

В дальнейшем предстоит большая работа по наполнению содержимым закладок, ссылок, обновленных фотографий, графиков работы преподавателей, расписаний студентов, результатов работы по рейтинговой системе и т.д.

В настоящее время сайт находится на бесплатном хостинге, что позволяет экспериментировать с адаптацией сайта под современные устройства и гаджеты. Новая структура позволит легко ориентироваться по сайту и получать нужную и достоверную информацию. В дальнейшем подразумевается полный открытый доступ для всех желающих, которые смогут найти нужную ссылку через сайт университета.

#### Список литературы:

- [1] Ломов А. HTML, CSS, скрипты: практика создания сайта. – БХВ – Петербург, 2007.
- [2] <http://harahabr.ru>

*А.П. Диденко, А.В. Рубцов, Т.В. Гордяскина*  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## **МЕТОДИКА СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ CIRCUIT DESIGN SUITE 10.0**

Ключевые слова: сквозное проектирование, радиоэлектронные системы.

В работе рассматривается методика сквозного проектирования радиоэлектронных систем в программной среде Circuit Design Suite 10.0

В настоящее время многие сферы человеческой деятельности связаны с использованием различных радиотехнических устройств. Повышение функциональных возможностей и надежности радиотехнических устройств достигается применением методов сквозного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Данный метод подразумевает передачу результатов от одного этапа разработки радиоэлектронного средства (РЭС) на следующий, выполняемый в единой проектной среде. При этом все изменения, вносимые на любом этапе, должны отображаться во всех составляющих проекта. Такой принцип позволяет соблюдать целостность проекта, и отслеживать все его изменения.

В процессе проектирования РЭС можно выделить несколько этапов:

- 1) Разработка технического задания, включающего функциональные возможности, структуру и основные технические параметры системы.
- 2) Выбор элементной базы разрабатываемого РЭС.
- 3) Разработка схемы электрической принципиальной РЭС. Расчет режимов работы.
- 4) Математическое моделирование процесса функционирования схемы с использованием программных средств. Исследование технических параметров схемы с помощью виртуальных приборов.
- 5) Конструкторская разработка печатного узла РЭС.
  - Разработка конструкции печатной платы (ПП).
  - Упаковка схемы электрической принципиальной на плату.
  - Размещение компонентов на печатной плате в соответствии с требованиями по электромагнитной совместимости (ЭМС) и надежности узла.
  - Трассировка платы в соответствии с классом точности ПП.
  - Разработка конструкторской документации на РЭС.

Рассмотрим методику проектирования РЭС на примере аналоговой линейной радиотехнической цепи – фильтра низких частот.

1. Требуется создать систему отвечающую следующим условиям Рис. 1.

2. Данному алгоритму функционирования соответствует фильтр низкой частоты (ФНЧ). В качестве компонентов ФНЧ выбираем элементы  $R$ ,  $L$ ,  $C$  – аналоговые линейные системы (RC и LR).

3. Среди доступных схемных решений, наиболее предпочтительным, с точки зрения технологии проектирования РЭС, будет выбор RC фильтра (рис. 2а), легко реализуемого на малой площади платы. Его аналогом является LR Фильтр, изображенный на Рис. 2б.

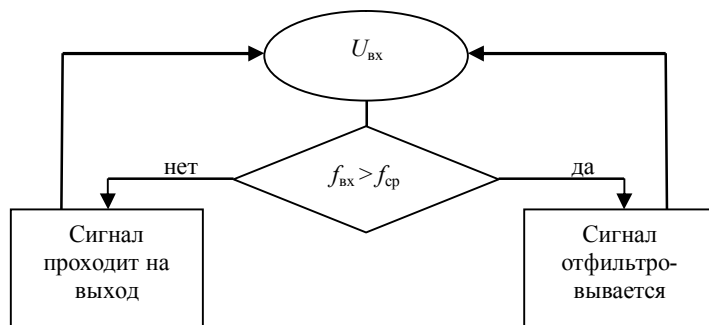


Рис. 1. Алгоритм функционирования проектируемого РЭС

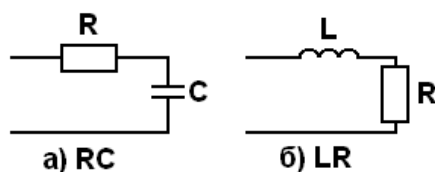


Рис. 2. Примеры линейных аналоговых ФНЧ

Пусть частота среза ФНЧ  $f_{\text{среза}} = 10 \text{ кГц}$ , тогда приняв сопротивление резистора  $R = 5 \text{ Ом}$ , величина индуктивности найдется из соотношения  $f_{\text{ср}} = \frac{1}{2\pi RC}$  и будет численно равна  $C \approx 1,5 \text{ мкФ}$ .

4–5. В качестве средств моделирования рассматривается проблемно ориентированный пакет Circuit Design Suite 10.0, включающий в себя средства моделирования и диагностики радиоэлектронных узлов и устройств Multisim, а также средства разработки печатных плат Ultiboard. Данная программная среда обладает следующими достоинствами:

1. Широкие возможности анализа и диагностики.
2. Объемная база радиоэлектронных компонентов.
3. Возможность создания своих баз, основываясь на справочных изданиях. Для этого есть возможность задания физических параметров элементов в Multisim, а также корпусов к ним в Ultiboard.
4. Интегрированная база форматов, позволяющая среде взаимодействовать с другими конструкторскими программами.

Недостатком является отсутствие возможности создания конструкторской документации к проекту, но этот недостаток решается за счет интегрированных форматов.

Общая целостность обоих пакетов входящих в Circuit Design Suite, предоставляет широкие возможности в разработке РЭС.

Рассмотрим моделирование работы ФНЧ на примере RC – цепи в Multisim.

Исследуемая схема изображена на рис. 3.

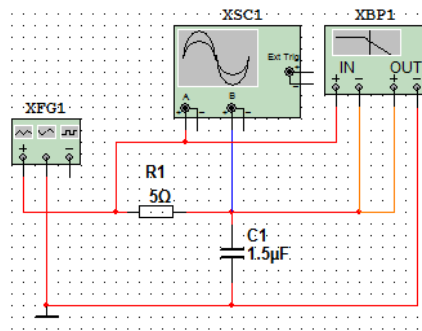


Рис. 3. Исследование параметров RC – цепи в Multisim

На данном этапе схема является лишь моделью, также как и элементы, ей принадлежащие. Одним из пунктов конструкторской разработки, является выбор не только физических параметров, но и геометрических, а именно выбор корпусов для элементов, располагаемых на плате. Именно из этих соображений использование LR фильтра является неразумным в техническом плане, т.к. катушка труднореализуема как компонент интегральной системы. Результатом данного моделирования является исследование параметров цепи и входных и выходных сигналов.

Дальнейшим этапом разработки РЭС является проектирование печатного узла РЭС. При переходе от математической модели электрической принципиальной схемы РЭС к созданию печатной платы необходимо сопоставить конкретному элементу реальный корпус. В Multisim данная операция проводится в свойствах компонента меню Edit Footprint, внешний вид базы данных во время присвоения резистору корпуса RES1300-700x250 представлен на рис. 4.

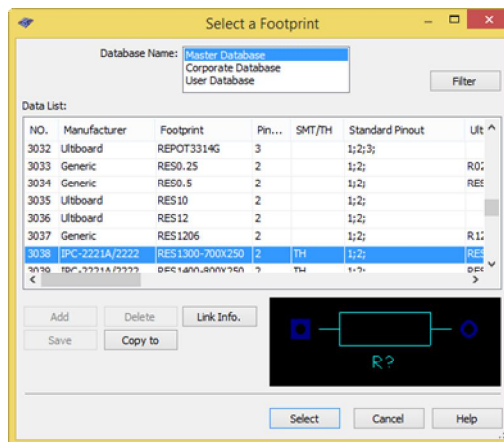


Рис. 4. Окно базы данных Circuit Design Suite

После того, как элементу был присвоен корпус, цвет его обозначения на схеме изменится на синий, и элемент станет «реальным». Данная процедура необходима лишь для ограниченного числа элементов, полупроводниковым приборам, программируемым и логическим компонентам уже присвоены необходимые корпуса. В проектируемой схеме убраны виртуальные приборы, вход и выход схемы обозначен коннекторами J1, J2. Фильтр в виде готовой модели радиотехнического узла изображен на рис. 5.

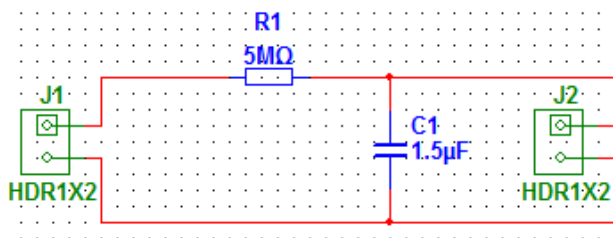


Рис. 5. Модель РЭС, готовая к размещению на плате

Для работы над структурой платы и размещением на ней разработанной схемы необходимо создать аннотационный файл, содержащий информацию об элементах и их соединениях. Процесс создания файла импорта из Multisim в Ultiboard проводится с помощью команды меню Transfer (рис. 6).

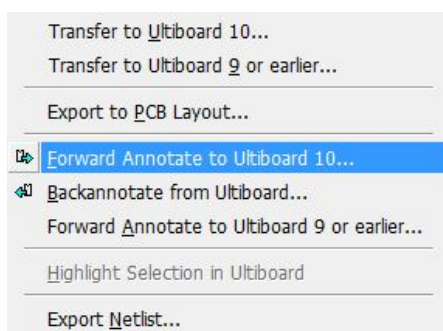


Рис. 6. Окно выбора режима экспорта файла

Экспортируемый файл необходимо открыть в программе разработки печатных плат Ultiboard и выбрать параметры схемы в соответствии с классом точности согласно ГОСТ 23751-86 [2]. Пример выбора параметров схемы приведен на рис. 7. Выбор компонентов схемы, подлежащих размещению на макете печатной платы (ПП) приведен на рис. 8.

После выбора параметров проекта проводится процесс разработки ПП:

- 1) Устанавливаются форма и размеры платы в соответствии с ГОСТ 10317-79 [2].
- 2) Размещаются компоненты конструкции в соответствии с ГОСТ 23751-86 [1].
- 3) Проводится нанесение проводников, параметры которых определяются в ГОСТ 23751-86 [1].

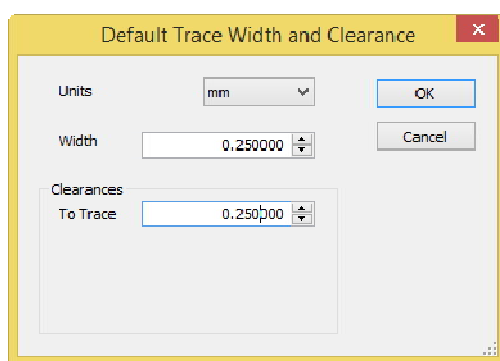


Рис. 7. Выбор класса точности проектируемой схемы

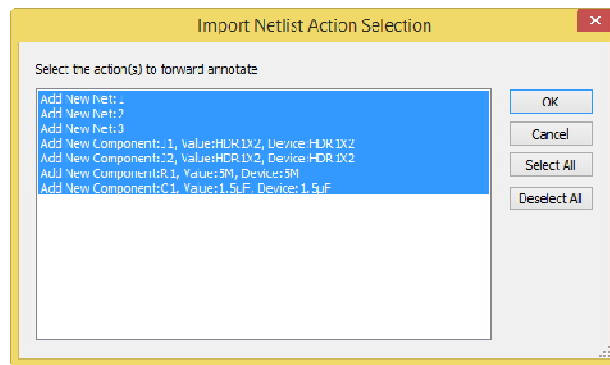


Рис. 8. Окно списка импортируемых на плату элементов

Среда разработки Ultiboard использует различные слои (трассировки, шелкографии и т.д.) и фильтры (активация работы с компонентами, контактными площадками и т.д.) перечень основных доступных слоев и иконки фильтров приведены на рис. 9.

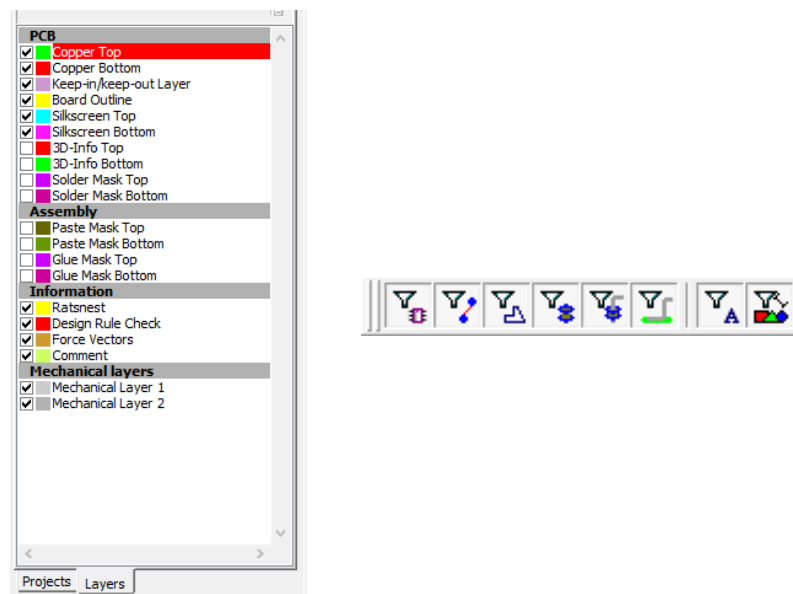


Рис. 9. Окно выбора слоев и фильтров в Ultiboard

Активация параметров платы производится при нажатии по ней правой клавишей мыши, при активном рабочем слое. Прочие параметры проекта касающиеся платы задаются во вкладке меню Options->PCB Properties. Для случая с RC фильтром выбраны параметры платы 45 мм x 18 мм (рис. 10), где X и Y координаты платы на рабочей области.

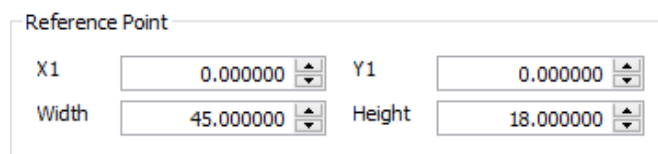


Рис. 10. Параметры печатной платы

Далее проводится размещение компонентов на печатной плате. Компоненты выделяются полностью вместе с контактными площадками. Требования к конкретной конструкции определяется согласно ГОСТ 23751-86. На рис. 11 представлено размещение RC схемы на подготовленной плате без трассировки проводников.

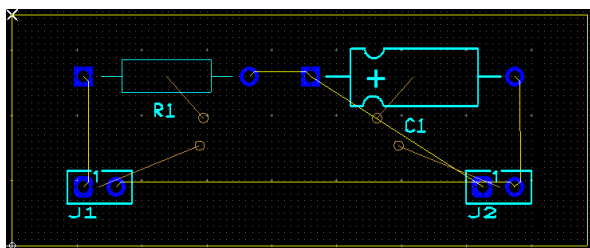


Рис. 11. Вид платы после размещения компонентов

Средствами Ultiboard предоставлены возможности как ручной так и автоматической трассировки проводников, обладающей возможностью редактирования параметров трассировки, выбора возможной оптимизации, а также возможности трассировки шин. На рис. 12 изображены компоненты на печатной плате соединенные между собой проводниками, проложенными автотрассировкой, а также представление их в 3D.

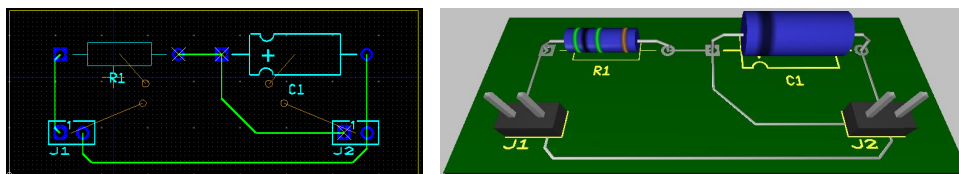


Рис. 12. Трассировка печатного узла и его 3D вид

Конечным этапом создания печатных плат является разработка корпуса РЭС, возможность которой обусловлена средствами импорта в мощные конструкторские средства, таких как AutoCAD и запуск на производство самой платы. Именно возможностью обеспечивать взаимосвязь с многими конструкторскими средствами разработки (с учетом требований ЕСКД), и обусловлена эффективность пакета Circuit Design Suite в сквозном проектировании радиоэлектронных компонентов, и печатных плат.

Изучение рассмотренной методики сквозного проектирования студентами специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» в дисциплине «Технологии проектирования РЭС» позволит будущим специалистам не только изучить основы функционирования, но и приобрести навыки сквозного проектирования РЭС.

#### Список литературы:

- [1] MSM9-E-1790 Rev. 1 (C) 2005 Electronics Workbench Corporation. All rights reserved. Published November 2005. Printed in Canada.
- [2] ГОСТ 23751-86 «Основные параметры конструкции».
- [3] ГОСТ 10317-79 «Платы печатные. Основные размеры».