

Qucs: Использование свободного ПО для моделирования электронных схем в учебном процессе

Кузнецов В.В., доцент кафедры ЭИУ1-КФ КФ МГТУ им. Н.Э.
Баумана

E-mail: ra3xdh@gmail.com

Крючков Н.М., старший преподаватель кафедры РЭТ МИЭМ НИУ
ВШЭ

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

2014

Цель проекта Qucs

Qucs - это кроссплатформенный open-source моделировщик электронных схем, не уступающий проприетарным аналогам.

Существующее ПО для моделирования электронных схем:

- Проприетарное
 - MicroCAP
 - Multisim (Electronics Workbench)
 - OrCAD
 - LTSpice
- Свободное
 - Qucs
 - GnuCap

Целью проекта Qucs (Quite universal circuit simulator) является создание САПР для моделирования цифровых и аналоговых электронных схем в частотном диапазоне от постоянного тока до СВЧ.

Qucs основан на вновь разработанном ядре моделирования (M. Margraf и S. Jahn, Технический университет Берлина). Проект реализован на C++. Графический интерфейс программы основан на фреймворке Qt4.

Руководители проекта: F. Schreuder и G.-B. Torri

Сайт проекта <https://qucs.sourceforge.net>

Репозиторий проекта на Github: <https://github.com/Qucs/qucs>

Сравнение ПО для моделирования электронных схем

	MicroCAP	Qucs	MultiSim
Моделирование в частотной и временной области	+	+	+
Анализ КЧХ, S-параметров	-	+	-
Цифроаналоговое моделирование	+	±	+
Связь с ПО для проектирования ПП	-	-	+
Включение в схему математических уравнений	+	+	-
Скорость расчётов	высокая	низкая	низкая
Ядро моделирования	Spice	qucsator	Spice
Лицензия	коммерческое	open-source	коммерческое
Формат файла	двоичный	текстовый (XML)	двоичный

Виды моделирования:

- Моделирование на постоянном токе (DC analysis)
- Моделирование на переменном токе (AC analysis)
- Моделирование переходного процесса (Transient analysis)
- Моделирование S-параметров
- Параметрический анализ (Parameter sweep)
- Цифровое моделирование

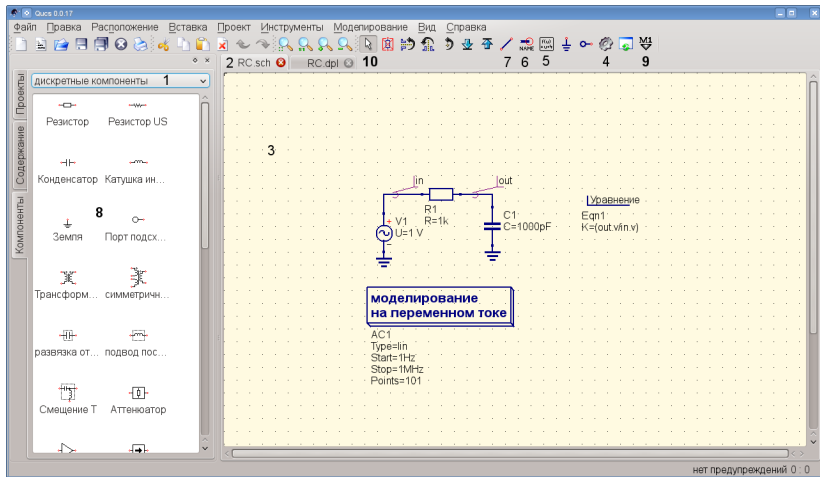
Способы визуализации данных:

- Двухмерный график в декартовых координатах
- Трёхмерный график в декартовых координатах
- Диаграмма в полярных координатах
- Диаграмма Смита
- Табличная форма

Qucs использует собственный язык описания моделей электронных компонентов. Имеется поддержка Spice, Verilog и VHDL-моделей. Параметры моделей совместимы со Spice.

- Пассивные компоненты: резисторы, конденсаторы, индуктивности, трансформаторы
- Полупроводниковые дискретные компоненты: биполярные транзисторы, полевые транзисторы, МОП-транзисторы, диоды, стабилитроны, тиристоры.
- СВЧ-компоненты: СВЧ-транзисторы, микрополосковые линии передачи, коаксиальные линии, волноводы
- Файловые компоненты: заданное уравнением устройство, схема, устройство, заданное Spice-моделью
- Цифровые компоненты

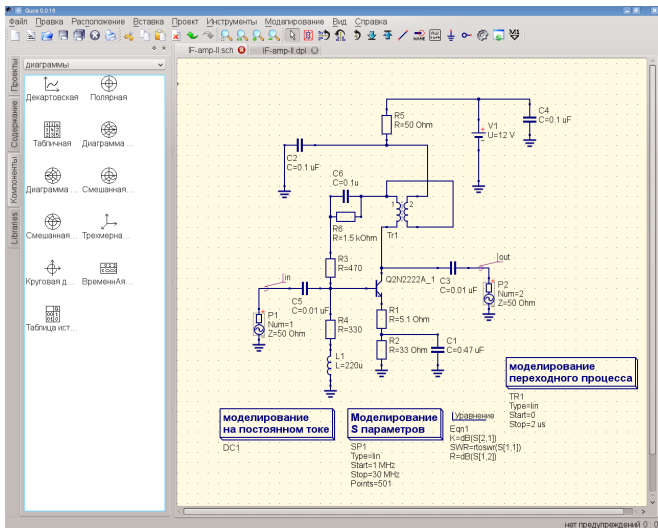
Главное окно Qucs



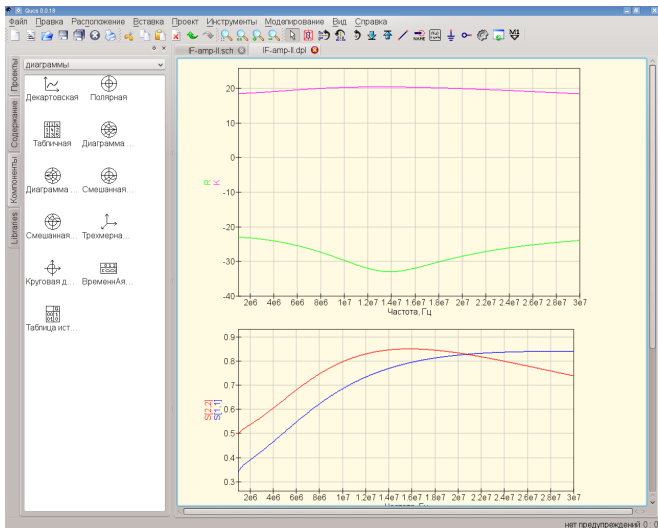
- 1 — выпадающий список с типами компонентов, видов моделирования и диаграмм; 2 — вкладки с открытыми схемами; 3 — рабочая область; 4 — кнопка запуска моделирования; 5 — кнопка вставки уравнения; 6 — кнопка вставка имени узла; 7 — кнопка вставки проводов; 8 — область выбора компонентов; 9 — кнопка вставки маркера на график; 10 — кнопка перехода в режим выделения компонентов

- Синтез пассивных фильтров
- Синтез активных фильтров (в стадии разработки, ожидается включение в релиз 0.0.19)
- Расчёт длинной линии (микрострипной, коаксиальной, волновода)
- Библиотека компонентов
- Создание цепей с согласованным импедансом
- Синтез аттенуаторов
- Справочник по цветовой маркировке резисторов

Пример модели. Усилитель радиочастоты в Qucs

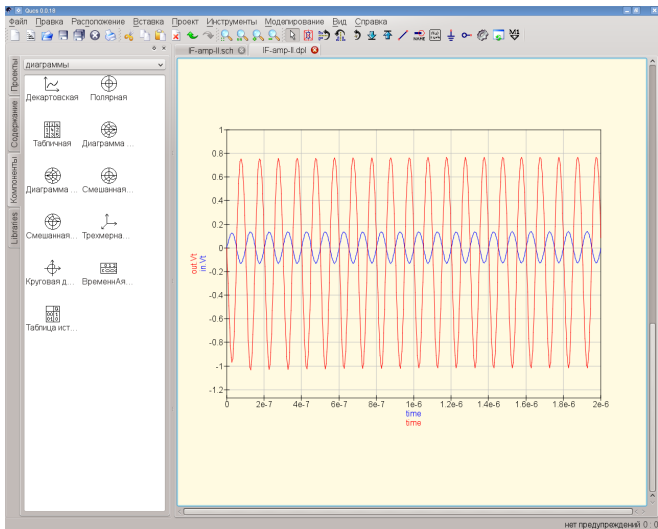


Результат моделирования УРЧ



Частотные зависимости коэффициента передачи, коэффициентов отражения по входу и по выходу и обратного затухания

Результат моделирования переходного процесса



Новые функции программы, добавленные в релизе 0.0.18

- Улучшена поддержка Verilog и совместимость со Spice.
- Переход на QSettings для хранения настроек
- Добавлена боковая панель с библиотечными компонентами
- Реализован список недавних открытых документов в главном меню.
- Реализован экспорт графиков, схем в растровые и векторные форматы: PNG, JPEG, PDF, EPS, SVG, PDF+LaTeX.
- Возможность открытия документа схемы из будущей версии программы. Функция отсутствует в коммерческом ПО.
- Исправлены баги, связанные с зависанием моделировщика при определённых условиях
- Продолжается портирование интерфейса на Qt4.
- В настоящее время ведётся разработка средства синтеза активных фильтров для Qucs.

Главное окно утилиты для синтеза активных фильтров

The screenshot shows the 'qucsactivefilter' utility window. It is divided into three main sections:

- Filter parameters:** A list of input fields for defining filter characteristics:
 - Passband attenuation, A_p (dB): 3
 - Stopband attenuation, A_s (dB): 20
 - Cutoff frequency, F_c (Hz): 1000
 - Stopband frequency, F_s (Hz): 1200
 - Passband ripple R_p (dB): 3
 - Passband gain, K_v (dB): 0
 - Filter order: 5
- Transfer function and Topology:** Configuration options:
 - Approximation type: Butterworth
 - Manually define transfer function: (checkbox)
 - Filter type: LowPass
 - Filter topology: Multifeedback (MFB)
 - Calculate and copy to clipboard: (button)
- General filter amplitude-frequency response:** A graph showing gain K (dB) versus frequency F (Hz). The curve shows a passband with ripple R_p , a cutoff frequency F_c , and a stopband with attenuation A_s . The stopband frequency F_s is also indicated.
- Filter topology preview:** A circuit diagram of a Multifeedback (MFB) filter. It features an operational amplifier (OP1) with an inverting input connected to a network of resistors (R_1, R_2, R_3) and capacitors (C_1, C_2). The input is labeled 'input' and the output is labeled 'output'. A voltage source V_1 is connected to the input.
- Filter calculation console:** A large empty text area at the bottom of the window.

Исходный код доступен на Github:

<https://github.com/QuCS/qucs/tree/ra3xdh-activefilter>

- В КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Конструирование и производство радиоэлектронной аппаратуры»:
 - Лабораторные работы по курсу «Радиотехнические устройства и системы»: <https://github.com/ra3xdh/RTUiS-labs>
 - Семинары по курсу «Электромагнитная совместимость» <https://github.com/ra3xdh/EMC-RPD>
 - Семинары по курсу «Основы телекоммуникационных устройств»
- Курсовое и дипломное проектирование в МИЭМ НИУ ВШЭ на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации»
- Моделирование электростатического разряда в Qucs использовалось автором в процессе диссертационного исследования «Метод обеспечения функциональной надежности печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов при воздействии электростатических разрядов»

Спасибо за внимание!