов.

Несколько изменилась классификация компонентов электрической схемы, немного изменились иконки, но не настолько, чтобы разочароваться в нововведениях.

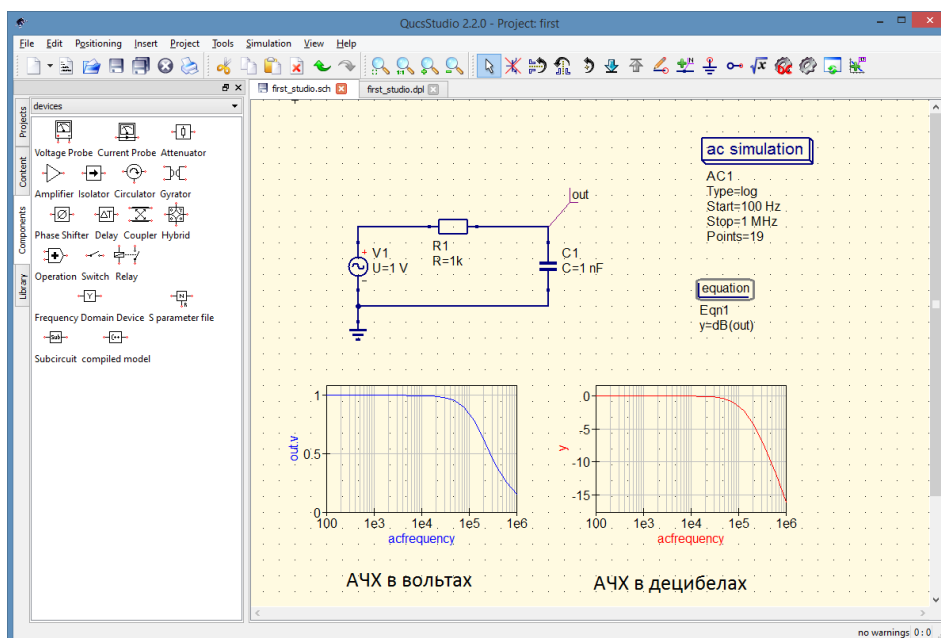


Рис. 4. АЧХ в двух форматах

Глава 4. Некоторые примеры с сайта автора

После загрузки примеров с сайта автора следует: использовать в основном меню *Project* → *Extract Package...* или перетащить в окно со списком проектов. Я воспользуюсь последней рекомендацией, перетащив из папки «Загрузки» в окно со списком проектов пример *Simulation_Transient.qucs*.

Примеры с анализом переходных процессов

После перетаскивания пример появляется в окне. Двойной щелчок по нему открывает содержание и открывает в рабочем поле автозагрузку.

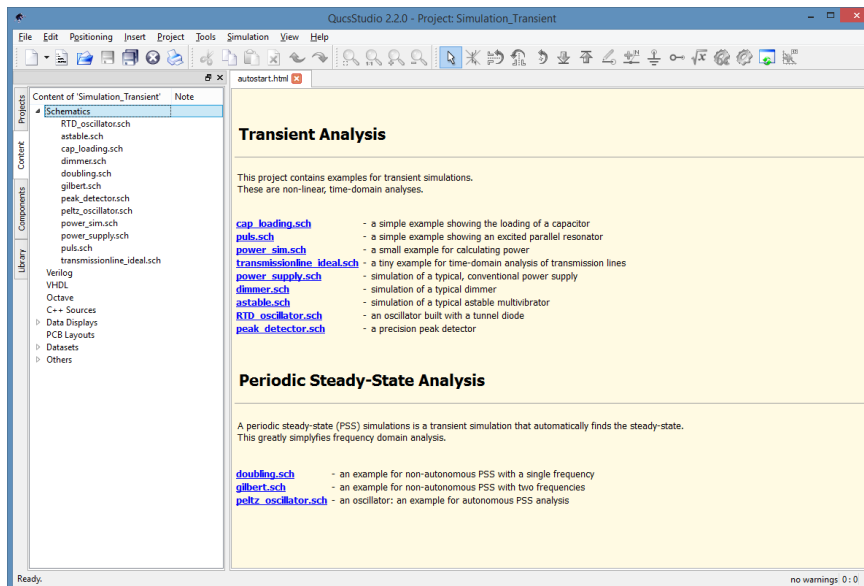


Рис. 5. Примеры из набора примеров переходных процессов

Я убеждён, что вы просмотрите все примеры, поскольку даже первый из них (*RTD_oscillator*) достаточно необычен. В том смысле, что в других программах я его не встречал:

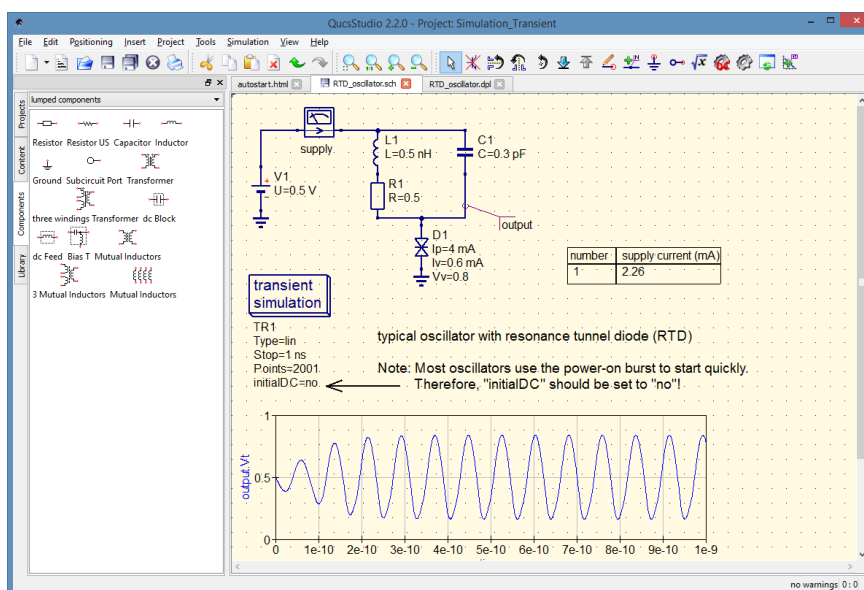


Рис. 6. Генератор на туннельном диоде

Применение туннельного диода, возможно, самый простой способ создания генератора высокочастотных сигналов. Обратите внимание, что анализ заканчивается через 1 наносекунду, показывая с десяток периодов сигнала.

Или такой пример:

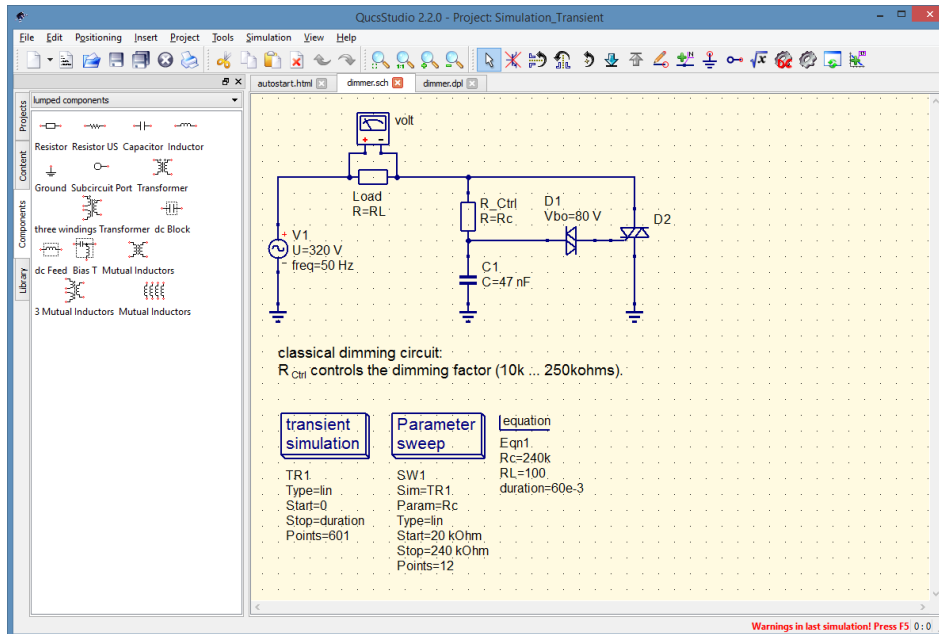


Рис. 7. Пример схемы диммера на семисторе

На графиках показана работа схемы и...

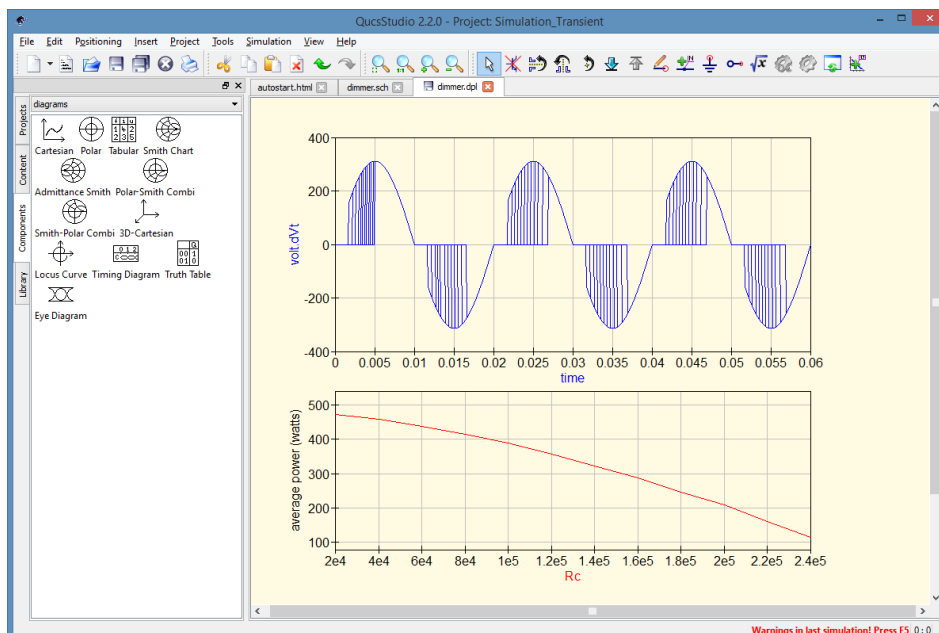


Рис. 8. Диаграммы результатов моделирования

...и показана зависимость мощности от величины резистора подстройки. Вполне готовая схема для регулировки мощности паяльника. А если вас беспокоит то, что семистор может создавать помехи в сети, вы можете добавить фильтр.

Анализ на постоянном токе

Может показаться, что примеры исследования на постоянном токе не интересны, убедитесь вместе с автором программы, что это не так.

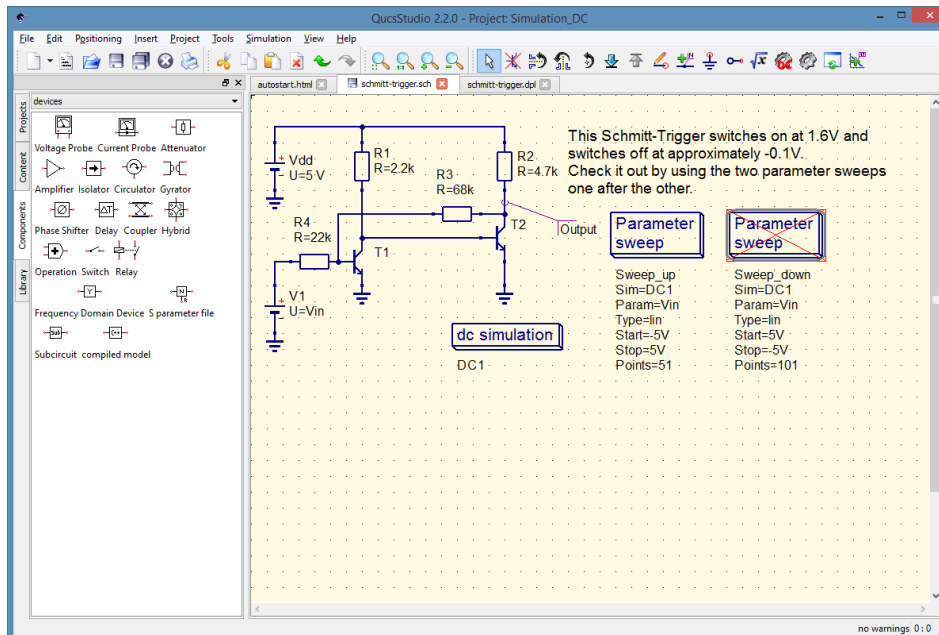


Рис. 9. Триггер Шмита на двух транзисторах

Обратите внимание, что второй анализ «качания» параметра блокирован. Посмотрите результат моделирования в этом случае, затем блокируйте первый и разблокируйте второй анализ.

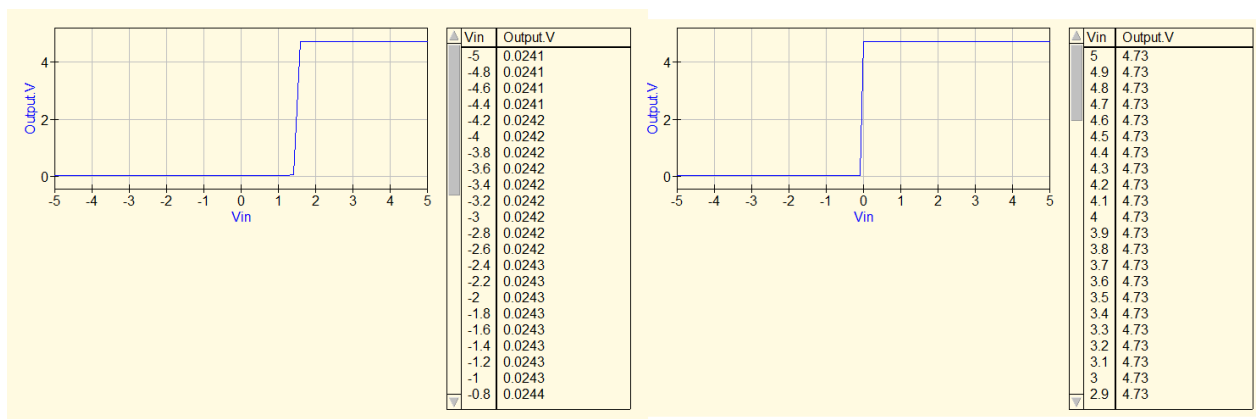


Рис. 10. Результат моделирования

Или ещё один пример. Вот схема, простая схема, о чём пишет автор программы, но и добавляет, что это полезный пример последовательного применения анализа вариации параметров. Ещё интереснее для кого-то может быть диаграмма результата.

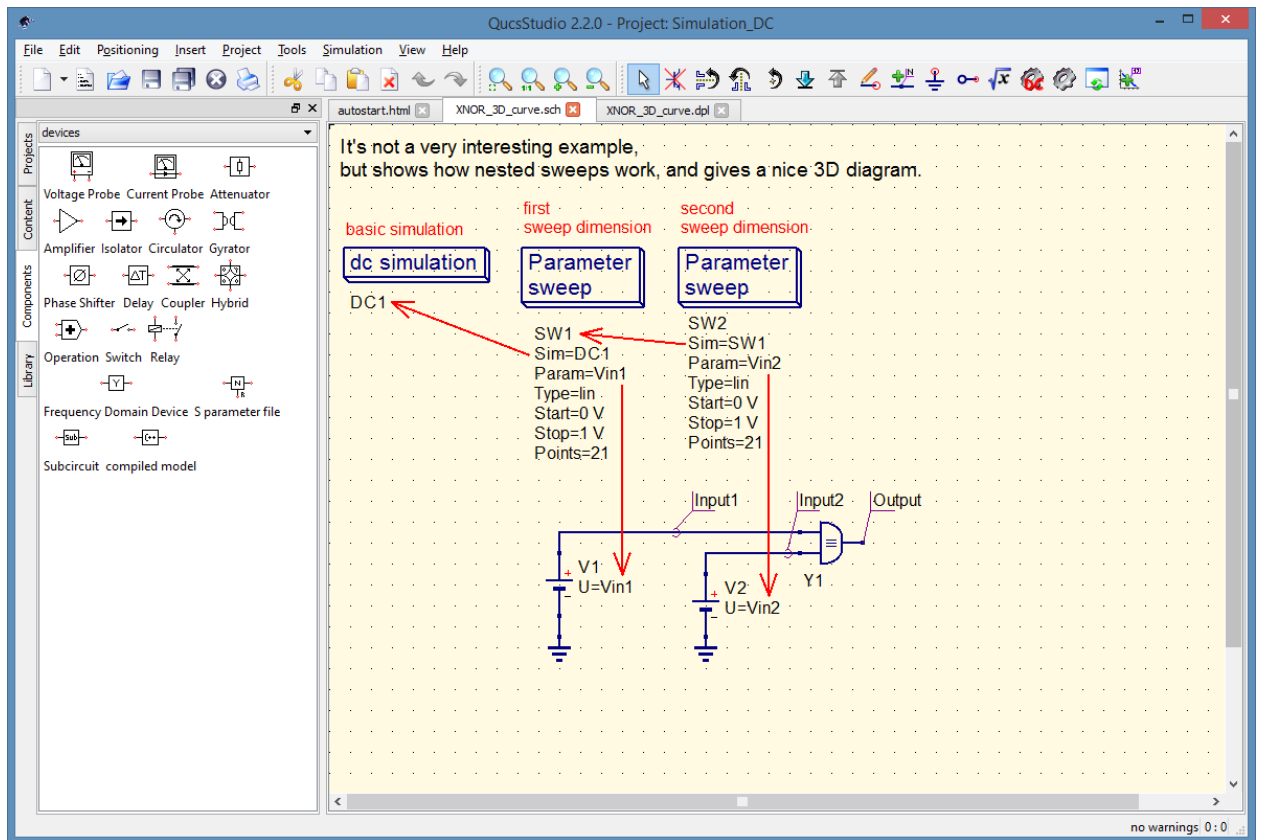


Рис. 11. Ещё один пример моделирования на постоянном токе

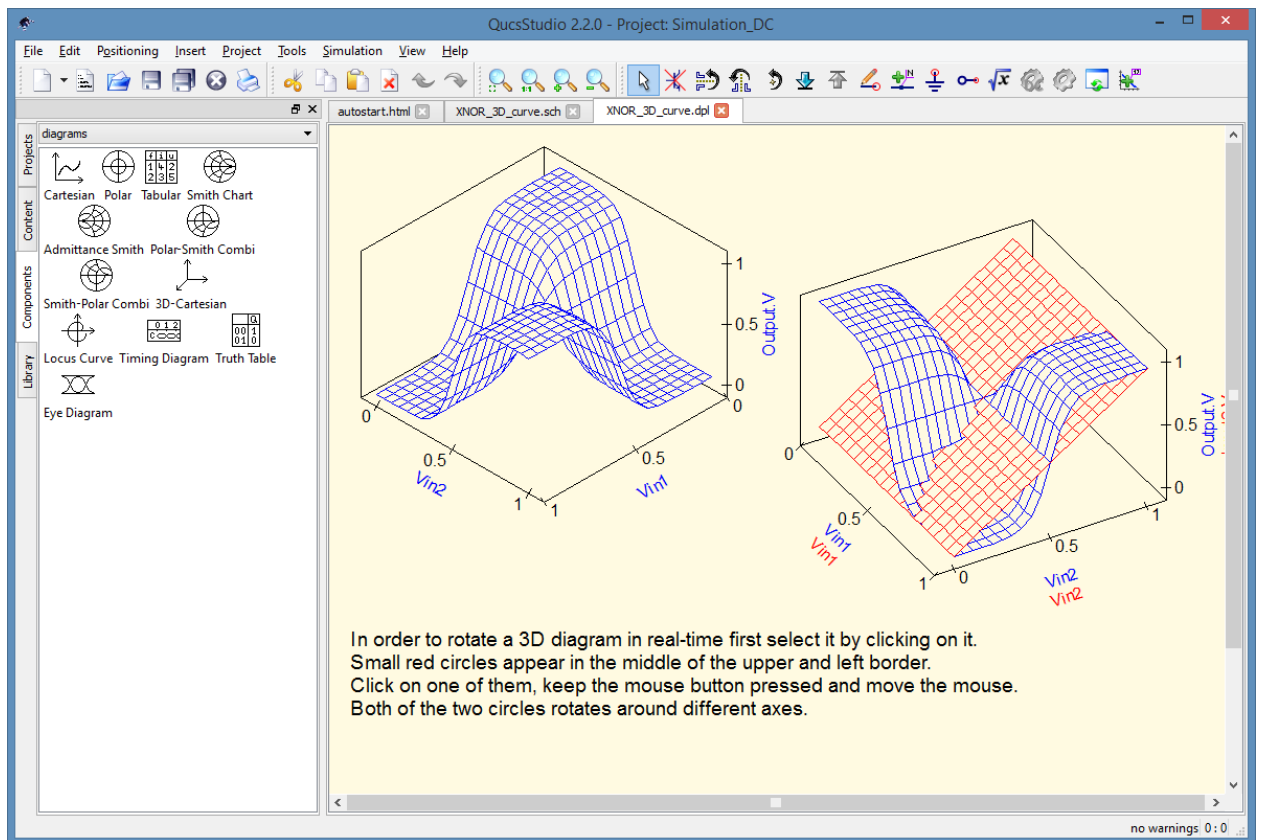


Рис. 12. Диаграмма результата моделирования

Моделирование на переменном токе

Кроме уже приведённого мной примера получения частотной характеристики простейшей интегрирующей цепи автор предлагает познакомиться, например, с характеристиками цепи при наличии нелинейной индуктивности.

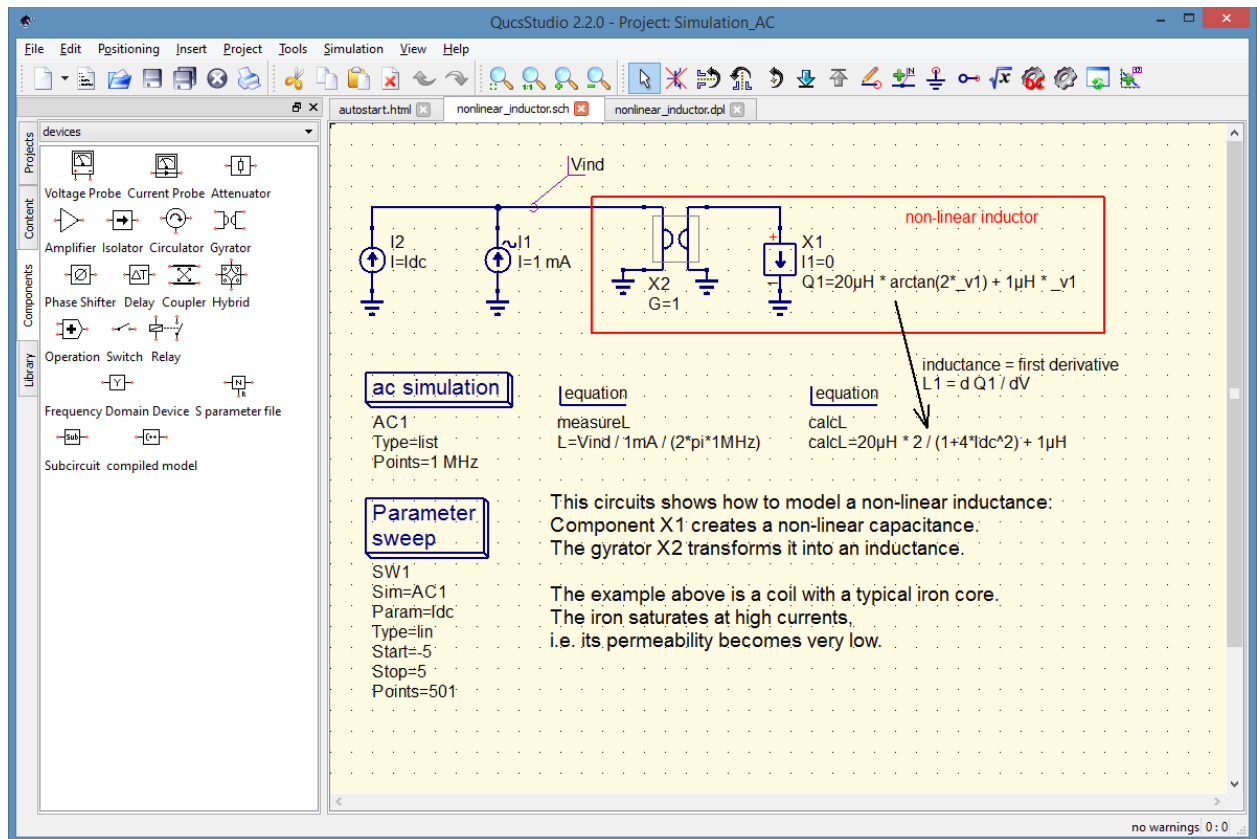


Рис. 13. Электрическая схема с нелинейной индуктивностью

И диаграмма эксперимента.

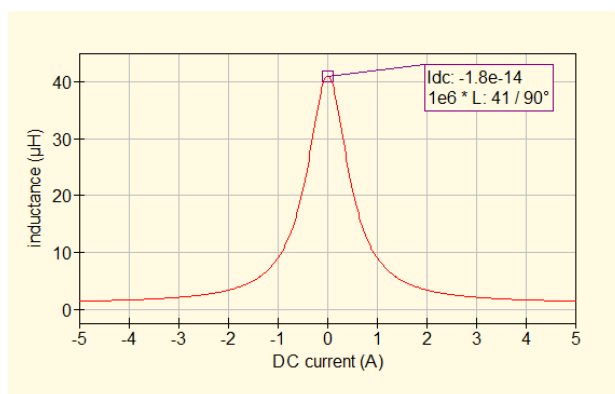


Рис. 14. Полученная диаграмма

Если не начинающих любителей, то более опытных пользователей программы этот пример может заинтересовать.

Системное моделирование

Этот вид моделирования тоже может показаться не очень интересным для начинающих любителей, но тем не менее.

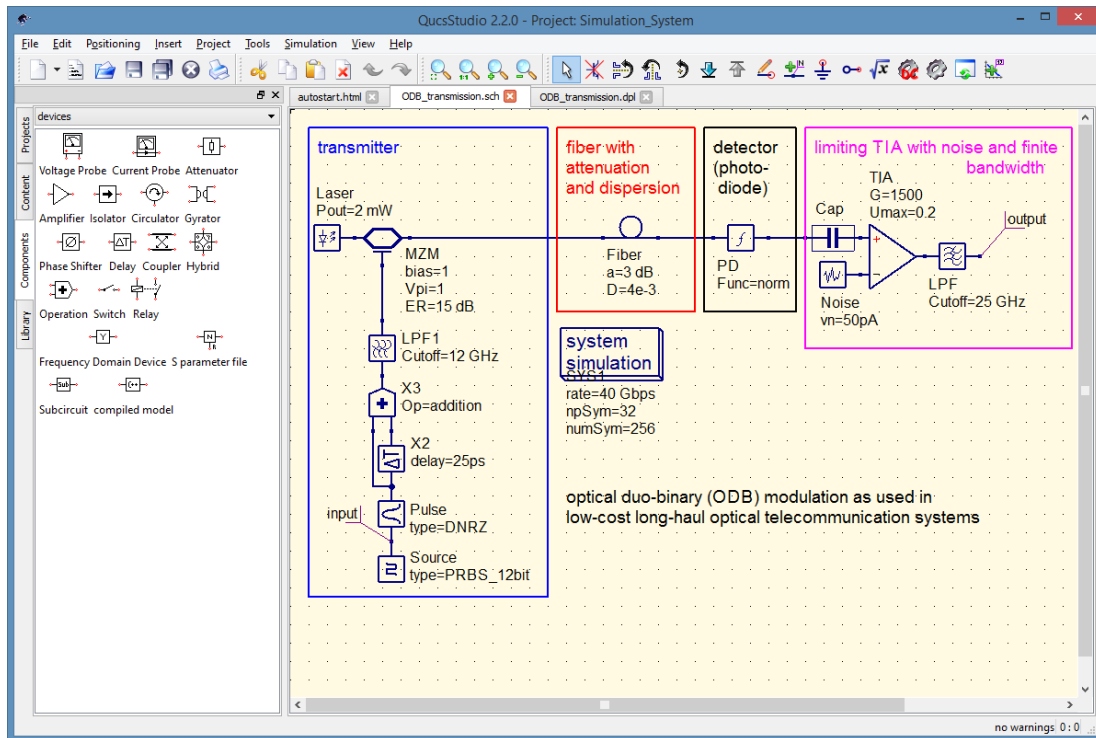


Рис. 15. Схема виртуального эксперимента

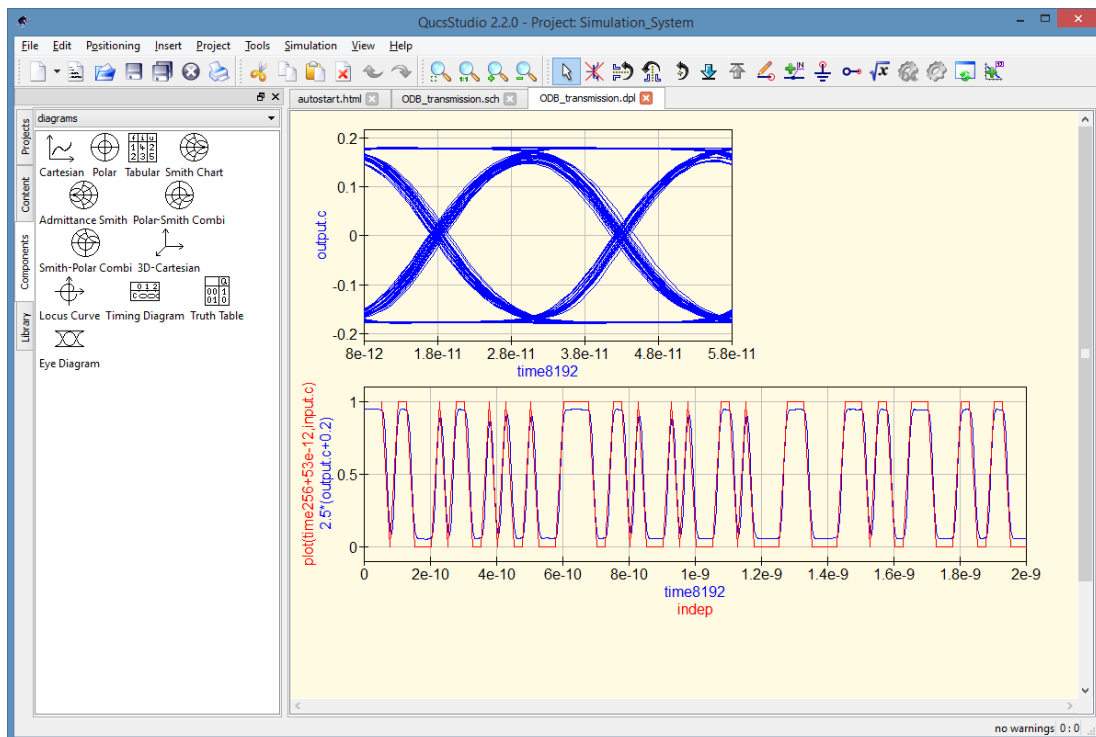


Рис. 16. Диаграммы результата

Метод Монте-Карло

И ещё один эксперимент с понятной схемой для начинающих, но не очень ясным для них методом.

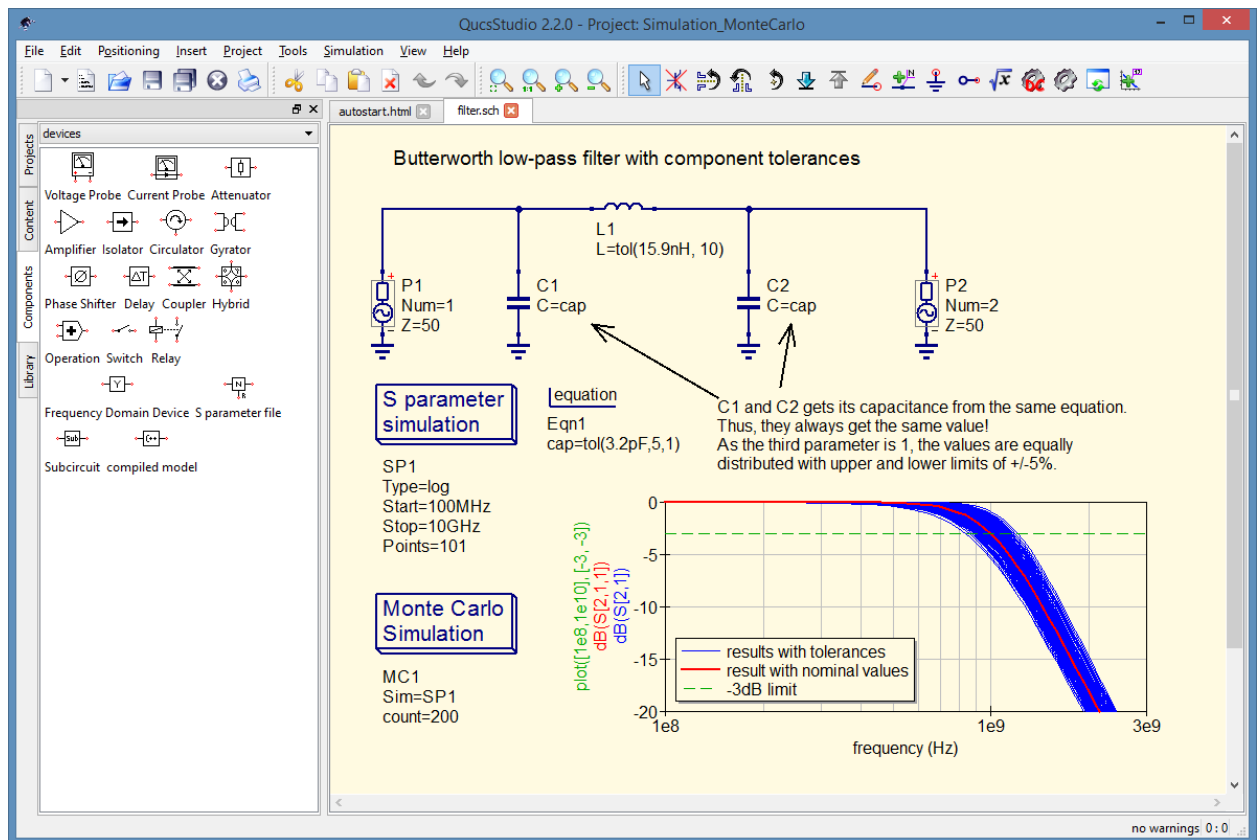


Рис. 17. Схема фильтра Баттерворта

Исследование фильтра основано на случайном разбросе значения ёмкости конденсаторов в пределах допуска. Подобное исследование позволяет выбрать либо тип конденсаторов, либо убедиться, что конденсаторы с заданным допуском дают приемлемый результат работы фильтра.

Глава 5. И то, о чём следовало бы сказать раньше

То, с чего я начал, с разводки печатных плат. Среди примеров есть подходящий.

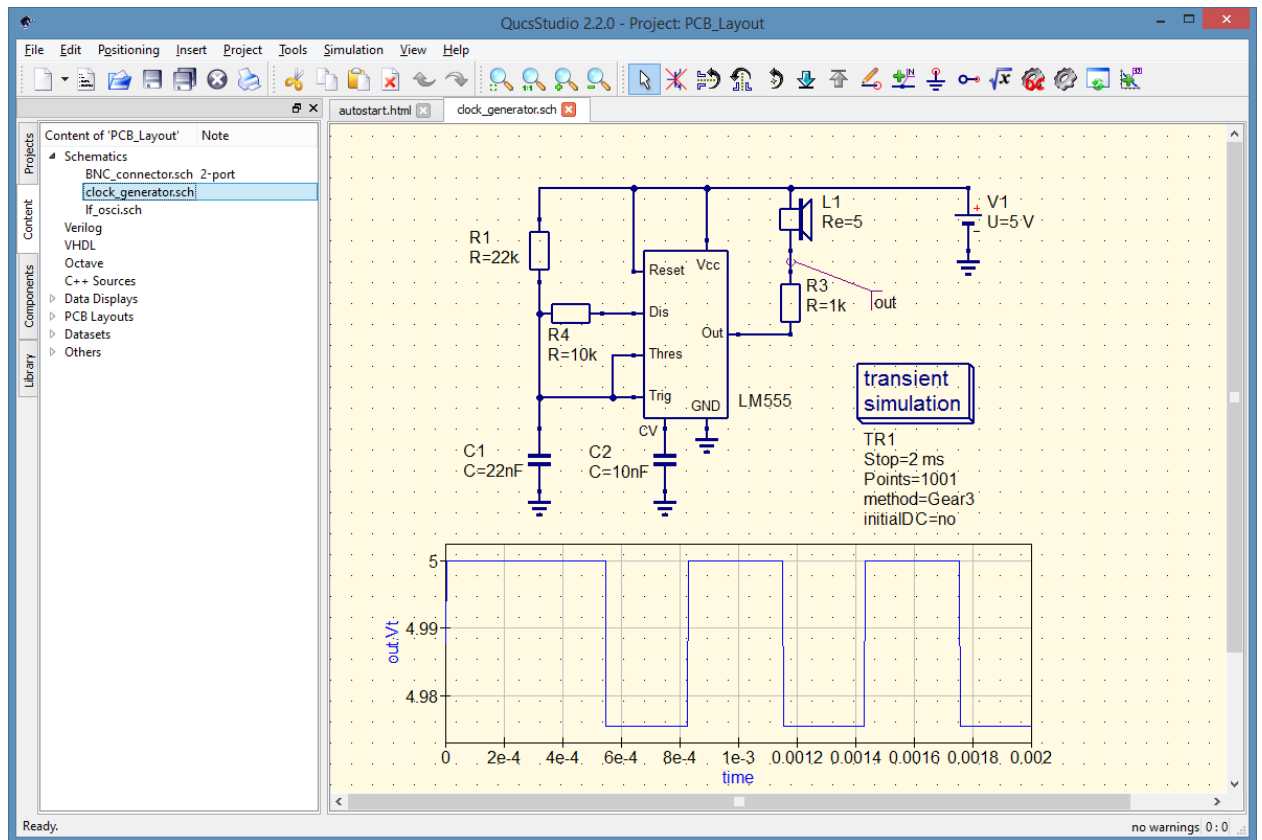


Рис. 18. Схема генератора на микросхеме LM555

Подобную схему можно применить в простых сигнализаторах или в качестве генератора тактовых импульсов. Схема очень простая, понять, как она работает по силам и начинающему, а применить её можно в качестве прибора для проверки работоспособности и усилителей, и некоторых цифровых устройств. Я уже говорил, что не советую начинающим использовать печатные платы в своих первых конструкциях. Достаточно использовать макетную плату. Но получить рисунок печати полезно. В QucsStudio это осуществляется просто.

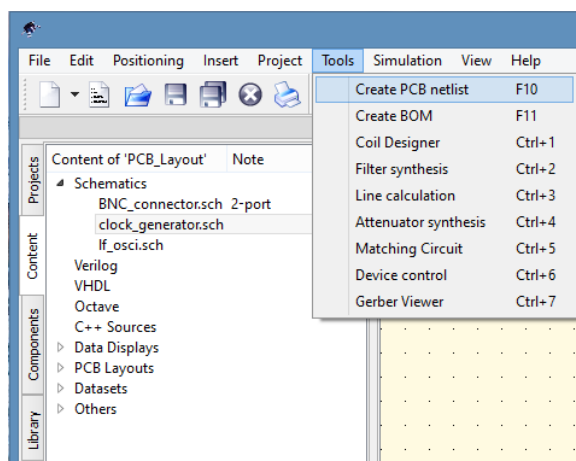


Рис. 19. Переход к разводке печатной платы

Чтобы достичь хороших результатов даже в первых опытах с разводкой печатной платы необходимо познакомиться с руководством пользователя к программе KiCAD. Но мы рассмотрели пример, где всё, вероятно, сделано наилучшим образом.

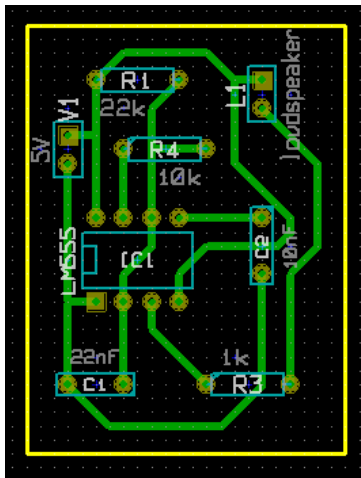


Рис. 20. Результат работы программы KiCAD

Глава 6. Собственный опыт «сквозного проектирования»

Достаточно давно я рассказывал о программе KiCAD и переводил руководство к программе. Но пользоваться программой не довелось, так что... Сейчас я знаю не больше вашего, если вы тоже не работали с программой. Поэтому, давайте вместе попробуем создать схему, проверить её работу и создать рисунок печатной платы.

Начинать следует с создания нового проекта:

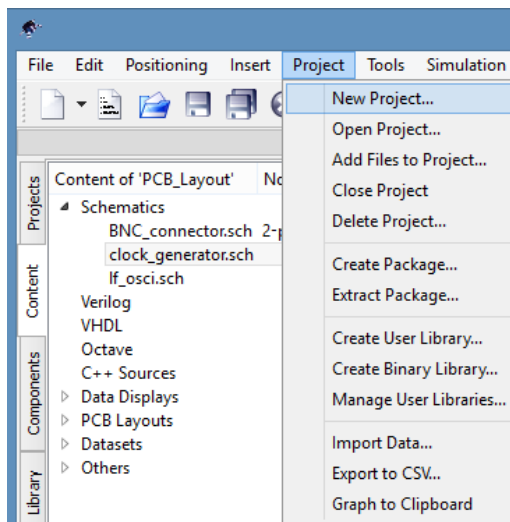


Рис. 21. Создание нового проекта

В диалоговом окне, которое появится при нажатии на раздел создания проекта, вы можете ввести любое удобное для вас имя проекта. Лучше, наверное, латиницей (на всякий случай).

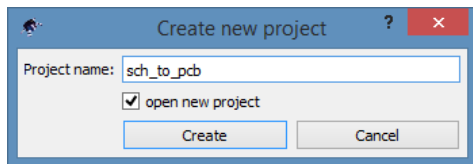


Рис. 22. Ввод имени нового проекта

Теперь можно перейти к закладке Components левого окошка менеджера проекта. Из простых компонентов выберем резистор и конденсатор. Щёлкнув левой клавишей мышки по конденсатору, переместим курсор в рабочее поле, где щёлкнем повторно, чтобы оставить конденсатор в нужном нам месте. При установке резистора используем щелчок правой клавишей мышки прежде, чем приступить к соединению. Этим мы повернём резистор в удобное положение. Впрочем, всё это есть в руководстве к прежней программе Qucs.

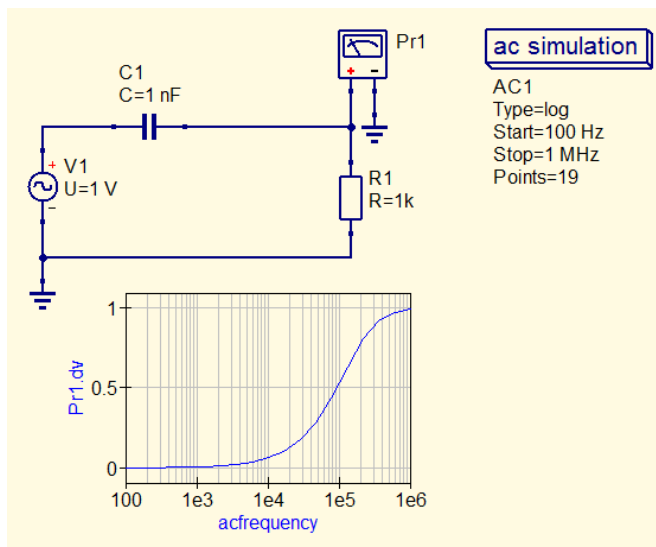


Рис. 23. Схема дифференцирующей RC цепи

Перед тем, как перейти к разводке печатной платы, но после моделирования и выяснения правильности работы схемы, я уберу измерительные приборы, поскольку пока не знаю, имеет ли это значение или нет. На плате должны остаться только нужные элементы.

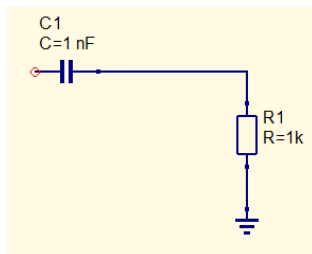


Рис. 24. Компоненты схемы для размещения на печатной плате

Есть ещё одна операция, которую предстоит сделать до перехода в KiCAD. Каждый компонент электрической схемы имеет набор свойств, который теперь пополнился видом корпуса (package). По умолчанию все компоненты выбраны для поверхностного монтажа, как самой передовой технологии сегодня. Но для макетирования, мне кажется, удобнее обычные детали. Откроем свойства конденсатора.

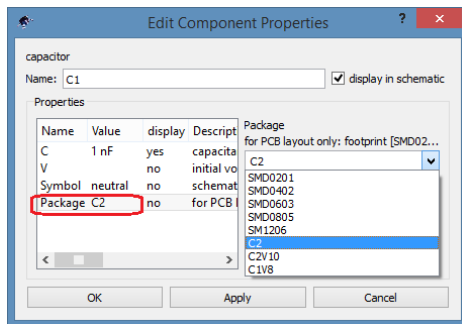


Рис. 25. Диалоговое окно свойств конденсатора

Аналогично изменим тип резистора. Теперь можно перейти в программу разводки печатной платы. Для этого...

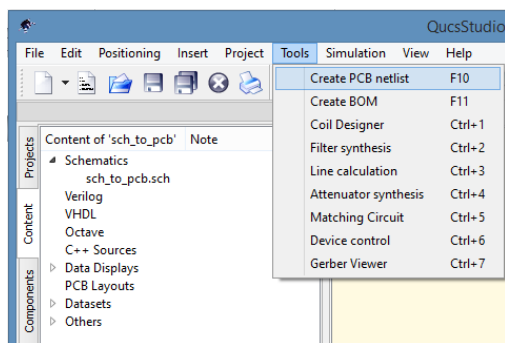


Рис. 26. Создание netlist

В окне программы KiCAD есть рабочее поле чертежа и дополнительное рабочее поле. Но пока нет деталей схемы. До выполнения разводки все компоненты, как правило, размещены в общей «кучке», для появления которой следует прочитать netlist.

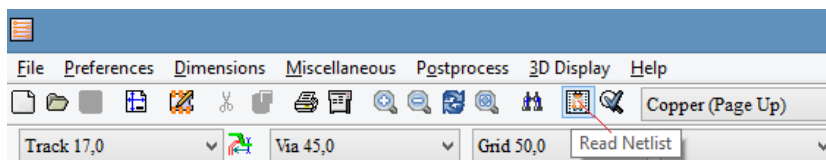


Рис. 27. Иконка чтения netlist в программе KiCAD

В диалоговом окне показан путь к файлу, но обратите внимание и на раздел Exchange Module – если вам придётся менять исходную схему после первых попыток разводки платы, то, следуя подсказке, следует поставить метку в поле Change. Кнопка **Read Current Netlist** загрузит все компоненты схемы.

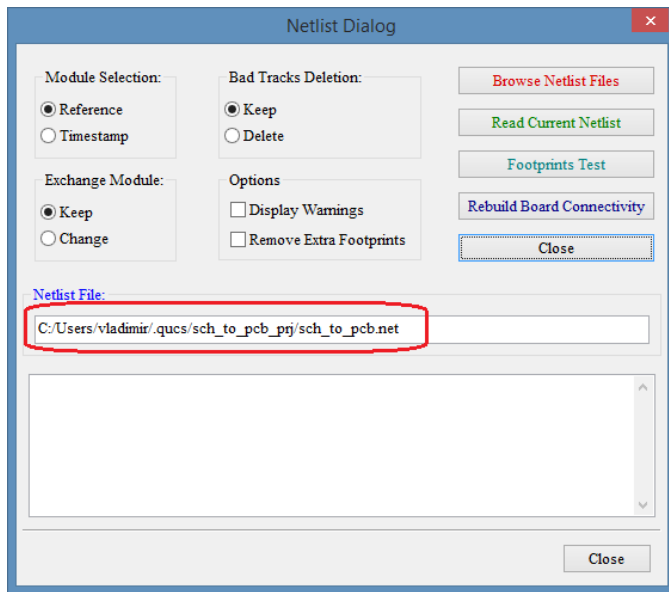


Рис. 28. Диалоговое окно чтения netlist

Осталось нажать кнопку **Close**, когда загрузка файла завершится.

Компоновка рабочего поля в окне KiCAD может смутить вас в первый раз. Но, используя штатные возможности Windows, вы легко найдёте компоненты. Ниже на рисунке они отмечены.

Не уверен, что это нужно проделывать в такой же последовательности, но я выделяю их и переносу на чертёж.

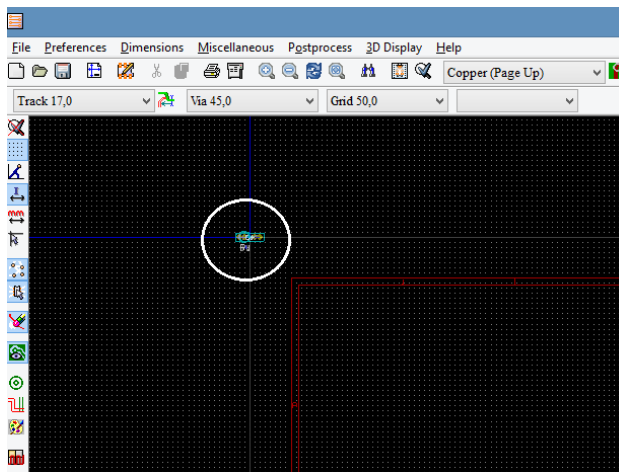


Рис. 29. Первоначальное положение компонентов схемы

При переносе выделение «привязано» к курсору, что позволяет легче понять, где удобнее расположить компоненты.

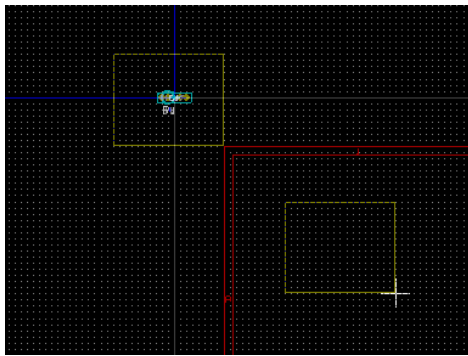


Рис. 30. Перенос компонентов в рабочее поле чертежа

Завершением переноса служит щелчок левой клавишей мышки, открывающий диалог:

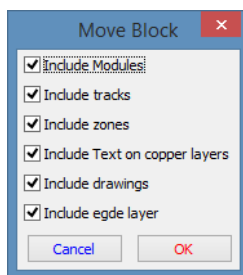


Рис. 31. Диалог состава переносимых компонентов

Вы можете отказаться от каких элементов в диалоге, сняв галочки в соответствующем окошке.

Рабочее поле чертежа достаточно большое, а сами компоненты достаточно маленькие. Не думаю, что в данном случае с ними будет удобно работать. Комфортный вид им можно придать с помощью иконок основной инструментальной панели с рисунками увеличительного стекла и значками «+» и «-» или использовать иконку auto zoom.

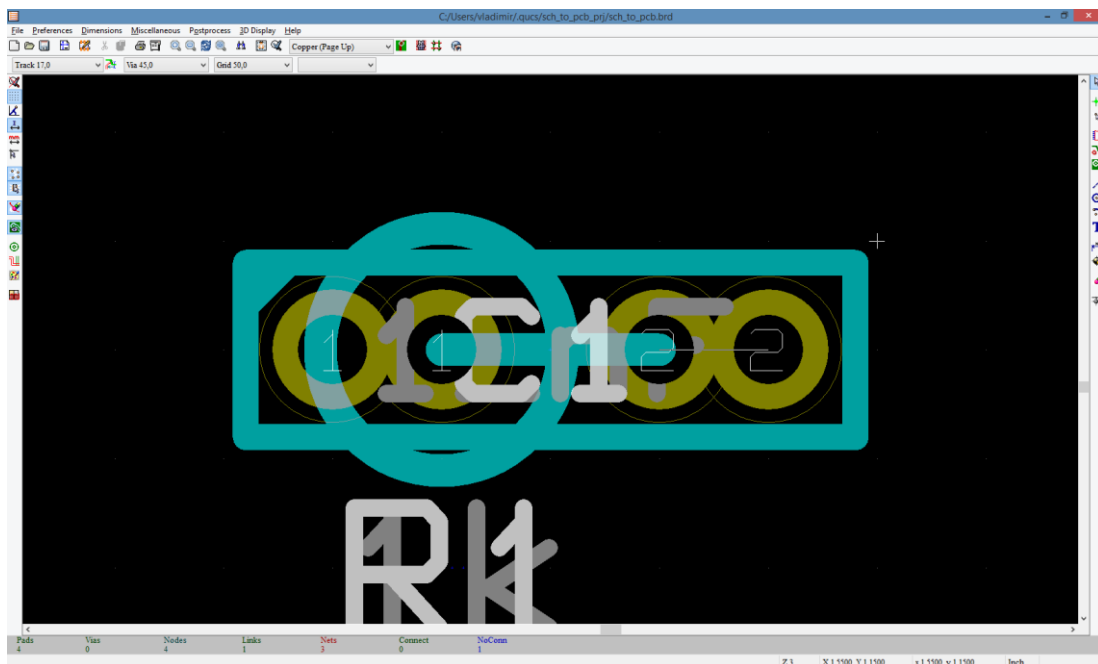


Рис. 32. Вид чертежа, подготовленного к дальнейшей работе

Если теперь щёлкнуть правой клавишей мышки, поместив курсор на резистор, то в выпадающем меню можно определить ряд операций, из которых я сейчас выберу перемещение (move) резистора.

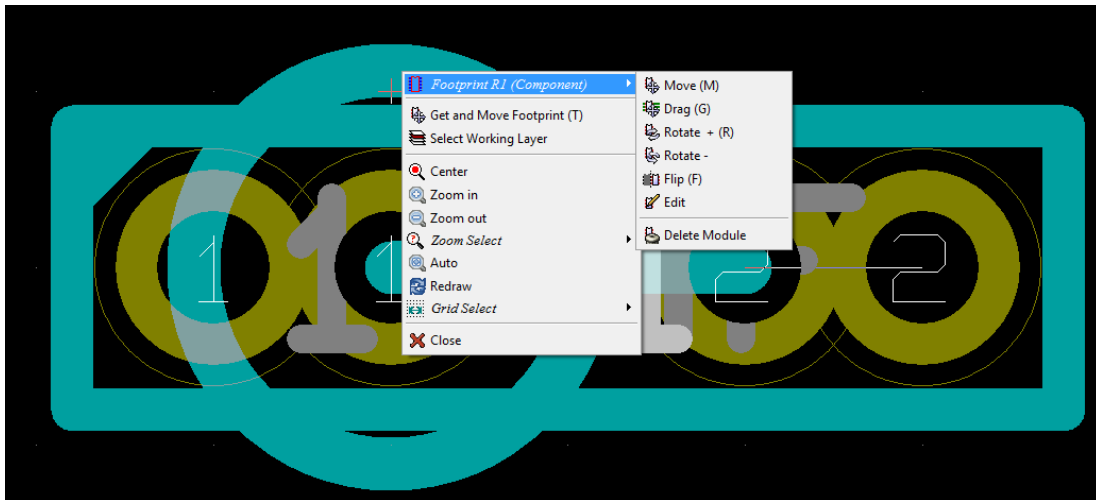


Рис. 33. Выпадающее меню операций с компонентом

При перемещении резистор оказывается «привязан» к курсору, что позволяет легко контролировать место, где его следует оставить. Аналогично можно перенести и надписи, относящиеся к резистору, они имеют свои выпадающие меню. И надписи (reference), относящиеся к конденсатору, тоже можно переместить. В итоге мы получим такой вид:

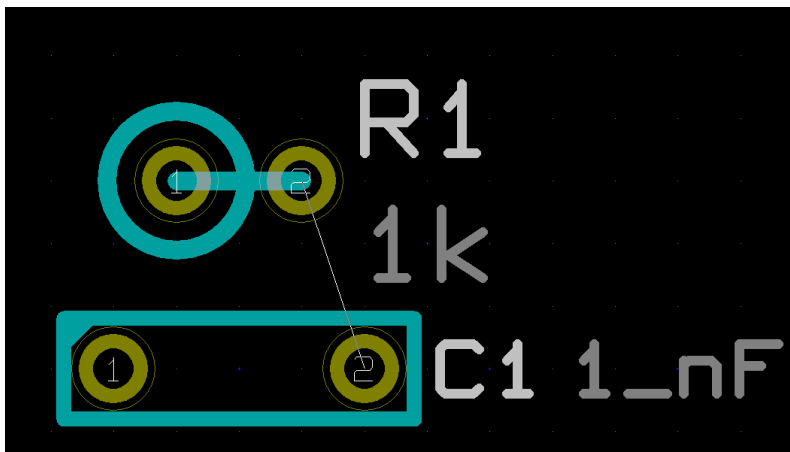


Рис. 34. Вид расположения компонентов схемы

Осталось перейти в режим разводки...

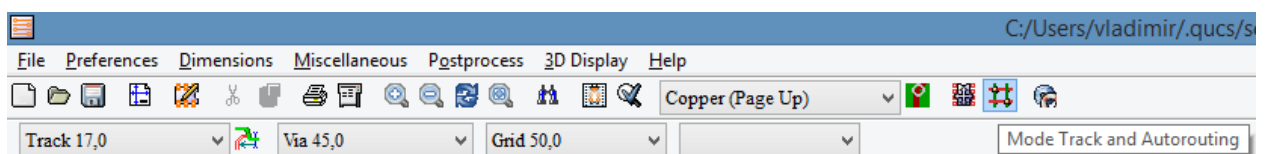


Рис. 35. Иконка разводки соединений

...щёлкнуть правой клавишей мышки по соединению и выбрать автоматическую (autoroute) разводку (например).

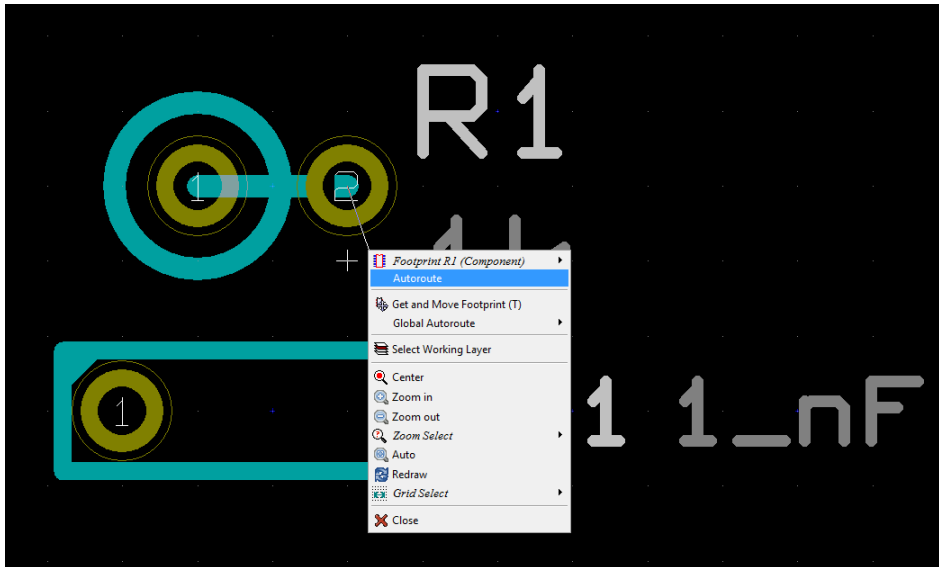


Рис. 36. Выпадающее меню разводки соединений

Результат последней операции появится сразу.

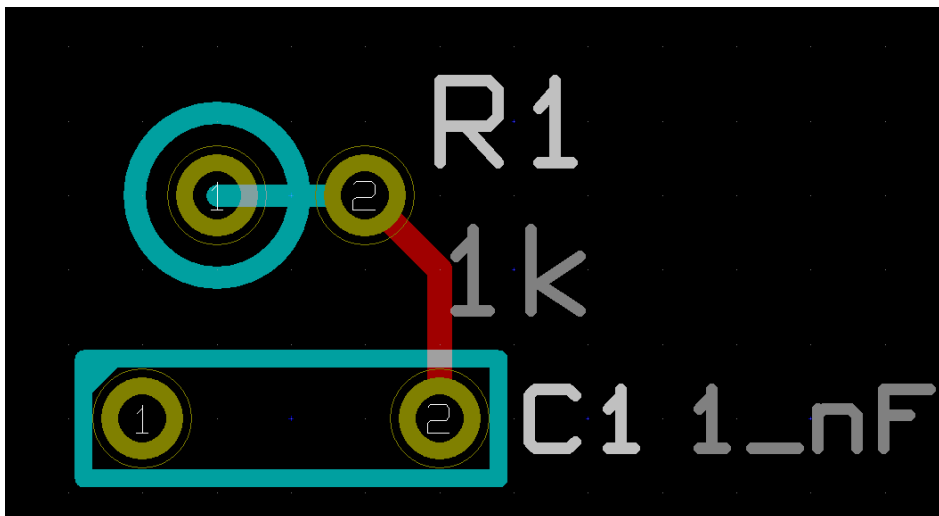


Рис. 37. Окончательный вид разводки схемы

Если вы намеревались всё-таки создавать печатную плату, то вам предстоит проделать значительно больше работы. А для макетирования достаточно этой картинки или распечатанного вида соединений. Они помогут вам разместить все компоненты на макетной плате и проверить правильность соединений. Но в любом случае, обязательно почитайте руководство к программе KiCAD.

Для разводки печатной платы удобно «увидеть» плату, как если бы она была готова и все детали оказались на своих местах. Используйте в основном меню пункт *3D Display*.

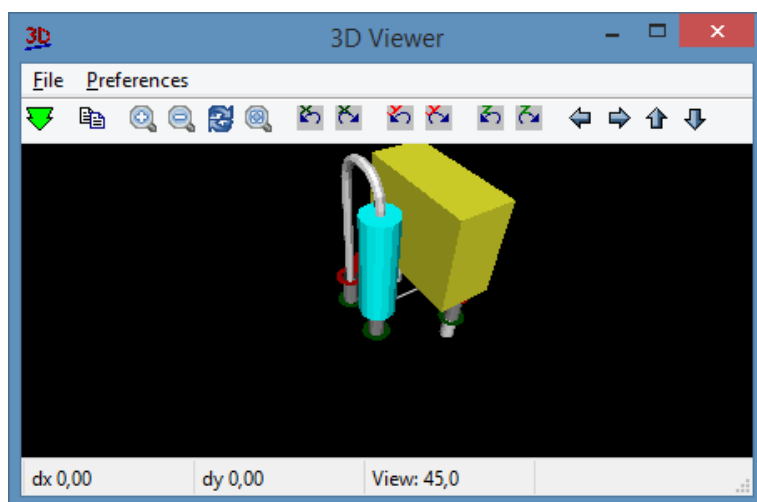


Рис. 38. Трёхмерный вид результата

А мне остаётся сказать только, что я рад, что программа Qucs, очень удобная программа для освоения основ электроники, обновилась и пополнилась ещё одним полезным свойством. Спасибо авторам программы!

Послесловие

Среди примеров к программе есть достаточно важный пример, который покажется, думаю, начинающим любителям неинтересным. Но не всегда они будут начинающими. И тогда есть надежда, что и этот пример покажется им достойным внимания.

Для работы с примером CompiledModels необходимо установить на компьютере Visual Studio Express 2010. Однако попытка установить VS2010 закончилась провалом. Суть в том, что нормальные люди пользуются Windows XP, а не Windows 8.1, как делаю я.

Гарантировано будет устанавливаться версия VS2013, но добрый Microsoft, кто бы сомневался, предлагает установку на чешском, португальском и т.д. языках. Спасибо.

Установка VS2012 Express решает эту часть проблемы.

Итак, о чём речь.

Модели на языке C++

Новая программа QucsStudio позволяет создавать собственные модели на языке C++. Вот пример.

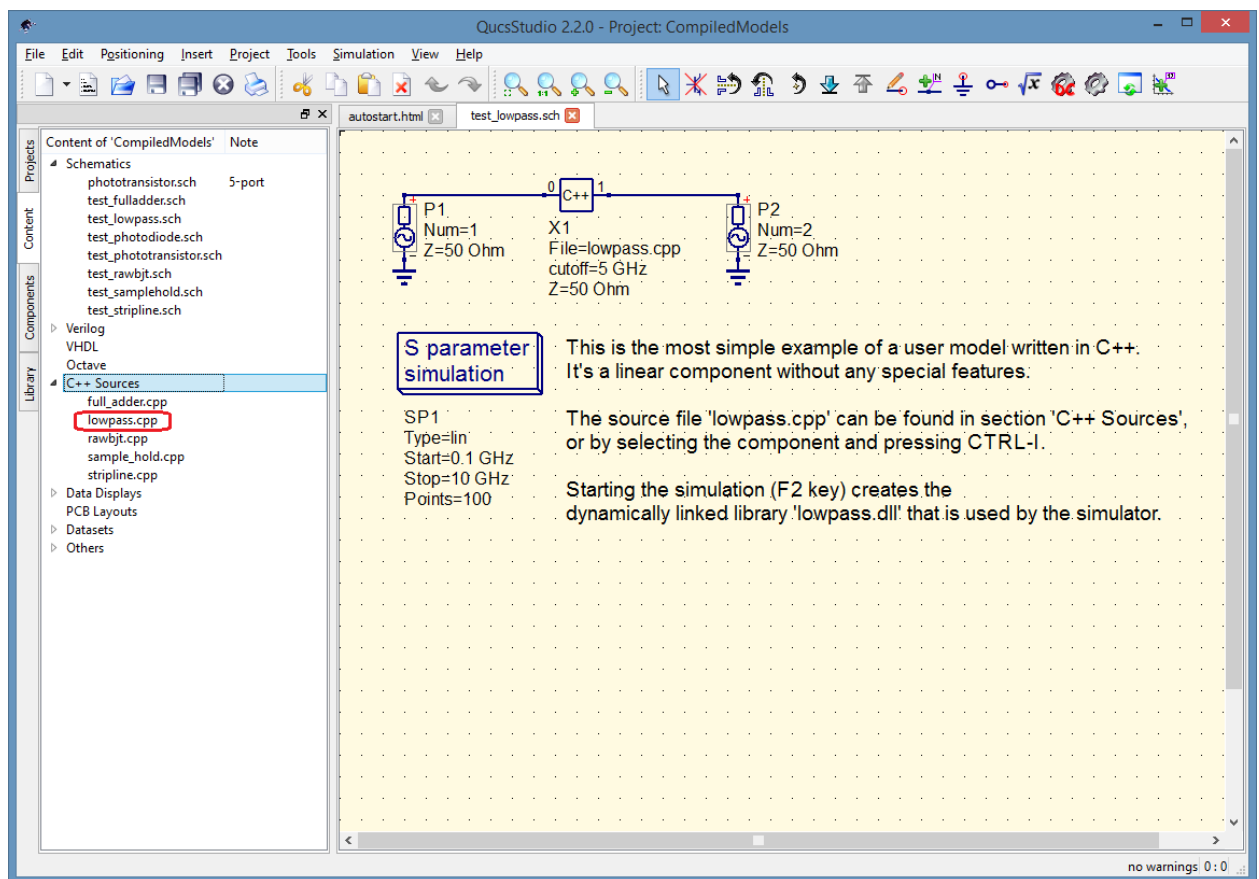


Рис. 39. Один из примеров создания собственной модели

Что написано на чертеже:

Это один из простейших примеров модели пользователя, написанной на C++.

Это линейный компонент без каких-то особенностей.

Исходный файл «lowpass.cpp» можно найти в разделе «C++ Sources» или выбором компонента и использованием горячих клавиш CTRL-I.

Запуск симуляции (F2) создаёт динамически подключаемую библиотеку «lowpass.dll», которая используется симулятором.

Двойным щелчком по указанному файлу можно открыть исходный текст.

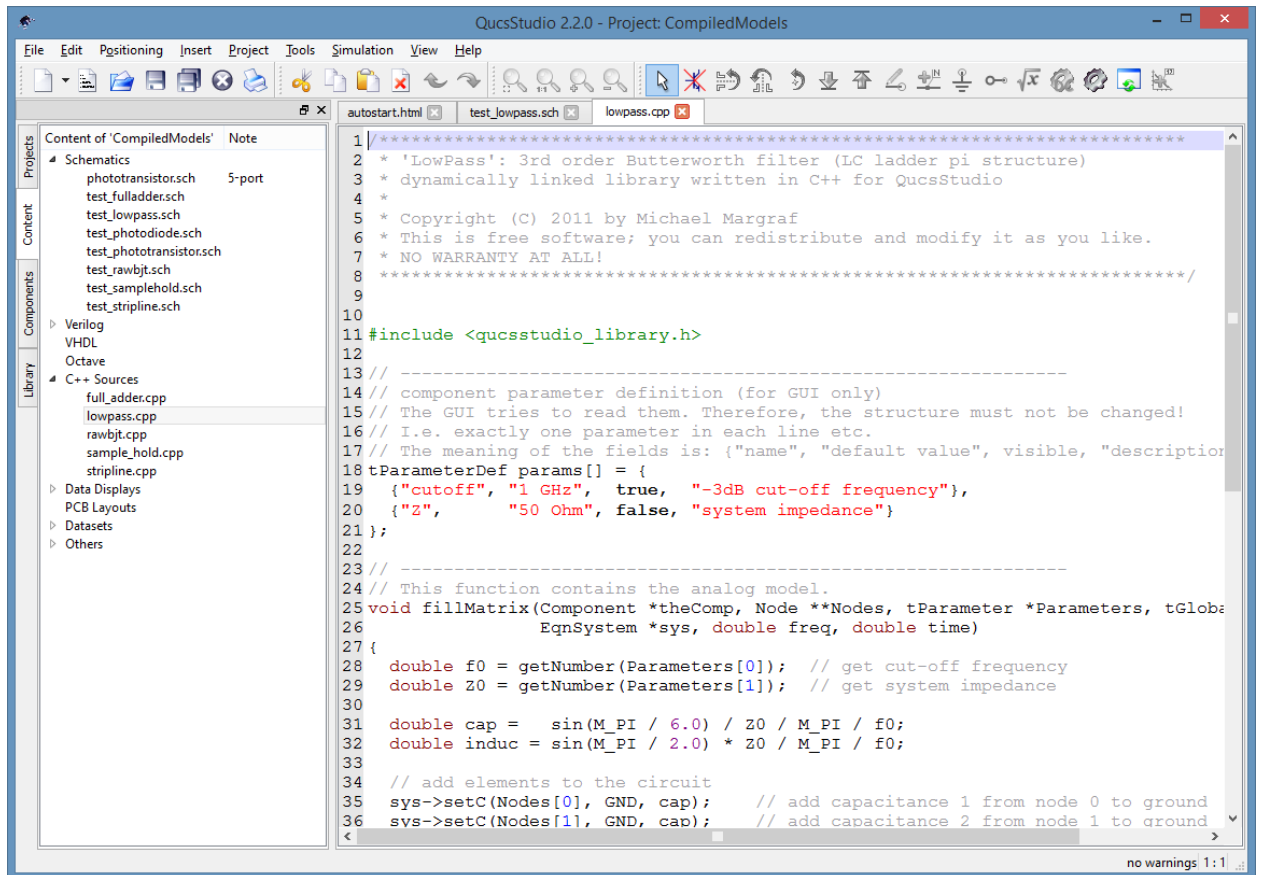


Рис. 40. Исходный текст на C++

Если в данный момент запустить моделирование, то мы получим сообщение об отсутствии компиляции по причине путаницы в пути к компилятору.

Ниже предлагается указать этот путь, используя раздел основного меню *File*, где есть установки приложения (ниже на рисунке отмечен путь к установкам).

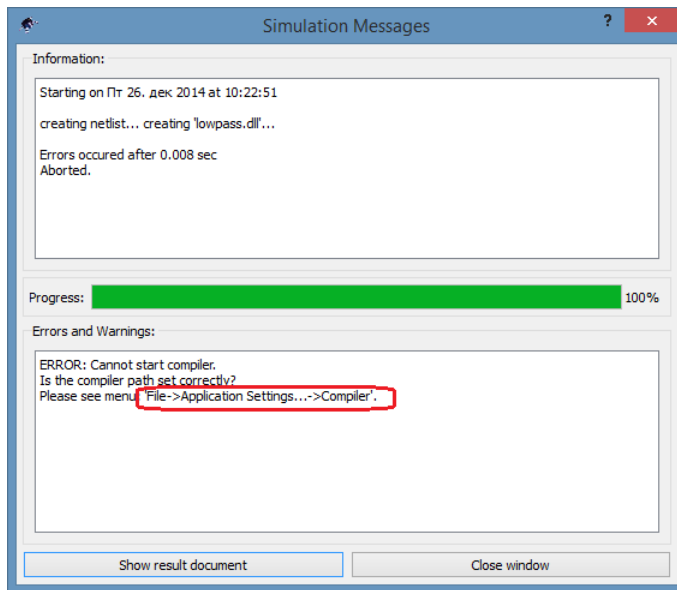


Рис. 41. Сообщение о том, что компилятор не найден

Откроем диалоговое окно настроек.

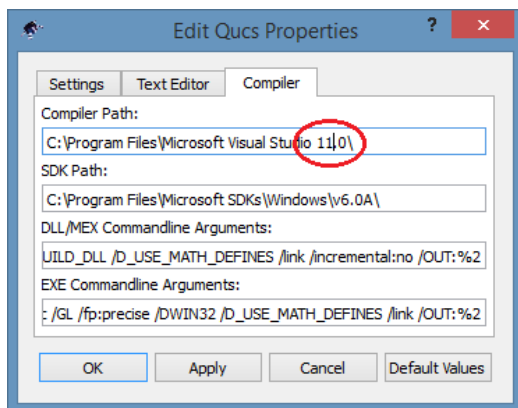


Рис. 42. Диалог, где следует исправить путь к компилятору

Но на этом приключения не заканчиваются. Следующее сообщение касается SDK.

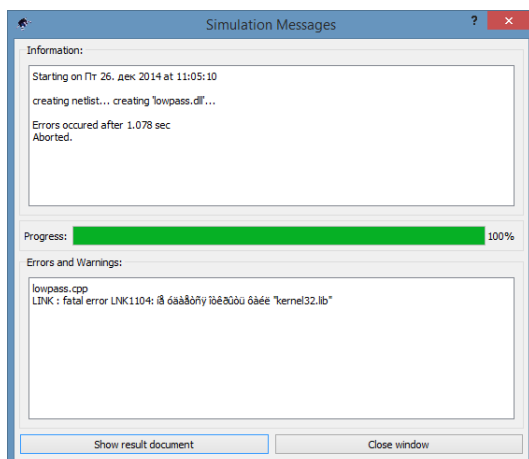


Рис. 43. Сообщение о «потере» нужной библиотеки

Если попытаться установить SDK для VS2012, то вы получите сообщение от установщика о том, что Visual Studio не установлена... Дело, видимо, в том, что необходимые файлы уже есть в Windows 8.1, только в другом месте, в разделе Windows Kits.

Однако мои попытки объяснить это QucsStudio успешными не были. От прошлых опытов с Visual Studio остались разделы в указанном в файле autostart.html месте.

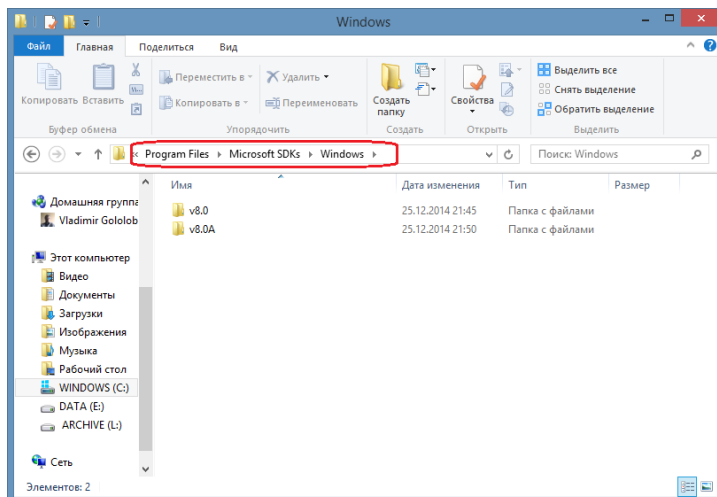


Рис. 44. «Правильное» место расположения файлов библиотек

Скопировав туда файлы kernel32.dll и User32.dll, после нескольких неудачных попыток, исправив в указании пути v6.0A (по умолчанию) на v8.0A, я получаю сообщение о необходимости добавить ещё один файл. Все файлы я поместил в директорию lib.

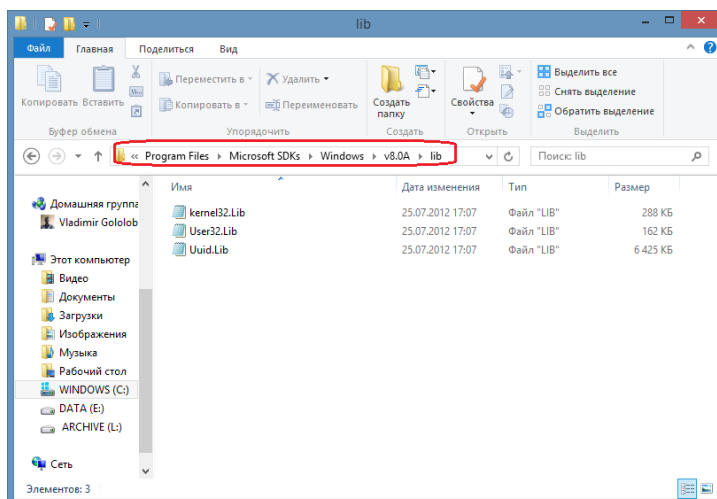


Рис. 45. Расположение файлов библиотек

И это завершилось тем, что нужные графики отображаются после моделирования правильно.

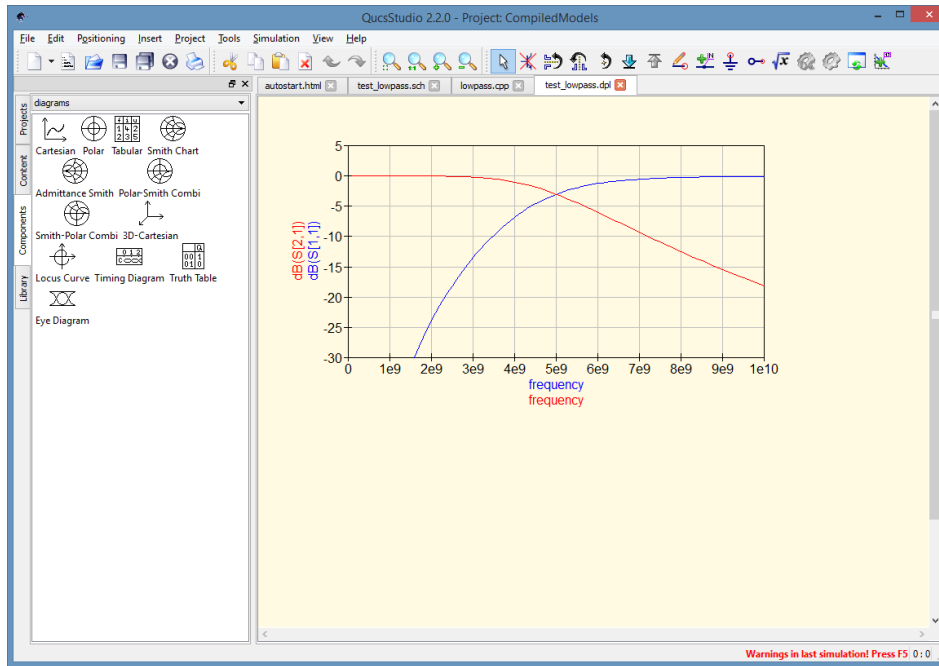


Рис. 46. Конечный результат работы с «собственной моделью»

Я не думаю, что подобное решение разумно. Лучше, если вы намерены работать со своими моделями, использовать Windows XP и VS2010 с установкой соответствующего SDK. Разбирая тексты приведённых примеров, можно освоить этот метод, но для использования моделей на C++ нужно не только прекрасно знать модель, но и хорошо владеть языком C++.

Модели на языке VerilogA

В разделе подсказок описано несколько способов создания своих моделей. Один из них – это использование языка VerilogA. Язык предназначен к этому. Изучение примеров поможет освоить и язык, и подходы к созданию собственных моделей.

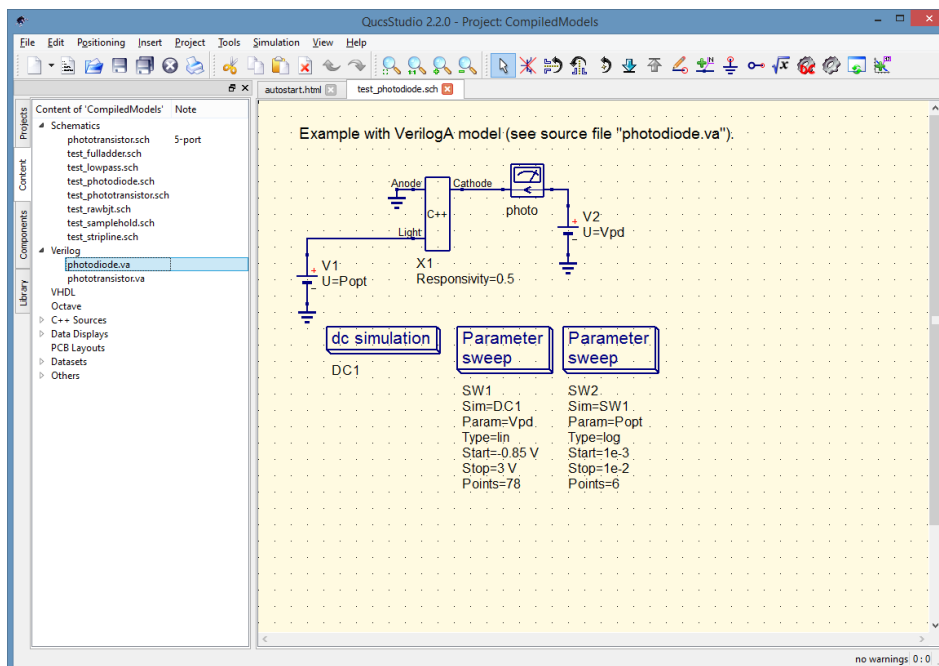


Рис. 47. Пример создание модели с использованием VerilogA

Файл текста photodiode.va открывается двойным щелчком по имени файла. К сожалению, сообщение об ошибках появляется в виде непонятных значков. Так запуск моделирования со страницы текста приводит к появлению сообщения:

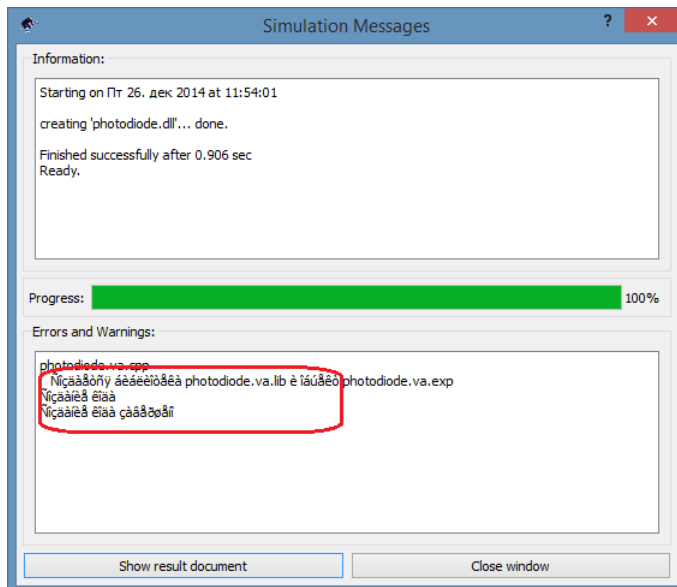


Рис. 48. Сообщение об ошибках

А результат моделирования после запуска со страницы схемы таков:

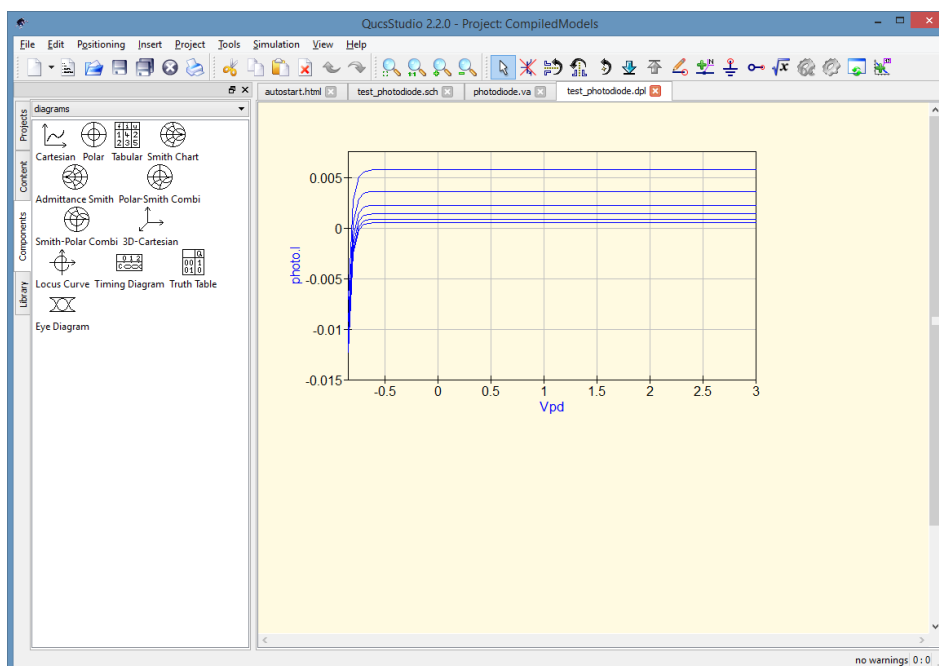


Рис. 49. Результат моделирования схемы

Для написания своих текстов на C++, вероятно, следует использовать Visual Studio. Возможно, что при использовании Windows XP проблем с сообщениями не будет. Но это следует проверить.