



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

„Безжични мрежи и устройства“

Магистърска програма: (код и наименование)

Ф	З	Б	2	7	2	1	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

„Безжични мрежи и устройства“

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

 (код и наименование)

„Интегрални схеми и устройства за безжични мрежи“

Преподавател: доц. д-р инж. Нина Джерманова

Асистент: гл. асист. Митко Ванков

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45 (редовни); 30 (задочни)
	Семинарни упражнения	15
	Практически упражнения	0
Обща аудиторна заетост		60 (редовни); 45 (задочни)
Извънаудиторна заетост	Решаване на индивидуални задачи от семинарните упражнения	25
	Подготовка на разширени конспекти на 2 въпроса от конспекта (по един от всяка част)	25 (редовни); 40 (задочни)
	Проучване на литература и електронни издания	25
Обща извънаудиторна заетост		75 (редовни); 90 (задочни)
ОБЩА ЗАЕТОСТ		135
Кредити аудиторна заетост		2 (редовни); 1.5 (задочни)
Кредити извънаудиторна заетост		1.5 (редовни); 3 (задочни)
ОБЩО ЕКСТ		4.5

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Контролно 1	25
2.	Контролно 2	25
3.	Проект	50

Анотация на учебната дисциплина:

Курсът разглежда архитектурни и системни решения на безжични мрежи и реализацията им в интегрални схеми. Представени са съвременните технологии за изработка на интегрални схеми – CMOS, BiCMOS, Bipolar, SiGe, GaAs, дискутирани са възможностите и проблемите за реализация на безжичната система в един чип (System on Chip – SoC). Трансиверните конфигурации с интеграция в един чип на RF-front-end с филтрите за избор на канала от една страна и от друга – на аналогови и цифрови схеми за обработка на сигнала, са истинско предизвикателство пред дизайнерите на интегрални схеми. Постигането на висока избирателност, програмируемост и реконфигуриране са задължителни в т.нар. “multimode” трансивери (предназначени както за Bluetooth и 802.11, така и за GSM и UMTS). “Горещи” теми са SDR (Software – Defined – Radio) и DSP-базираните концепции – първо, защото спектърът е разположен над 2GHz до 6 GHz и на такава носеща ADC (аналогово-цифровият преобразувател) е все още бъдеще, и второ, защото сложността на 3.G- интерфейсите изисква повече сигнална обработка. За момента приоритет на разработчиците на интегралните схеми е именно RF-front end – интерфейсът, който може да се окаже по-критичен от DSP. От напредъка в разработката на аналоговата част на системата зависи на какво разстояние от антената ще може да бъде разположен и процесорът – DSP. Търси се компромис между многофункционалността и възможността за интеграция върху един чип. Оптималният дизайн на RF-front-end интерфейса и на аналоговия тракт е във фокуса на разработките на съвременните интегрални схеми на трансивери за безжични мрежи. Това е и основен акцент в предлагания тук курс.

Предварителни изисквания:

За да се посещават този курс студентите трябва да са слушали общи електро-динамични и други курсове от бакалавърското ниво: разпространение на електромагнитни вълни, обработка на сигнали, електроника, измервания в електрониката. В началото към курса има една кратка, изравняваща част за студентите от различни бакалавърски специалности, но по-голямата част от курса по-нататък се базира на нова информация.

Очаквани резултати:

След успешното завършване на курса се очаква всеки студент да може:

- Да разбира и свободно да коментира основните понятия в областта на схемотехника, микровълновата техника и безжичните устройства;
- Да познава типови интегрални схеми на RF-Front-End микровълнови устройства и техните свойства, действие, параметри и приложения: нискошумови усилватели, смесители, филтри, осцилатори, линейни мощни усилватели, интегрирани антени и активни устройства;
- Да може да проектира прости електронни устройства на основата на формули и/или достъпен свободен софтуер;
- Да може да извършва основни измервания в RF и микровълновата област – на мощност, честота, S-параметри, спектри и др.
- Да може да извършва прост системен анализ на устройства – усилватели, генератори, смесители и др. подобни

Учебно съдържание

I. Лекции:

№	Тема:	Хорариум
1	Системи за безжични комуникации. 1.1 Основни задачи и характеристики на системите – Bandwidth, Data Rate, Low Noise, BER, Low Power, System on Chip (SoC). 1.2 Модулационни методи и схеми – теснолентови методи, BPSK схема; широколентови методи, DS Spread Spectrum, FH Spread Spectrum; OFDM схеми	3

2	<p>Архитектурни концепции на безжичните комуникации - еволюция на архитектурата на приемопредавателната част</p> <p>2.1 Superheterodyne –концепция</p> <p>2.2 Homodyne – концепция (Direct Conversion)</p> <p>2.3 Software Defined Radio (SDR)</p> <p>2.4 Low – IF transceivers</p> <p>2.5 Предавателна част</p>	3
3	<p>Технологии за производство на интегрални схеми за безжични комуникации</p> <p>3.1 CMOS технология за RF- приложения; deep submicron CMOS</p> <p>3.2 SiGe – BiCMOS</p> <p>3.3 GaAs HBTs, HEMTs</p>	3
4	<p>RF- front -end в приемника – основни компоненти</p> <p>Нискошумови входни усилватели (LNA)</p> <p>4.1 Коефициент на усилване, стабилност; изследване чрез S – параметри</p> <p>4.2 Съгласуване на входно/изходните вериги</p> <p>4.3 Шум и нелинейност на входните RF - усилватели</p>	3
5	<p>Смесители (Up/Down Converters)</p> <p>5.1 Gilbert cell смесители – видове и технологии</p> <p>5.2 Пасивни ключови транзисторни смесители – MOST, JFET, CMOS, HEMT</p> <p>5.3 Принципи на изграждане на Image rejection смесители</p>	3
6	<p>Междинчестотни (IF) усилватели; Усилватели с програмируем коефициент на усилване (VGA)</p>	3
7	<p>Осцилатори</p> <p>7.1 LC- осцилатори и VCO</p> <p>7.2 Интегрални RC – управляеми осцилатори</p> <p>7.3 Кварцови опорни генератори</p>	3
8	<p>Синтезатори на честота – PLL и DDS реализация</p> <p>8.1 PLL синтезатори с целочислен или дробен (Fractional N) коефициент на делене</p> <p>8.2 PLL синтезатори със Sigma-Delta модулатори</p> <p>8.3 Комбинирани PLL-DDS синтезатори</p>	3
9	<p>RF- front –end – Филтри – предназначение, видове, характеристики, проблеми</p> <p>9.1. Конвенционални структури; сложни многофазни (polyphase image rejection) филтри в трансиверите от тип Low-IF и Zero-IF</p> <p>9.2. MEMS – структури, SAW-, BAW-филтри</p> <p>9.3. Активни LC филтри за RF</p> <p>9.4. OTA-C и MOSFET-C филтри за IF и baseband- приложения</p>	3
10	<p>Предавателни устройства</p> <p>10.1 Цифрови модулатори – I-Q модулатори</p> <p>10.2 Up converters (повишаващи честотата смесители)</p>	3
11	<p>Предавателни устройства – мощни RF - усилватели (PA)</p> <p>11.1 Транзисторни RF усилватели на мощност – Bipolar, MOST, CMOS, LDMOS</p> <p>11.2 Работни режими на транзисторните усилватели – клас A, B, C, D, E, F</p> <p>11.3 RF - усилватели на мощност в интегрално изпълнение</p> <p>11.4 Модерни концепции за усилватели на мощност</p>	3
12	<p>RF – атенюатори и антени превключватели</p> <p>12.1 Атенюатори и превключватели с p-i-n диоди</p> <p>12.2 Атенюатори и превключватели с полеви транзистори</p>	3
13	<p>Интегрирани антени устройства</p> <p>13.1 Интегрирани пасивни антени</p> <p>13.2 Активни приемо-предавателни антени</p>	3

14	Модерни микромеханични елементи (MEMS) за настройка и превключване в RF - устройствата	3
15	Съвременни chipsets (схемни комплекти) за RF-front-end дизайн	3
Общо		45

II. Семинарни упражнения:

№	Тема:	Хорариум
1	Изчисляване на входен нискошумящ усилвател за 2,4 GHz	3
2	Оразмеряване на осцилатор, управляван от напрежение (VCO) за 2,4 GHz	3
3	PLL – синтезатор с дробен коефициент на деление	3
4.	Линеен усилвател на мощност на 2,4GHz	3
5.	Съгласуване на изходния усилвател с предавателна антена	3
Общо		15

Конспект по „Интегрални схеми и устройства за безжични мрежи“

1	Системи за безжични комуникации. 1.3 Основни задачи и характеристики на системите – Bandwidth, Data Rate, Low Noise, BER, Low Power, System on Chip (SoC). 1.4 Модулационни методи и схеми – теснолентови методи, BPSK схема; широколентови методи, DS Spread Spectrum, FH Spread Spectrum; OFDM схеми
2	Архитектурни концепции на безжичните комуникации - еволюция на архитектурата на приемопредавателната част 2.1 Superheterodyne – концепция 2.2 Homodyne – концепция (Direct Conversion) 2.3 Software Defined Radio (SDR) 2.4 Low – IF transceivers 2.5 Предавателна част
3	Технологии за производство на интегрални схеми за безжични комуникации 3.1 CMOS технология за RF- приложения; deep submicron CMOS 3.4 SiGe – BiCMOS 3.5 GaAs HBTs, HEMTs
4	RF- front -end в приемника – основни компоненти Нискошумови входни усилватели (LNA) 4.1 Коефициент на усилване, стабилност; изследване чрез S – параметри 4.2 Съгласуване на входно/изходните вериги 4.3 Шум и нелинейност на входните RF - усилватели
5	Смесители (Up/Down Converters) 5.1 Gilbert cell смесители – видове и технологии 5.2 Пасивни ключови транзисторни смесители – MOST, JFET, CMOS, HEMT 5.3 Принципи на изграждане на Image rejection смесители
6	Междинчестотни (IF) усилватели; Усилватели с програмируем коефициент на усилване (VGA)
7	Осцилатори 7.1 LC- осцилатори и VCO 7.2 Интегрални RC – управляеми осцилатори 7.3 Кварцови опорни генератори
8	Синтезатори на честота – PLL и DDS реализация 8.1 PLL синтезатори с целочислен или дробен (Fractional N) коефициент на делене 8.2 PLL синтезатори със Sigma-Delta модулатори 8.3 Комбинирани PLL-DDS синтезатори
9	RF- front –end – Филтри – предназначение, видове, характеристики, проблеми 9.1. Конвенционални структури; сложни многофазни (polyphase image rejection) филтри в трансиверите от тип Low-IF и Zero-IF

	9.2. MEMS – структури, SAW-, BAW-филтри 9.3. Активни LC филтри за RF 9.4. OTA-C и MOSFET-C филтри за IF и baseband- приложения
10	Предавателни устройства 10.1 Цифрови модулатори – I-Q модулатори 10.2 Up converters (повишаващи честотата смесители)
11	Предавателни устройства – мощни RF - усилватели (PA) 11.1 Транзисторни RF усилватели на мощност – Bipolar, MOST, CMOS, LDMOS 11.2 Работни режими на транзисторните усилватели – клас A, B, C, D, E, F 11.3 RF - усилватели на мощност в интегрално изпълнение 11.4 Модерни концепции за усилватели на мощност
12	RF – атенюатори и антенни превключватели 12.1 Атенюатори и превключватели с p-i-n диоди 12.2 Атенюатори и превключватели с полеви транзистори
13	Интегрирани антенни устройства 13.1 Интегрирани пасивни антени 13.2 Активни приемо-предавателни антени
14	Модерни микромеханични елементи (MEMS) за настройка и превключване в RF - устройствата
15	Съвременни chipsets (схемни комплекти) за RF-front-end дизайн

Библиография

Основна:

- [1] Записки на преподавателя
- [2] RF Microelectronics, Behzad Razavi, Prentice Hall, Sep 22, 2011
- [3] Design of Integrated Circuits for Optical Communications, Behzad Razavi, John Wiley & Sons, Sep 14, 2012
- [4] Fundamentals of Microelectronics, Behzad Razavi, Wiley, May 19, 2006

Допълнителна:

- [5] Bosco H. Leung: VLSI for Wireless Communications, March 2002, Prentice Hall
- [6] RF Technologies for Low Power Wireless Communications, Edited by Tatsuo Itoh, George Haddad, James Harvey, 2001 John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Fundamentals of RF Circuit Design with Low Noise Oscillators. Jeremy Everard, 2001, John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Radio Engineering for Wireless Communication and Sensor Applications, Antti Raisanen, Arto Lehto, 2003 Artech House
- [9] Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design, Steve Cripps, 2002 Artech House

Дата: май 2013 г.

Съставил:

/...../

(доц. д-р инж. Нина Джерманова)