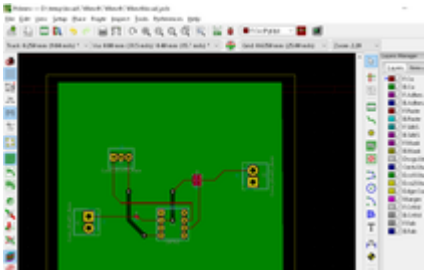
Аналоговая и цифровая схемотехника

Lecturers:
Полина Терентьева
Андрей Белов

Assistants:
Павел Серегин



Language:
Русский

Credit points:
3 з.е.

Monitoring type:
Зачет

Educational Program:
Беспроводные технологии
7 семестр
Беспроводные технологии (магистратура)
1 семестр

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
16	16	
*1 academic hour = 45 minutes		

Для современной электроники характерна необходимость уметь решать типовые задачи, относящиеся к различным областям, с широким применением средств компьютерного моделирования и программирования.
Так, современная радиотехническая система обычно одновременно включает в себя низко- и высокочастотные аналоговые электронные схемы, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и/или другие программируемые микросхемы (микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры), встраиваемое программное обеспечение (ПО) и внешнее ПО с графическим интерфейсом пользователя для удаленного управления устройством.
Целью данного курса является практическое знакомство студентов с часто встречающимися аспектами прикладной электроники с использованием распространенного свободного программного обеспечения. Особенностью курса является широкий охват различных тем, включающих в себя:
- знакомство с программами моделирования электронных схем (Qucs, QucsStudio)
- анализ и синтез линейных фильтров и усилителей (Qucs, QucsStudio)
- анализ нелинейных схем (Qucs, QucsStudio)
- основные задачи цифровой обработки сигналов (применение преобразования Фурье, линейные и нелинейные цифровые фильтры, элементы обработки изображений)(Scilab, Octave, Lazarus)
- основы разработки программ с графическим интерфейсом пользователя (GUI), управляемых событиями (event driven)(Lazarus) - разработка печатных плат (KiCad)
- введение в программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)
- программирование микроконтроллеров (stm32 discovery board, C++, os mbed)
Полученные навыки моделирования электронных схем в Qucs, QucsStudio будут в дальнейшем использоваться и в практических занятиях по курсу ВЧ и СВЧ электроники.

Course content

Аналоговая и цифровая схемотехника

Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
1. Схемотехника		
1.1. Основы работы в программе моделирования электронных схем Qucs. Линейные цепи. Аналоговые пассивные фильтры. Временные и частотные характеристики фильтров. Анализ и синтез пассивных фильтров.	2	2
1.2. Диоды. Статические и динамические характеристики диодов. Амплитудный детектор. Удвоитель напряжения. Разновидности диодов и их применение.	2	2
1.3. Транзисторы 1. Биполярные транзисторы (BJT), полевые транзисторы (FET), биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT). Транзисторный ключ. Мостовые транзисторные схемы. Широтно-импульсная модуляция ШИМ.	2	2
1.4. Транзисторы 2. Усилители с ОЭ, ОК и ОБ. Генераторы.	2	2
1.5. Операционные усилители (ОУ) 1. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Скорость нарастания. Однополярное питание ОУ.	2	2
1.6. Операционные усилители (ОУ) 2. Нелинейные схемы на ОУ. Активные фильтры на ОУ. Генераторы.	2	2
1.7. Нелинейные эффекты 2 и 3 порядка в электронных схемах и их моделирование. Смесители.	2	2
2. Цифровая обработка сигналов (ЦОС)		
2.1. Дискретизация. Квантование. Характеристики АЦП. Дискретное преобразование Фурье. Дополнение нулями. Окна. Комплексные сигналы и преобразование Гильберта.	2	2
2.2. Цифровые фильтры 1. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ). Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Анализ и синтез фильтров.	2	2
2.3. Цифровые фильтры 2. Медианный фильтр. 2-мерные фильтры.	2	2
3. Элементы программирования		
3.1. Основы разработки программ с графическим интерфейсом пользователя, управляемых событиями (Lazarus)	2	2
3.2. Элементы цифровой обработки изображений (Lazarus, Octave)	2	2
4. Микроконтроллеры		
4.1. Микроконтроллеры 1. Операционная система Mbed. Mbed инструменты командной строки (Mbed CLI). Потоки, прерывания.	2	2
4.2. Микроконтроллеры 2. Интерфейсы SPI, I2C. Последовательный порт (UART). Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС, FPGA).	2	2
5. Разработка печатных плат		
5.1. Разработка печатных плат (KiCad).	2	2

Recommended resources

Основная литература:

1. Титце У. Полупроводниковая схемотехника. (1980) [Djv-12.7M] Справочное руководство. Авторы: Ульрих Титце, Кристоф Шенк (U. Tietze, Ch. Schenk). Перевод с немецкого под редакцией А.Г. Алексенко. http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE_Ul'rih/_Titce_U..html
2. Фолкенберри Л.М. Применения операционных усилителей и линейных ИС. (An introduction to operational amplifiers with linear IC applications, 1982) [Djv-14.8M] [Pdf-28.1M] Автор: Лусис М. Фолкенберри (Luces M. Faulkenberry). Перевод с английского Л.М. Наймарка под редакцией М.В. Гальперина. Художник В.Е. Карпов. (Москва: Издательство «Мир»: Редакция литературы по информатике и электронике, 1985) http://publ.lib.ru/ARCHIVES/F/FOLKENBERRI_Lusis_M/_Folkenberri_ L.M..html http://www.radioscanner.ru/files/electronics/file5313/
3. Асеев Б.П. Колебательные цепи.1955, http://publ.lib.ru/ARCHIVES/A/ASEEV_Boris_Pavlovich/_Aseev_B.P..html

4. «Цифровая схемотехника и архитектура компьютера» Дэвида Харриса и Сары Харрис
   http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf

Дополнительная литература по схемотехнике:

1. Пейтон А.Дж. Аналоговая электроника на операционных усилителях. (Analog Electronics with Op Amps. A Source Book of Practical Circuits) [Djv- 9.6M] Авторы: А.Дж. Пейтон, В. Волш. Перевод с английского В.Л. Григорьева. Редактор перевода А.П. Молодяну. Производственно-техническое издание. (Москва: БИНОМ, 1994)
   http://publ.lib.ru/ARCHIVES/P/PEYTON_A._Dj/_Peyton_A.Dj..html
2. Гололобов В.Н., Экскурсия по электронике. - Москва 2008.

Основная литература по ЦОС:

1. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов,
   http://publ.lib.ru/ARCHIVES/L/LAYONS_Richard/Layons_R._Cifrovaya_obrabotka_signalov.(2006). [djv-fax].zip, https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85526.pdf, http://www.radioscanner.ru/files/signals-analysis/file12662/
   В частности неплохо обсуждаются комплексные/аналитические сигналы и преобразование Гильберта.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений,
   http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GONSALES_Rafael'_S/_Gonsales_R.S..html, Scilab: Решение инженерных и математических задач / Алексеев Е.Р.,. Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. http://www.nsc.ru/interval/Programing/Scilab- manual.pdf,
   Также к изучению рекомендуются учебники по MatLab.

Дополнительная литература по ЦОС:

1. Digital Signal Processing By Steven W. Smith, Ph.D., http://www.dspguide.com/pdfbook.htm
2. Теория и применение цифровой обработки сигналов. [Djv-12.9M] Авторы: Рабинер Л., Гоулд Б., Перевод с английского Зайцева А.Л., Назаренко Э.Г., Тетекина Н.Н., (Москва: Издательство «Мир», 1978)
   http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RABINER_L._R/Teoriya_i_primenenie_cifrovoy_obrabotki_.(izd.1978).[djv-fax].zip
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Питер, 2003г. ISBN: 5-318-00666-3 Учебник для ВУЗов.
4. «Цифровая схемотехника и архитектура компьютера» Дэвид Харрис и Сара Харрис, различные издания,
   http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf

Программирование микроконтроллеров (MBED):

1. Быстрый старт с ARM Mbed: разработка на современных микроконтроллерах для начинающих (обсуждение там тоже стоит почитать) https://habr.com/ru/post/420435/
2. Introducing the Mbed Simulator
   (но в нем нет многопоточности т.е. не поддерживается класс thread https://os.mbed.com/docs/mbed-os/v5.15/apis/thread.html)
   https://os.mbed.com/blog/entry/introducing-mbed-simulator/
   https://simulator.mbed.com/
3. Online книга по mbed (in English но с картинками)
   Fast and Effective Embedded System Design: Applying the ARM mbed. Second Edition
   http://www.embedded-knowhow.co.uk/Book_3_Ed2.htm

Программирование GUI (Lazarus)

1. Краткое введение https://wiki.freepascal.org/Lazarus_Tutorial/ru
   https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction_russian.html
   https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction.html
2. Краткий курс по языку Object Pascal
   https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction_russian.html
   https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction.html
3. Справочные материалы по Lazarus
   Книга «Экспресс курс программирования в Lazarus»
   http://www.freepascal.ru/download/book/express_course_Lazarus_v105.pdf
   http://www.lazarus-doc.h1n.ru/
4. Агеев Е.Ю. Симулятор электронных схем с открытым исходным кодом Qucs: основные возможности и основы моделирования. КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 3, 2015.
   https://kit-e.ru/wp-content/uploads/164114.pdf
5. Агеев Е.Ю. Моделирование аналоговых электронных схем в программной среде «Qucs». — Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и электроники, 2007.
   https://electronix.ru/forum/applications/core/interface/file/attachment.php?id=106372
   https://docplayer.ru/52292932-Modelirovanie-analogovyh-elektronnyh-shem-v-programmnoy-srede-qucs.html
6. Russian qucsstudio Tutorial part 1/2, English qucsstudio Tutorial part 1/2
   http://www.gunthard-kraus.de/qucsstudio/qucsstudio_index_english.html
   http://www.gunthard-kraus.de/qucsstudio/qs_tutorial_ru_p1.pdf
   http://www.gunthard-kraus.de/qucsstudio/qs_tutorial_ru_p2.pdf
7. Qucs - почти универсальный симулятор электрических цепей
   http://vgololobov.narod.ru/content/qucs_flowcode/qucs_flowcode.html
   http://rha.bmstu.ru/event-14032011/Qucs_Flowcode.pdf
8. Онлайн симулятор с большим количеством готовых схем
   https://www.falstad.com/circuit/

Тип самостоятельных заданий