



Modulbeschreibung

M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik PO19 Nachrichtentechnik

Stand: November 2022

Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung

Advanced Digital Filters

Course title English

Advanced Digital Filters

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung beginnt mit einer kurzen Wiederholung der relevanten Begriffe und Grundlagen im Zusammenhang mit digitalen Filtern, wie z.B. die Beschreibung von zeitdiskreten Signalen und linearen zeitinvarianten Systemen, der z-Transformation, kanonische Filterstruktur, etc.

In Kapitel 2 wird der Entwurf von nicht-rekursiven zeitdiskreten (FIR) Filtern vorgestellt.

Kapitel 3 befasst sich mit dem Entwurf rekursiver zeitdiskreter (IIR) Filter.

Kapitel 4 beschreibt den „Switched-Capacitor“-Ansatz im Zusammenhang mit dem Entwurf von Filtern und der Filterung von Signalen.

In Kapitel 5 werden fortgeschrittene Abtast- und Konvertierungsverfahren vorgestellt. Das Kapitel konzentriert sich auf die überabtastung und Delta-Sigma-Modulation.

Kapitel 6 gibt einen kurzen Überblick über den Einsatz von digitalen Signalprozessoren.

In Kapitel 7 werden spezielle Audiofilter und ihre Anwendung vorgestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden können die wichtigsten Themen und Prinzipien (z.B. den Entwurf und die Analyse rekursiver und nicht rekursiver Systeme, den Einfluss von Zeitdiskretisierung und Werte-quantisierung, die Anwendung spezieller Verfahren) erklären und anwenden und die damit verbundenen Konzepte kritisch hinterfragen.

Description / Content English

The lecture begins with a short repetition of the relevant terms and basics concerning digital filters, e.g. the description of time-discrete signals and linear time-invariant systems, the z-transformation, canonical filter structure, etc.

In chapter 2 the design of non-recursive time-discrete (FIR) filters is introduced.

Chapter 3 deals with the design of recursive time-discrete (IIR) filters.

Chapter 4 describes the switched-capacitor approach in relation with the design of filters and the filtering of signals.

In chapter 5 advanced sampling and conversion methods are introduced. The chapter focuses on the oversampling and delta-sigma modulation.

Chapter 6 gives a short overview of the use of digital signal processors.

In chapter 7 special audio filters and their application are presented.

Learning objectives / skills English

The students are able to explain and apply the most important topics and principles (e.g. the design and analysis of recursive and non-recursive systems, the influence of time discretization and value quantization, the use of special procedures) and to examine critically the associated concepts.

Literatur

- [1] Zölzer U., „Digitale Audiosignalverarbeitung“, Teubner, Stuttgart, 1997
- [2] Johnson, J.R., „Digitale Signalverarbeitung“, (deutsche Version) Carl Hanser Verlag, München 1991
- [3] „Introduction to Digital Signal Processing“ (engl. version) Prentice-Hall, London 1991
- [4] Grünigen, D.Ch., „Digitale Signalverarbeitung“ AT Verlag, Berlin 1993
- [5] Tietze, U., Schenk, C., Gamm, E., „Halbleiter-Schaltungstechnik“, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2012
- [6] Stotz, D., Abtastung und Digitalisierung. In: „Computergestützte Audio- und Videotechnik“, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2019
- [7] Görne, T., „Tontechnik“, Carl Hanser Verlag, Leipzig, 2008

Kursname laut Prüfungsordnung**Advanced Mobile Communications****Course title English**

Advanced Mobile Communications

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung zeigt die aktuellen Forschungsgebiete des Lehrstuhls für Kommunikationstechnik. Die Vorlesung gliedert sich demgemäß in folgende Kapitel:

- Abtastung und ideale Signalrekonstruktion
- Moderne Kanalcodierung (z.B. LDPC-Codes, Turbo-Codierung)
- Mehrträgertechnik (z.B. OFDM)
- Mehrantennentechnik (z.B. MIMO)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

1. Verständnis der Struktur moderner drahtloser Nachrichtensysteme
2. Kennenlernen aktueller Forschungsgebiete in der drahtlosen Nachrichtentechnik

Description / Content English

The lecture discusses the current R&D projects carried out by the Department of Communication Technologies. The lecture comprises the following subject areas:

- Sampling and Ideal Signal Reconstruction
- Modern Channel Coding (e.g. LDPC Codes, Turbo Codes)
- Multicarrier Techniques (e.g. OFDM)
- Multiple Antenna Techniques (e.g. MIMO)

Learning objectives / skills English

- 1) Understanding the structure of modern wireless communication systems
- 2) Understanding principles of state-of-the art R&D topics

Literatur

- P. Jung: Analyse und Entwurf digitaler Mobilfunksysteme. Stuttgart: Teubner, 1997.
- F. Jondral: Nachrichtensysteme. Weil der Stadt: Schlembach, 2001.
- J.G. Proakis, M. Salehi: Grundlagen der Kommunikationstechnik. Boston: Pearson, 2004.
- A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, 2. Aufl., Boston: Pearson, 2004.
- J.-R. Ohm, H.D. Lüke: Signalübertragung. 8. Aufl., Berlin: Springer, 2002.
- K.D. Kammeyer, V. Kühn: MATLAB in der Nachrichtentechnik. Weil der Stadt: Schlembach, 2001.
- B. Meffert, O. Hochmuth: Werkzeuge der Signalverarbeitung. München: Pearson, 2004.
- M. Wuschke: UMTS. Stuttgart: Teubner, 2003.
- B. Walke, M.P. Althoff, P. Seidenberg: UMTS - Ein Kurs. Weil der Stadt: Schlembach, 2001.
- T. Giebel: Grundlagen der CMOS-Technologie. Stuttgart: Teubner, 2001.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB. 2. Aufl., Wiesbaden: Vieweg, 2003.

- M.G. Di Benedetto, G. Giancola: Understanding Ultra Wide Band Radio Fundamentals. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.
- N. Dahnoun: Digital Signal Processing Implementation using the TMS 320C6000 DSP Platform. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- P.S.R. Diniz, E.A.B. da Silva, S.L. Netto: Digital Signal Processing. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- S. Lin, D. Costello: Error Control Coding. 2. Aufl., Boston: Pearson, 2004.
- R.E. Blahut: Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- A.S. Tanenbaum: Computer Networks. 4. Aufl. Boston: Pearson, 2003.
- X. Wang, H.V. Poor: Wireless Communication Systems. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.
- T.H. Lee: The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- S. Verdu: Multiuser Detection. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- E. G. Larsson, P. Stoica: Space-Time Block Coding for Wireless Communications. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- A. Paulraj, R. Nabar, D. Gore: Introduction to Space-Time Wireless Communications. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- H.P.E. Stern, S.A. Mahmoud: Communication Systems. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.
- J.H. McClellan, R.W. Schafer, M.A. Yoder: Signal Processing First. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.
- V.F. Fusco: Foundations of Antenna Theory and Techniques. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.

Kursname laut Prüfungsordnung**Advances (and Surprises) in Electrodynamics****Course title English**

Advances (and Surprises) in Electrodynamics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch****Description / Content English**

Do you believe that an electromagnetic pulse can travel faster than light? Is it possible to hide an object from our sight just by using a magic cap? What is the fundamental reason behind (electromagnetic) wave dispersion? We are happy to tell you the answer.

This postgraduate course is organized in the sense of an advanced research seminar, where we intend to challenge the established picture of electrodynamics while highlighting novel (seemingly contradicting) outcomes of current research in e.g. electromagnetics, nanophotonics, physical optics, and in the field of electromagnetic/optical metamaterials.

Our aim is to cultivate a sort of scientific attitude by organizing vivid discussions with respect to ongoing scientific debates and upcoming research highlights. The seminar usually starts with a presentation given by one of the tutors where the current topic is exposed and made ready for a subsequent discussion. Hence, the course will include presentations, paper discussions as well as numerical demonstrations.

Learning objectives / skills English

Based on this lecture the students should be capable:

- to read and evaluate a scientific paper
- to defend a topic/methodology/approach based on scientific reasoning
- to expose a scientific topic in a short presentation
- to develop a scientific attitude towards new topics
- to carry out a corresponding literature search

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung**Antennas for Communications****Course title English**

Antennas for Communications

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Wahlveranstaltung "Antennen" wird in englischer Sprache angeboten als "Antennas for Communications" gemeinsam für Studierende der Studiengänge EIT und ISE.

Die Veranstaltung führt ein in die theoretischen Grundlagen von Antennen für Hochfrequenz- und Mikrowellen-Systeme: Insbesondere wird nach Einführung von Grundbegriffen der Antennentechnik die Abstrahlung von elementaren Strahlern feldtheoretisch abgeleitet, die Gruppencharakteristiken von linearen und planaren Elementgruppen abgeleitet und als Anwendung praktische Antennen diskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage die Grundkonzepte der Antennentechnik auf praktische Fragestellungen der Systemtechnik anzuwenden, insbesondere geeignete Antennenformen vorzuschlagen, deren Eigenschaften zu umreißen und näherungsweise quantitativ zu bestimmen.

Description / Content English

The elective course in "Antennas for Communications" is held for students both of ISE and the EIT programs. The lecture and exercises introduce the theoretical fundamentals of of antennas for Radio Frequency and Microwave systems: In particular, after the introduction of basic antenna related terms, the radiation from elementary radiators is studied using electro-magnetic field theory. The theoretical characteristics of array antennas is studied and applications to practical antenna designs are explained and analyzed.

Learning objectives / skills English

The students are able to apply fundamental antenna concepts to practical problems of RF- and Microwave systems. In particular, students are able to propose suitable antenna types, describe the properties of chosen antenna types and give approximate quantitative performance characteristics.

Literatur

1. Balanis, Constantine: Antenna Theory, 3rd edition, John Wiley&Sons, 2005
2. Jasik, Henry: Antenna Engineering Handbook, 1st edition, McGraw-Hill, 1981
3. Kraus, John: Antennas for all applications, 3rd edition, McGraw-Hill, 2003

Kursname laut Prüfungsordnung**Bildkommunikationstechnik****Course title English**

Image Communications

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Farbmehrheit und Farbmanagement
 Analoge Farbbildübertragungsverfahren
 Digitale Farbbildübertragungsverfahren
 Bildaufnahmeeinrichtungen
 Bildwiedergabeeinrichtungen

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Verständnis technischer Systeme zur Farbbildübertragungstechnik

Description / Content English

Colorimetry and Color Management
 Analog Color Image transmission techniques
 Digital Color Image transmission techniques
 Image sensors and Cameras
 Image Display systems

Learning objectives / skills English

Understanding technical systems for color image transmission

Literatur

- Lang, Heinwig : Farbmehrheit und Farbfernsehen, Verlag: Oldenbourg, München 1978
- Richter, Manfred : Einführung in die Farbmehrheit, Verlag: deGruyter, 1981
- Schönfelder, H.: Fernsehtechnik Teil 1 und 2, Verlag: Justus von Liebig Verlag, Darmstadt 1973
- Mahler, Gerhard, Die Grundlagen der Fernsehtechnik, Springer 2005

ISO/IEC 13818
 ISO/IEC-14496
 ISO/IEC-23008

Kursname laut Prüfungsordnung**Bildsignaltechnik****Course title English**

Image Signals Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Grundlagen

- Größen und Einheiten der Lichttechnik
- Prinzip der elektronischen Bildaufnahme, Übertragung und Wiedergabe
- Grenzen des menschlichen Gesichtssinns
- Nutzung der Grenzen des Gesichtssinns zur Irrelevanzreduktion

Lineare Bildverzerrungen durch Abtast- und Wiedergabeorgane

Die Fourier-Transformation zweidimensionaler Signale

Die zweidimensionale Abtastung

Das Videosignal

Farbmehrheit

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Verständnis von mehrdimensionalen Signalen am Beispiel von Bildsignalen. Fähigkeit mit Bildsignalen zu rechnen, grundlegende Effekte zu erkennen und mit mehrdimensionalen Signalen im zeit- und Frequenzbereich umzugehen. Fähigkeit Übertragungssysteme für Farbbildsignale weiter zu entwickeln und dimensionieren.

Description / Content English

Fundamentals

- Units and quantities of photometry
- Principle of the electronic image recording, transmission and reproduction
- Limits of the human visual system
- The use of limits of the human visual system for irrelevancy reduction

Linear image distortions by detection and reproduction devices

The Fourier-Transformation of two- and multidimensional signals

The two- and multidimensional sampling

The videosignal

Colourimetry

Learning objectives / skills English

Understanding of multidimensional signals using the example of image signals. Ability to calculate with image signals, to recognize basic effects and to deal with multi-dimensional signals in time and frequency domains. Ability to do development and dimensioning on the field of color image signal transmission systems.

Literatur

- Bernath, K.W.: Grundlagen der Fernseh-System und Schaltungstechnik, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1982

- Bernath, K.W.:Technik des Fernsehens, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1986
- Dillenburger, W.: Einführung in die Fernsehtechnik, Band 1 und 2, Verlag: Schiele & Schön, Berlin 1975
- Lang, Heinwig : Farbmetrik und Farbfernsehen, Verlag: Oldenbourg, München 1978
- Mäusl, Rudolf : Fernsehtechnik, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1991
- Morgenstern, B.: Farbfernsehtechnik, Verlag: Teubner, Stuttgart 1989
- Richter, Manfred : Einführung in die Farbmetrik, Verlag: deGruyter, 1981
- Schönfelder, H.: Fernsehtechnik Teil 1 und 2, Verlag: Justus von Liebig Verlag, Darmstadt 1973
- Schröder, H.: Mehrdimensionale Signalverarbeitung, Verlag: B.G. Teubner, Stuttgart 1998
- Schröter, F.; Theile, R.; Wendt, G.: Fernsehtechnik, 1.Teil, 2.Teil, Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1956
- Telefunken, verschiedene Autoren: Farbfernsehtechnik, Band I und II, Verlag: Elitera, Berlin 1973
- Theile, R.: Fernsehtechnik Band 1,Verlag: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg ... 1973
- Welland, K.: Farbfernsehen, Verlag: Franzis-Verlag, München 1966
- Wendland, Broder : Fernsehtechnik Band 1: Grundlagen, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1988
- Wendland, Broder; Schröder, Hartmut : Fernsehtechnik Band 2, Verlag: Hüthig, Heidelberg 1991
- Cattermole, Kenneth W.: Determinate theory of signals and waves 1985
- Papoulis, Athanasios: Systems and transforms with applications in optics, Verlag: McGraw-Hill, New York 1968
- Dudgeon, Dan E.: Multidimensional digital signal processing, Verlag: Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1984
- Crochiere, Ronald E., Lawrence, Rabiner: Multirate digital signal processing, Verlag: Prentice Hall, Englewood Cliffs 1983

Kursname laut Prüfungsordnung			
Bildverarbeitung			
Course title English			
Image Compression			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			3
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Vergleich von Bilddatenkompressionsverfahren
Vorlesungsteile: Erklärung von digitalen Farbbildübertragungsverfahren
Seminarteile:
Vergleich verschiedener Bilddatenkompressionsverfahren, die als Software verfügbar sind, nach eigener Anschauung. Dazu sollen die Teilnehmer Bildsequenzen codieren und die erreichbare Bildqualität vergleichen. Eine Optimierung der einstellbaren Parameter aus eigener Initiative ist erwünscht.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Kennenlernen von aktuellen Farbbildübertragungs- und Bilddatenkompressionsverfahren.
Eigene Erfahrung in der Erkennung von Bildfehlern durch Übertragungsverfahren.
Erfahrung in der Einschätzung von Bildfehlern.

Description / Content English
Comparison between image compression techniques.
Lecture part: Explanation of color image transmission systems.
Seminar part: Comparison between image compression techniques, which are available as software, by own experiment. Students shall encode image sequences and compare the achievable image quality. An optimization of the encoding parameters is welcome.
Learning objectives / skills English
Knowledge in current color image transmission techniques and image compression techniques. Own experience in recognition of coding artefacts in images. Experience in the rating of artefacts in images.

Literatur
ISO/IEC 13818
ISO/IEC-14496
ISO/IEC-23008

Kursname laut Prüfungsordnung**Coding Theory****Course title English**

Coding Theory

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Lehrveranstaltung führt umfassend in verschiedene Codierungstechniken ein. Nach einer Einführung in informationstheoretische Grundlagen werden grundlegende Verfahren der Quellencodierung behandelt. Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Verfahren zur Kanalcodierung. Hierbei werden Blockcodes, insbesondere zyklische Codes und Reed-Solomon-Codes, deren Leistungsfähigkeit, Codierungsverfahren sowie Decodierungsverfahren besprochen. Abschließend werden Faltungscodes, deren Leistungsfähigkeit und deren Beschreibungsmöglichkeiten diskutiert. Als Decodierungsverfahren wird der Viterbi-Algorithmus behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage, Codes mit vorgegebenen Eigenschaften eigenständig zu entwickeln. Außerdem können sie unterschiedliche Decodierungsverfahren entwickeln und anwenden sowie deren Leistungsfähigkeit beurteilen.

Description / Content English

The subject coding theory amply introduces the students to the various coding techniques. After an introduction to information theory basics, primary procedures of source coding will be handled. The emphasis of the lecture lies on the procedures of channel coding. Here, block codes, in particular cyclic codes and Reed-Solomon-Codes including their performance, coding techniques as well as decoding techniques will be discussed. In conclusion, convolutional codes, their efficiency and their description will be discussed too. The Viterbi algorithm will be used as decoding method.

Learning objectives / skills English

The students who have completed this course should be able to develop codes from some predefined properties. The needed procedures will be taught both in the lecture and during the exercises session based on some examples. Moreover, they should know how to develop decoding techniques and use them and also be able to judge their effectiveness and efficiency.

Literatur

H. Schneider-Obermann: Kanalcodierung, Vieweg-Verlag 1998;
 B. Friederichs: Kanalcodierung, Springer-Verlag 1994;
 M. Bossert: Kanalcodierung, Teubner-Verlag 1992

Kursname laut Prüfungsordnung**Computational Electromagnetics 1****Course title English**

Computational Electromagnetics 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.

Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.

Die möglichen Einsatzbereiche finden sich in diversen Sparten der Elektrotechnik: Etwa bei Wirbelstromproblemen in elektrischen Maschinen, Hochfrequenz-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsproblemen und der elektromagnetischen Kompatibilität, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen.

Der Kurs Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) hat zwei wesentliche Ziele:

1. Die Vermittlung von Grundkenntnissen über die drei wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch FDTD = Finite-Difference Time-Domain), die Finite-Elemente Methode (FEM) und die Momenten-Methode (MoM, auch BEM = Boundary Element Method).
2. Die „sichere“ und effiziente Benutzung von (kommerziellen) Simulations-Werkzeugen auf Basis der o.g. numerischen Methoden, namentlich die Software EMPIRE XPU (<http://www.empire.de>) von der IMST GmbH, das open-source FDTD Programm openEMS (<http://openems.de>), die beiden FEM-solver COMSOL Multiphysics (<https://www.comsol.de/>) und ANSYS HFSS (<http://www.ansys.com>), sowie das MoM-basierte tool FEKO (<https://www.feko.info>) von Altair Engineering. Die entsprechenden Kenntnisse werden durch das selbstständige Durcharbeiten von sog. Tutorials (übungen am PC) unter fachkundiger Anleitung vertieft.

Die Kurs-TeilnehmerInnen sind abschließend in der Lage, die geeignete Software (das geeignete numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ anzuwenden.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind abschließend in der Lage die geeignete Software (das geeignete numerische Verfahren) für „ihr“ Elektromagnetik-Problem auszuwählen und diese effizient und „sicher“ zu benutzen.

Description / Content English

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The "virtual optimization" using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

The possible application areas can be found in various sectors of electrical engineering, e.g., eddy current problems in electrical machines, high-frequency circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility, to name just a few.

The course Computational Electromagnetics 1 (CEM-1) has two main objectives:

1. To teach the basic knowledge about the three main methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also FDTD = Finite-Difference Time-Domain), the Finite Element Method (FEM) and the Method of Moments (MoM, also BEM = Boundary Element Method).
2. The "safe" and efficient use of (commercial) simulation tools based on the above-mentioned numerical methods, especially the software EMPIRE XPU (<http://www.empire.de>) by IMST GmbH, the open-source FDTD Program openEMS (<http://openems.de>), the two FEM solver COMSOL Multiphysics (<https://www.comsol.de/>) and ANSYS HFSS (<http://www.ansys.com>), and the MoM -based tool FEKO (<https://www.feko.info>) of Altair Engineering. The corresponding knowledge is deepened by working through so-called software tutorials (exercises on the PC) under expert guidance.

The course participants are finally able to select the most appropriate software (the most suitable numerical methods) for "their" electromagnetic field problem and use the corresponding tool efficiently and "safely".

Learning objectives / skills English

Students are finally in a position to select the most appropriate software (the most suitable numerical method) for "their" electromagnetic problem and to use the tool in an efficient and "safe" manner.

Literatur

Weiterführende Literatur:

[FDTD] Allen Taflove, Susan C. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. Norwood: Artech House, 2005.

[FEM] Jianming Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics. New York: John Wiley & Sons, 2002.

Kursname laut Prüfungsordnung**Computational Electromagnetics 2****Course title English**

Computational Electromagnetics 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

Prüfungsleistung

Lösung eines zugewiesenen Elektromagnetik-Problems mittels MATLAB-Implementierung und Präsentation der zugehörigen Ergebnisse. Die Präsentation und die anschließende Diskussion werden wie eine Mündliche Prüfung gehandhabt.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die computerorientierte Lösung der Maxwell-Gleichungen spielt eine immer wichtigere Rolle. Die sukzessiven Verbesserungen, sowohl in der Computertechnologie als auch bei den numerischen Algorithmen selbst, tragen dazu bei, dass heutzutage sehr viele Elektromagnetik-Probleme aus der Praxis gelöst werden können.

Die „virtuelle Optimierung“ mit Hilfe eines Computers ist sehr viel kostengünstiger und effizienter als das traditionelle Vorgehen mittels Bau und Prüfung von Prototypen-Reihen.

Computational Electromagnetics wird inzwischen für den Entwurf von vielen elektromagnetischen Geräten und Systemen verwendet, die sich in allen Sparten der Elektrotechnik wiederfinden, zum Beispiel in der Mobil-Telefonie, der Satelliten-Kommunikationstechnik, bei elektrischen Maschinen (Motoren, Generatoren und Transformatoren), medizinischen Bildgebungssystemen, Mikrowellen-Schaltungen und -Antennen, optischen Komponenten, Radarsystemen, Streuungsprobleme und der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Der Kurs Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) hat zwei wesentliche Ziele:

1. Die Vermittlung von notwendigen theoretischen Kenntnissen über die wichtigsten Methoden zur numerischen Lösung von elektromagnetischen Feldproblemen, namentlich die Finite-Differenzen Methode (FDM, auch Finite Differenzen im Zeitbereich, engl. Finite-Difference Time-Domain, FDTD) und die Finite-Elemente Methode (FEM).
2. Die praktische Implementierung der thematisierten Methoden und Algorithmen am Rechner. Dies soll mittels MATLAB erfolgen, da die weitverbreitete Programmierumgebung bereits viele nützliche Funktionen bereitstellt, insbesondere für die Lösung linearer Gleichungssysteme, aber auch im Zusammenhang mit der Visualisierung der numerisch berechneten Felder.

Der CEM-2 Kurs basiert auf dem einführenden Text zum Thema Computational Electromagnetics von Thomas Rylander, Par Ingelström und Anders Bondeson. Das zugehörige ebook steht (hier) für UDE-Studierende zum Download bereit.

Zum Ende des Semesters sollen die Kurs-TeilnehmerInnen das Erlernte anwenden und ein „eigenes“ Elektromagnetik-Problem mittels MATLAB-Implementierung lösen. Diese Programmieraktivität soll in kleinen Gruppen erfolgen und wird thematisch individuell angepasst.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Teilnehmer wissen und verstehen,

- warum numerische Methoden für das elektromagnetische Design von Bauteilen/Systemen aus der Praxis unbedingt benötigt werden,
- wie sie die mathematische Formulierung der Lösung eines Feldproblems in ein systematisches Computerprogramm umsetzen,
- welche numerische Methode am besten für ein spezielles Problem geeignet ist,
- wie sie einen PC (Hardware) und kommerzielle oder auch open-source Software effizient für das elektromagnetische Design einsetzen können,
- welche Limitierungen die vorgestellten numerischen Methoden haben.

Sie verstehen die folgenden Methoden im Detail und können zugehörige Software-Produkte (in Klammern) anwenden:

1. Finite Differenzen im Zeitbereich, kurz FDTD (EMPIRE XCcel von der IMST GmbH)
2. Finite Elemente Methode, kurz FEM (COMSOL Multiphysics)
3. Multiple Multipol Methode, kurz MMP (nur Vortrag)

Description / Content English

The computer-based solution of Maxwell's equations plays an increasingly important role. Due to the successive improvements in the computer technology and the numerical algorithms themselves a lot of practical electromagnetic problems can be solved nowadays.

The "virtual optimization" using a computer is much more cost effective and efficient than the traditional approach based on building and testing of prototypes-series.

Computational Electromagnetics is now used for the design of many electromagnetic devices and systems, which are widespread into all areas of electrical engineering, for example, in the mobile telephony, satellite communications, electric machines (motors, generators and transformers), medical imaging systems, microwave circuits and antennas, optical components, radar systems, scattering problems and electromagnetic compatibility (EMC).

The course Computational Electromagnetics 2 (CEM-2) has two main objectives:

1. The teaching of necessary theoretical knowledge of the most important methods for the numerical solution of electromagnetic field problems, including the finite difference method (FDM, also Finite-Difference Time-Domain, FDTD) and the Finite Element Method (FEM).
2. The practical implementation of the discussed methods and algorithms on a computer. This should be carried out using MATLAB, since this widespread programming environment already provides many useful functions, especially for solving systems of linear equations, but also due to the visualization capability.

The CEM-2 course is based on the introductory text on the subject of Computational Electromagnetics by Thomas Rylander, Par Ingelström and Anders Bondeson. The corresponding ebook is available for UDE students (here).

At the end of the semester the course participants should apply what they have learned and solve their „own“ electromagnetics problem using MATLAB. This programming should be done in small groups. The topics will be „matched“ to the students' interest.

Learning objectives / skills English

The students know and understand,

- why computer-aided methods are needed and why they are important?
- what is their place among other approaches, like theoretical (analytical) analysis and laboratory experiments?

They understand various computational methods and know how to apply the corresponding simulation software (in brackets), like:

1. Method of Finite Differences in Time Domain, short FDTD (EMPIRE XCcel developed by IMST GmbH),
2. Finite Element Method, short FEM (COMSOL Multiphysics),
3. Multiple Multipole Method, short MMP (talk only).

Literatur

Thomas Rylander, Par Ingelström, Anders Bondeson, Computational Electrodynamics (2. Edition). New York: Springer, 2013. (DOI: 10.1007/978-1-4614-5351-2)

Kursname laut Prüfungsordnung**Dielektrische und magnetische Materialeigenschaften****Course title English**

Dielectric and Magnetic Material Properties

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In dieser Veranstaltung werden die theoretischen Grundlagen zum Verständnis der dielektrischen und der magnetischen Materialeigenschaften gelehrt. Es werden die den dielektrischen Materialien zugrunde liegenden Polarisationsmechanismen anhand von Modellen erläutert. Der Magnetismus wird auf der Basis atomarer Vorgänge beschrieben. Hysteresebehaftete dielektrische und magnetische Materialien werden ebenso diskutiert wie nichtlineare Prozesse. Parallelen zwischen beiden Materialklassen werden aufgezeigt. Anwendungsbeispiele aus der Energietechnik (Isolatoren), der Mikro- und Nanoelektronik (Isolatoren, Ladungsspeicher, magnetische Speicher Sensoren) und der Nanooptoelektronik (Wellenleiter, Metamaterialien) werden diskutiert und unter nanospezifischen Gesichtspunkten erläutert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Im Anschluss an diese Vorlesung ist die oder der Studierende in der Lage, das makroskopische dielektrische und magnetische Verhalten von Werkstoffen und Nanostrukturen anhand atomarer Vorgänge zu erklären. Sie oder er kann die unterschiedlichen Materialien nach verschiedenen Gesichtspunkten sortieren. Für definierte Anwendungen kann sie oder er geeignete Materialien und Materialkombinationen auswählen.

Description / Content English

The content of this lecture are the fundamentals of dielectric and magnetic materials. For the dielectric materials the mechanisms of the polarisation will be discussed. The magnetismus will be explained on the atomic basis. Correlations between both material classes will be shown and examples of applications will be discussed.

Learning objectives / skills English

The students are able to explain the macroscopic behaviour of the different material classes on the basis of their atomic structure. They can find for each application the right material.

Literatur

- 1) W. Kowalsky: Dielektrische Werkstoffe der Elektrotechnik und Photonik, B. G. Teubner Stuttgart 1994
- 2) G. Fasching: Werkstoffe der Elektrotechnik, Springer-Verlag 1994
- 3) E. Ivers-Tiffey, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, B. G. Teubner 2004
- 4) W. v. Münch: Elektrische und magnetische Eigenschaften der Materie, B. G. Teubner 1987
- 5) K. Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, B. G. Teubner 1993
- 6) J. F. Nye: Physical properties of crystals, Oxford Science Publications 1985
- 7) Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenburg Verlag 2002
- 8) S. Chikazumi: Physics of Magnetism, Robert E. Krieger Publishing Company, 1978
- 9) R. Waser [Ed.], Nanoelectronics and Information Technology, Advanced Electronic Materials and Novel Devices, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003



Kursname laut Prüfungsordnung**Digitale Filter****Course title English**

Digital Filters

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch**Kap.1****Einführung**

Das Kapitel 1 startet mit der Beschreibung zeitdiskreter Signale und linearer Systeme mit zeitdiskreter Stoßantwort, und zwar im Zeit-, Frequenz- und z-Bereich. Anschließend wird das lineare verschiebungsinvariante Digitalfilter als eine Struktur eingeführt, die ein entsprechendes analoges Filter mit kausaler zeitdiskreter Stoßantwort simuliert.

Kap.2**Entwurf nichtrekursiver Digital-Filter (FIR-Filter)**

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen zum Entwurf linearer nichtrekursiver Digital-Filter mit kausaler finiter Impulsantwort (FIR) und vorgegebenem Frequenzverlauf des Betrags der Übertragungsfunktion vorgestellt.

Kap.3**Entwurf rekursiver Digital-Filter (IIR-Filter)**

Das Kapitel 3 behandelt verschiedene Methoden zum Entwurf linearer rekursiver Digital-Filter mit kausaler infiniter Impulsantwort (IIR). Dabei werden insbesondere die Impuls-Invarianz-Methode und die Methode mit Anwendung der bilinearen z-Transformation vorgestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind fähig, die wichtigsten Zusammenhänge und Prinzipien (Entwurf und Analyse rekursiver- und nichtrekursiver Systeme) zu erklären, anzuwenden und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen.

Description / Content English**Chapter 1****Introduction**

Chapter 1 starts with the description of discrete-time signals and linear time-invariant systems showing time-discrete impulse responses. The description considers the signal and system characteristics in the time, frequency, and z domain. After that, the digital filter is introduced as a linear shift-invariant structure simulating an analog linear time-invariant filter characterized by a time-discrete impulse response.

Chapter 2:**Design of nonrecursive digital filters (FIR filters)**

In chapter 2 the design of linear shift-invariant digital filters with finite impulse response (FIR) at given magnitude frequency response is described.

Chapter 3:**Design of recursive digital filters (IIR filters)**

Chapter 3 deals with the design of linear shift-invariant recursive digital filters showing infinite impulse responses (IIR). Special attention is given to the impulse invariance method and the design method using the bilinear z-transform.

Learning objectives / skills English

The students are able to explain, use and examine critically the most import topics (analysis and design of recursive and non-recursive system structures).

Literatur

A. v.Oppenheim, R.W. Schafer, R.W. und J.R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, München 2004, 4. Auflage

S. Winder: Analog and Digital Filter Design, Newnes, Woburn MA 1997

D. Schlichthärtle: Digital Filters, Springer, Berlin 2000

Kursname laut Prüfungsordnung			
Fahrzeugtechnik			
Course title English			
Vehicle Technology			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Schriftliche Klausur (120 min)			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Fahrzeugtechnik ist heute einer der wichtigsten technischen Bereiche, in dem die Mechatronik als Entwicklungskonzept für technische Produkte umgesetzt wird. Das Automobil stellt dabei ein mechatronisches Gesamtsystem dar, welches neben mechanischen Teilsystemen wie Fahrwerk oder Antriebsstrang auch nichtmechanische Systemkomponenten wie Regler, Sensoren, Bremshydraulik sowie die gesamte Informationsverarbeitung umfasst. Für die Vorlesung ergibt sich vor diesem Hintergrund folgender inhaltlicher Aufbau: Grundlagen der Fahrzeugmechanik; Modellierung von Fahrzeugkomponenten (Rad-Straße-Kontakt, Antriebsstrang); Modellierung der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik eines Kraftfahrzeuges mit besonderem Fokus auf dem linearen Einspurmodell; Anwendungen der Fahrdynamiksimulation auf unterschiedliche konkrete Fragestellungen aus der Fahrzeugsystemtechnik; Einführung in Funktion und Entwicklung von Fahrdynamikregelsystemen (wie z.B. ABS, ASR, ESP, ACC) und Fahrerassistenzsystemen.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken der Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs.

Description / Content English
Today, automotive engineering is one of the most important technical areas in which mechatronics is implemented as a development concept for technical products. The automobile represents an overall mechatronic system, which, in addition to mechanical subsystems such as chassis or drive train, also includes non-mechanical system components such as controllers, sensors, brake hydraulics and the entire information processing system. Against this background, the lecture is structured as follows: basics of vehicle mechanics; modelling of vehicle components (wheel-road contact, drive train); modelling of longitudinal, transverse and vertical dynamics of a vehicle with a special focus on the linear single-track model; applications of vehicle dynamics simulation to different concrete questions from vehicle system technology; introduction to the function and development of vehicle dynamics control systems (e.g. ABS, ASR, ESP, ACC) and driver assistance systems.
Learning objectives / skills English
Students will know and understand the construction, the functions and the interaction of the systems and components of the vehicle.

Literatur
- Eigenes Manuskript/Foliensatz
- Mitschke, M.; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge.

- Gillespie, Th. Fundamentals of Vehicle Dynamics SAE, 1992
- Schramm, D. et al.: Fahrzeugtechnik. Technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge De Gruyter Oldenbourg, 2017
- Schramm, D. et al.: Vehicle Dynamics Springer Verlag, 2018 also available in German and Chinese Language

Kursname laut Prüfungsordnung**Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbauelemente****Course title English**

RF Circuits and Power Devices

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Aufbauend auf der Analyse des Kleinsignalverhaltens elektronischer Bauelemente wie Dioden, Feldeffekttransistoren (FET) und Bipolartransistoren werden fundamentale Methoden zur Berechnung von komplexen elektronischen Schaltungen eingeführt und auf zahlreiche Beispiele in Vorlesung und Übung angewandt.

Dabei werden zunächst Methoden wie z.B. Netzwerksätze behandelt und mit deren Hilfe die Eigenschaften der verschiedenen Grundschaltungen eingehend analysiert.

Darüber hinaus werden komplexe integrierte analoge NF- und HF-Schaltungen behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Schaltungen zu verstehen und das Verhalten einfacher Schaltungen abschätzen bzw. berechnen zu können.

Description / Content English

Based on the small-signal analysis of electronic devices like diodes, field-effect transistors (FET) and bipolar transistors, fundamental methods to calculate and design complex electronic circuits are introduced and applied.

Basic circuits and their characteristics are analysed and discussed in detail.

Complex analog LF- and RF-circuits are treated.

Learning objectives / skills English

The students are able to understand and analyse the AC-characteristics of complex analog and digital circuits.

Literatur

- 1 F.-J. Tegude, Elektronische Bauelemente, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen
- 2 K.-H. Rumpf, K. Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente ? Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987
- 3 R. Köstner, A. Möschwitzer, Elektronische Schaltungen, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-16588-6, 1993
- 4 K. Bystron, J. Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990
- 5 D. A. Neamen, Electronic Circuit Analysis and Design, Irwin Book Team, ISBN 0-256-11919-8, 1996
- 6 A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 1991, ISBN 019-510369-6
- 7 R.S. Muller, T.I. Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7
- 8 R.J. Baker, H.W. Li, D.E. Boyce, CMOS: Circuit Design, Layout, And Simulation, IEEE Press Series on Microelectronic Systems, IEEE Press, 1998, ISBN 0-7803-3416-7
- 9 H. Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G. Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7

- 10 U.Tietze, Ch.- Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer-Verlag, Berlin
- 11 J. Borgmeyer, Grundlagen der Digitaltechnik, Hanser Lehrbuch, Carl Hanser Verlag München, ISBN 3-446-15624-0
- 12 M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5
- 13 W.Groß, Digitale Schaltungstechnik, Vieweg Verlag, Studium Technik, ISBN-3-528-03373-8, Braunschweig/Wiesbaden, 1994

Kursname laut Prüfungsordnung**Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbauelemente Praktikum****Course title English**

RF Circuits and Power Devices Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	

Prüfungsleistung**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Das Praktikum ergänzt die Veranstaltung "Hochfrequenz-FET- und Bipolarelektronik" und umfasst 3 Versuche. Es werden

- analoge Grundschatungen gemessen und analysiert,
- HF-Modelle von Feldeffekt- und Bipolartransistoren untersucht sowie
- Verstärkerschaltungen auf Basis von Feldeffektransistoren mittels einfacher Modelle und eines Schaltkreissimulators untersucht.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage Bauelemente und einfache Schaltungen der Elektronik und Hochfrequenztechnik messtechnisch zu erfassen und theoretisches Wissen über Grundlagen und Verfahren der Elektronik und Hochfrequenztechnik auf praktische Funktionen anzuwenden.

Description / Content English

The lab is a supplement of the lecture "RF-FET and Bipolar Electronics" to intensify the understanding of the analysis of electronic circuits.

It consists of three practical exercises:

- the investigation of analog circuits
- the investigation of RF-models of Field-Effect- and bipolar transistors and
- the analysis of amplifier circuits using a circuit simulator

Learning objectives / skills English

The students are able to measure electronic devices and circuits, to interpret the measurement results and to optimize amplifier circuits.

Literatur

- Versuchsbeschreibungen
- Vorlesungsskript zur Veranstaltung "Grundschatungen der FET- und Bipolarelektronik"

Kursname laut Prüfungsordnung**Höchstfrequenz- und Terahertz-Halbleitertechnologien****Course title English**

High frequency and terahertz semiconductor technologies

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung vertieft die technologischen Verfahren zur Herstellung von nanostrukturierten Materialien und Komponenten und die zugehörigen Analysemethoden an aktuellen Beispielen aus der Bauelementherstellung. Dies beinhaltet:

- Moderne Wachstumstechniken für monoatomlagengenaue Schichtdeposition wie Metallorganische-Gasphasenepitaxie (MOVPE) und Molekularstrahlepitaxie (MBE), bezüglich Zusammensetzung, Kontrolle der Schichtdicke und Dotierung.
- Nutzung von Selbstorganisationsmechanismen und Templateprozessen.
- Fortgeschrittene hochauflösende Lithographieverfahren zur Erzeugung nanoskaliger Strukturen (Elektronen-Röntgenstrahl- sowie Rastersonden-Lithographie).
- Mikro- und nano-elektronische Fertigungstechniken für elektronische und optoelektronische Nanokomponenten, u.a. für Höchstfrequenzanwendungen.
- Laterale und vertikale Verarbeitung von Epitaxie-Filmen, Isolierschichten und Metallisierungen bis hin zu monolithisch integrierten nanoelektronischen Schaltungen.
- Zerstörungsfreie Analyse der Nanostrukturen und Bauelemente durch hochauflösende Röntgenstrahl-Beugung und durch die Nutzung der Wechselwirkung von Elektronensonden mit den Materialien.
- Analyseverfahren mit mechanischen Sonden (Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind fähig, den Brückenschlag von grundlegenden Konzepten bei der Herstellung und Charakterisierung von Nanostrukturen zur konkreten Anwendung in der Fabrikation elektronischer und optoelektronischer Nanokomponenten vorzunehmen.

Description / Content English

The lecture should improve the knowledge on the technological procedures to fabricate nano-structured materials and components as well as the accompanying analysis methods with help of actual examples from the electronic device production.

This contains:

- Modern growth technologies for layer deposition in the range of mono-atom-layers like metal-organic vapour phase epitaxy (MOVPE) and molecular beam epitaxy (MBE), with regard to composition, control of the layer thickness and doping.
- Use of self organization mechanisms and template processes.
- Advanced high-resolution lithography procedures for the production of nano-scaled structures (electron beam, X-ray as well as scanning force lithography).
- Micro- and nano-electronic fabrication techniques for electronic and opto-electronic nano-components, e.g. for high frequency applications.

- Lateral and vertical processing of epitaxial films, insulating layers and metallisations up to monolithic integrated nano-electronic circuits.
- Non destructive analysis of nano-structures and devices by high-resolution X-ray diffraction and by the use of the interaction of electron probes with the materials.
- Analysis methods with mechanical probes (scanning tunneling and the scanning force microscope)

Learning objectives / skills English

The students are able to transfer the basic concepts concerning the fabrication and characterization of nano-structures to real applications like the fabrication of electronic and opto-electronic nano-components.

Literatur

- 1 E.H.C.Parker (ed.): The technology and Physics of Molecular Beam Epitaxy, New York, Plenum Press 1985
- 2 G.B.Stringfellow: Organometallic Vapor-phase epitaxy; Academic Press, San Diego, 1989

Kursname laut Prüfungsordnung

How to protect your innovations

Course title English

How to protect your innovations

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			2

Prüfungsleistung

Einschließlich einiger Fragen, wie man gewerbliches Schutzrecht beantragt, aufrecht erhält und durchsetzt.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Dieses Seminar deckt alle Aspekte des Gewerblichen Rechtsschutzes (Intellectual property law- IP law) für Bachelor und Master Studenten aller Fachrichtungen ab und wird als nicht-technisches Fach angeboten.

Themen des Seminars sind:

- Grundsätzliche Informationen über Schutzrechte, einschließlich einem Überblick über Patente, Gebrauchsmuster, Design Rechte, Handelsmarken etc.
- Was kann geschützt werden?
- Woher bekomme ich Informationen über Schutzrechte? Was kann ich mit diesen Informationen anfangen?
- Informationsmanagement
- Wie beantrage ich ein Schutzrecht?
- Veranschaulichende Beispiele für Schutzrechte wie Patente, etc.
- Andere Schutzrechte – strategische Betrachtung
- Internationales IP Law – Schutzrechte im Ausland
- Verwertung von Schutzrechten

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sollen ein grundsätzliches Verständnis der Gewerblichen Schutzrechte haben und wissen:

- Welches Schutzrecht ist für welchen Aspekt der eigenen Idee geeignet?
- Welche Unterstützung kann ich bei wem erhalten?
- Worauf habe ich vor und nach der Anmeldung eines Schutzrechtes zu achten?
- Wie kann ich mein Schutzrecht durchsetzen?

Description / Content English

The seminar covers all aspects of intellectual property law (IP law) for bachelor and master students of all courses as well as for students of other courses and is offered as non-technical subject. Topics of the seminar are:

- Basic information about protective rights including an overview over patents, utility models, design rights, trademarks etc.
- What can be protected?
- Where can I obtain information as to such protective rights? What can I do with such information?
- Information Management
- How to apply for a protective right?
- Illustrative examples for protective rights such as patents, etc.
- Other protective rights – strategic considerations
- International IP Law – IP rights abroad
- Exploiting IP-rights

Learning objectives / skills English

The students should have a basic understanding of the system of IP Rights and should know:

- Which IP right protects which aspect of my innovation?
- Who can help me concerning IP rights?
- What do I have to take care of before and after filing an IP right application?
- How can I enforce my IP right?

Literatur

- Information from the German Patent Office: Download from: www.dpma.de
- Information from the European Patent Office: Download from: www.european-patent-office.org
- Information from the WIPO: Download from the WIPO.org
- Dieter Rebel, Industrial property rights, Carl Heymanns Verlag 2007
- Handbook of Industrial Property Rights, loose-leaf-collection, Carl Heymanns Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Innovationsmanagement****Course title English**

Management of Innovations

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Mittelpunkt der Veranstaltung stehen die Erfolgsfaktoren des Innovations-management, angefangen im nationalen Vergleich, in den (industriellen) Unter-nehmen bis hin zu der einzelnen kreativen Person. Das Management von Innovationen zielt nicht nur auf Produktinnovationen ab, sondern auch auf neue Strukturen, Abläufe, Führungsverhalten oder neue Anreizsysteme.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Grundlagen und Einflussfaktoren des Managements von Innovationen und sind in der Lage, das Innovationsmanagement in dem umfassenderen Kontext des Managements sowohl auf Länderebene als auch von Organisationen und Unternehmens-strategien einzuordnen und zu bewerten.

Description / Content English

The lecture will focus on success factors for innovation management by assessing economies, (industrial) companies and the creative individual. The management of innovations is not focused only on product innovations but also on structures, processes, management behavior and new incentive programs.

Learning objectives / skills English

The students know the basics and influences of the management of innovations and can classify this management within the context of management of economies, organizations and corporate strategy and evaluate those.

Literatur

- Thomas Stern / Helmut Jaberg: Erfolgreiches Innovations-management. Erfolgsfaktoren – Grundmuster – Fallbeispiele. 4. überarbeitete Auflage, Verlag Gabler 2010
- Jürgen Hauschmidt, Sören Salomo: Innovationsmanagement. 4. Auflage. Verlag Vahlen, München 2007
- Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.: Innovationsindikator
- Strategy& | PwC: THE GLOBAL INNOVATION 1000 - Jährliche Veröffentlichungen
- 5. Vijay Govindarajan / Chris Trimble: Reverse Innovation. Harvard Business School Press, 10. April 2012
- Clayton M. Christensen: The Innovator's Dilemma, Harper Business, Okt. 2011

Kursname laut Prüfungsordnung**IOS-Wahlkatalog****Course title English**

IOS Electives Catalogue

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
0	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar

Prüfungsleistung

Modulteilprüfung (benotet)

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden „nicht-technische Fächer“ zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Ziel des Moduls ist die Vertiefung der Allgemeinbildung der Studierenden und ggf. der sprachlichen Kompetenz der Studierenden, sowie eine Stärkung der Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.

Description / Content English

This module offers the students the opportunity to, besides the pure technical courses they take, attend some so called „non-technical subjects“ and latter provide an attest for them.

These courses can be chosen from the overall offers of the Duisburg-Essen university, whereby the „Institut für Optionale Studien“(IOS) proposes a catalog containing courses which fall under the named supplementary area.

Learning objectives / skills English

The module aims at deepening the general knowledge of the students and resp. at improving their language skills as well as strengthening their professional qualifications through the learning of teamwork and expose techniques.

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung**Kognitive technische Systeme****Course title English**

Cognitive Technical Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

- Einführung
- Motivation
- Aufgabenfelder
- Prinzipien
- Agenten
- Verhaltenskoordination (bei Agenten)
- Verhaltensbeschreibung
- Modellbildung menschlicher Interaktion
- Kognitive Architekturen
- Wissensrepräsentation
- Planen, Handeln, Suchen
- Lernen

Tools I: Filterung

Tools II: Klassifikation und Lernen

Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme:

- Situations-Operator-Modellbildung
- Stabilisierung nichtlinearer dynamischer Systeme ohne Modellkenntnis
- Personalisierte, lernfähige und interaktive Fahrerassistenz
- Planungs- und Assistenzsysteme im Luftverkehr
- Lernfähige mobile Robotik

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Automatisierungstechnik ist – auf Grund ihres fachübergreifenden, system-orientierten Ansatzes – eine interdisziplinäre Ingenieurdisziplin. Das Ziel der Veranstaltung Kognitive Technische Systeme ist, die Studierenden mit den Grundlagen der modernen Informatik, mit Filtermethoden, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz sowie der Kognitiven Technischen Systeme vertraut zu machen, so dass sie die Weiterentwicklung der Regelungs- und Automatisierungstechnik mit den Mitteln der kognitiven künstlichen Intelligenz im Sinne einer Erweiterung erkennen können, die zugrundeliegenden Methoden beherrschen und anwenden können.

Description / Content English

- introduction
- motivation
- Task fields basics
- principle
- agents

- Behavior coordination (with agents)
- behavioral description
- Modelling human interaction
- cognitive architectures
- knowledge Representation
- Planning, action, Search
- learning

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

Current research applications of the Department of SRS the workspace Cognitive Technical Systems:

- Situations operator modeling
- Stabilization of nonlinear dynamic systems without model knowledge
- Personalized, adaptive and interactive driver Assistance
- Planning and assistance systems in aviation
- Adaptive mobile robotics

Learning objectives / skills English

Automation technology - due to their interdisciplinary, systems-oriented approach - is an interdisciplinary engineering discipline. The aim of the lecture Cognitive Technical Systems, is to familiarize the students with the basics of modern computer science, with filtering methods, with methods of artificial intelligence and cognitive technical systems, enabling them to recognize the development of control and automation technology with the means of cognitive artificial intelligence in the sense of an expansion, and to master and use the underlying methods.

Literatur

Alpaydin, E.:

Maschinelles Lernen, Oldenbourg, 2008. (idt.: Machine Learning, MIT Press, 2003).

Cacciabue, P.C.:

Modelling and Simulation of Human Behaviour in System Control, Springer, 1998.

Ertel, W.:

Grundkurs der Künstlichen Intelligenz, Vieweg, 2008.

Görz, G. et al.:

Handbuch der Künstlichen Intelligenz, Oldenbourg, 2003.

Haykin, S.:

Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009.

Johannsen, G.:

Mensch-Maschine-Systeme, Springer, 1993.

Russel, S.; Norvig, P.:

Künstliche Intelligenz, Pearson, 2004. (idt.: Artificial Intelligence, Prentice Hall, 2003).

Kursname laut Prüfungsordnung**Kommunikationsnetze****Course title English**

Communication Networks

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung "Kommunikationsnetze" werden Grundlagen digitaler Kommunikationsnetze vermittelt. Dazu werden folgende Themen behandelt:

- Grundbegriffe
- Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen (OSI-Schichtenmodell)
- Verfahren zur Datenübertragung von Punkt zu Punkt
- Vielfachzugriffsprotokolle
- Verfahren zur zuverlässigen Datenübertragung
- Routing und Flusskontrolle
- Warteraumtheorie

Die Inhalte werden in Übungen und Seminaren selbstständig vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

1. Verständnis der hierarchischen Struktur von Kommunikationsnetzen, ausgehend vom OSI-Schichtenmodell
2. Verständnis der wesentlichen Funktionen der drei unteren OSI-Schichten
3. Verständnis der Grundlagen der Warteraumtheorie

Description / Content English

In the lecture "Kommunikationsnetze" an overview over the basics of digital communication is given. For this the following themes are treated:

- Basic terms
- Hierarchical structures of network functions (OSI-layered model)
- Methods for point-to-point communication
- Multiple access protocols
- Methods for reliable data transmission
- Routing and flow control
- Queuing theory

The contents are self-absorbed in exercises and seminars.

Learning objectives / skills English

- 1) Understand hierarchical structure of communication networks, using the OSI model.
- 2) Understand the main functionality of the three lower layers of the OSI model.
- 3) Understand the basics of queuing theory.

Literatur

- 1 M. Bossert, M. Breitbach: Digitale Netze. Stuttgart: Teubner, 1999.
- 2 W. Stehle: Digitale Netze. Weil der Stadt: Schlembach, 2001.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Lasertechnik			
Course title English			
Lasers			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Der erste Teil umfasst die Grundprinzipien und mathematische Beschreibung der elektromagnetischen Wellenausbreitung. Die Lehrveranstaltung fährt fort mit quantenmechanische Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischen Wellen und atomaren Systemen. Anschließend wird das Prinzip des Lasers und die wesentlichen Voraussetzungen für optische Strahlungsverstärkung durch stimuliertes Emission und optische Rückkopplung mittels Resonatoren diskutiert. Weiterhin werden Zwei- und Mehrniveau-Systeme im Hinblick auf Anwendbarkeit in Lasern besprochen. Besondere Aufmerksamkeit wird den Grundkonzepten, der Funktionalität und den charakteristischen Eigenschaften unterschiedlichen Laser gewidmet. Betrachtet werden u.a. der Helium-Neon Laser, der Ar-Ionenlaser, der Excimer Laser, der Ti:Saphir Laser und Halbleiter-Laserdioden. Nach einer Diskussion wichtiger Laser-Komponenten z.B. zur Wellenlängenselektion in Multimodalen Lasern, folgen Beispiele von Laser-Anwendungen in verschiedenen technischen Gebieten darunter die Interferometrie, Spektroskopie, Kommunikationstechnik, Sensorik und Materialbearbeitung. Zukünftige Trends werden abschließend andiskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage, die prinzipielle Funktionsweise von Lasern grundlegend und umfassend zu beschreiben sowie die verschiedenen Lasertypen und Bauformen zu unterscheiden und spezifischen Einsatzgebieten zuzuordnen.

Description / Content English

The first lectures within the course Lasers cover the basic principles and mathematical description of electromagnetic wave propagation. The course proceeds with describing quantum mechanical interactions between electromagnetic waves and atomic materials resulting in the two fundamental laser requirements, light amplification by stimulated emission of radiation and optical cavities. Special attention is then given to thoroughly explain the basic concepts, functionalities, and characteristic specifications of different laser types. This discussion includes the Helium-Neon laser, the Ar-ion laser, Excimer lasers, Ti:Sapphire laser, and semiconductor laser diodes. Finally, examples of exploiting laser in various application areas such as interferometry, spectroscopy, communications, sensors, and material processing are discussed together with future trends.

Learning objectives / skills English

The students are able to thoroughly describe the principle function of a laser, to distinguish between the different laser types and designs, and to assign different laser types to specific applications.

Literatur

- [1] Fritz Kurt Kneubühl und Markus Werner Sigrist, „Laser“, Springer Fachmedien, Vieweg + Teubner Verlag
- [2] Helmbrecht Bauer, „Lasertechnik“, VOGEL Fachbuch, Kamprath-Reihe

- [3] Wolfgang Bludau, „Halbleiter-Optoelektronik“, Hanser-Verlag
- [4] Jürgen Eichler und Hans Joachim Eichler, „Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen“, Springer Verlag, <http://link.springer.com/book/10.1007/3-540-30305-7>
- [5] Marc Eichhorn, „Laserphysik“, Springer Verlag, <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-32648-6>
- [6] Anthony E. Siegman, "Lasers", University Science Books
- [7] Numai Takahiro, "Fundamentals of Semiconductor Laser", Springer Series Optical Sciences, vol. 93

Kursname laut Prüfungsordnung**Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)****Course title English**

Master-Thesis (including colloquium)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
30	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar

Prüfungsleistung

Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann.

Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:

- Selbstlernfähigkeit,
- Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern),
- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,
- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation, im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen.

Description / Content English

The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies.

This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.

Learning objectives / skills English

The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:

- self-learning ability
- capacity of teamwork (working together with the supervisor)
- application of methods of project management
- communications skills: technical documentation and presentation, in case of an English presentation also practice of language skills

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung

Masterprojekt (M-EIT)

Course title English

Master Project (M-EIT)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
8	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		5	

Prüfungsleistung

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Description / Content English

Learning objectives / skills English

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung**Masterseminar Intelligente Systeme****Course title English**

Master Seminar Intelligent Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			2
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Studierenden arbeiten sich in ein begrenztes Thema des Forschungsgebietes "Intelligente Systeme" ein, bereiten einen Vortrag dazu vor, führen diesen durch und beantworten dabei zugehörige Fragen. Hinzu kommt weiterhin eine schriftliche Ausarbeitung, die innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist zu erstellen ist. Konkrete Themen betreffen etwa die Bild- oder Spektraldataanalyse, das Maschinelle Lernen, oder die Roboterintelligenz.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Durch die erfolgreiche Teilnahme an einem Seminar zeigen die Studierenden, dass sie ein begrenztes Thema eines Forschungsgebietes verstehen, aufarbeiten, einen Vortrag dazu vorbereiten, durchführen und Fragen beantworten, sowie eine Ausarbeitung dazu erstellen können, und zwar innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist. Im Seminar des Master-Studiengangs werden üblicherweise anspruchsvolle Themen hoher Aktualität behandelt, und eine hohe Selbständigkeit in der Bearbeitung durch die Studierenden erwartet. Damit trägt das Masterseminar, zusammen mit anderen Master-Veranstaltungen und der Master-Arbeit zur Befähigung zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten bei.

Description / Content English

The students familiarize themselves with a limited topic of the research area "Intelligent Systems", prepare a lecture on it, carry it out and answer related questions. In addition, they write paper within a given period of time. Specific topics include image or spectral data analysis, machine learning, or robot intelligence.

Learning objectives / skills English

By successfully participating in the Master's seminar, students demonstrate that they can understand, work through, prepare and conduct a presentation, and answer questions on a limited topic in a research area, and prepare a paper on it within a specified time frame. The seminar of the Master's programme usually deals with challenging topics of high topicality and expects a high degree of autonomy in the work of the students. Thus, the Master's seminar, together with other Master's courses and the Master's thesis, contributes to the ability of independent scientific work.

Literatur

Wird individuell mitgeteilt.

Kursname laut Prüfungsordnung**Mathematik E4****Course title English**

Mathematics E4

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Folgende Themen werden behandelt:

Vektoranalysis

- Potentialfunktionen und Kurvenintegrale
 - Integration in mehreren Veränderlichen
 - parametrisierte Flächen
 - Flächenintegrale
 - Flussintegrale
 - Der Satz von Green
 - Der Satz von Stokes
 - Der Satz von Gauß
- Partielle Differentialgleichungen
- Einführung
 - Die Greenschen Formeln
 - Poissonsche Integralformeln für die Kreisscheibe und die Kugel
 - Distributionen (Grundlagen)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage, Potentialfunktionen von konservativen Vektorfeldern zu berechnen.

Sie können die wichtigsten Flächen parametrisieren. Sie sind in der Lage, Flächen- und Flussintegrale zu berechnen und dazu die Integralsätze zu verwenden. Sie wissen was ein Randwertproblem ist und können dies für einfache Gebiete lösen.

Description / Content English

The course deals with the following subjects:

Vector analysis

- Potential functions and line integrals
 - Integration in several variables
 - Parameterized surfaces
 - Surface integrals
 - Flow integrals
 - Green's theorem
 - Stoke's theorem
 - Gauss's theorem
- Partial differential equations
- Introduction
 - Green's identities
 - Poisson's integration equations over a circular disk and a sphere

- fundamentals of Distributions

Learning objectives / skills English

The students are able to compute potential functions of conservative vector fields. They know how to parametrize important surfaces. They are also able to calculate surface- and flow integrals and in so doing apply integral theorems. They know what a boundary value problem is and are capable of solving such problems for simple cases.

Literatur

Burg, Haf, Wille: Mathematik für Ingenieure, I-IV,2002;
Marsden, Tromba: Vectoranalysis,1996;
Kevorkian: Partial Differential Equations,2000;
Renardy/Rogers: A first graduate course in Partial Differential Equations,2004;
Evans: Partial Differential Equations, 2010.

Kursname laut Prüfungsordnung**MATLAB for Communications****Course title English**

MATLAB for Communications

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			3
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in die Syntax von MATLAB werden Anwendungen von MATLAB im Bereich der Nachrichtentechnik behandelt. Wichtige Methoden sind dabei: Faltung, diskrete Fourier-Transformation, Erzeugung von Zufallsvariablen mit definierten Eigenschaften.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Teilnehmer sollen in der Lage sein, numerische Problemstellungen der Nachrichtentechnik mit MATLAB lösen zu können.

Description / Content English

After an introduction about the syntax of MATLAB, applications in the field of communication systems are treated. Especially the following methods are discussed: convolution, discrete Fourier transform, generation of random variables with pre-defined properties.

Learning objectives / skills English

Participants shall be able to solve numerical problems in the area of communications systems using MATLAB.

Literatur

Karl-Dirk Kammeyer, Kristian Kroschel, Armin Dekorsy und Dieter Boss: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB-übungen

Martin Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB

Hans Benker: Mathematik mit MATLAB: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler

Gerhard Doblinger: Zeitdiskrete Signale und Systeme

Norbert Fliege und Markus Gaida: Signale und Systeme

Kursname laut Prüfungsordnung**Microwave Theory and Techniques****Course title English**

Microwave Theory and Techniques

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Behandelt werden theoretische Grundlagen und Konzepte, die zum Entwurf und Analyse von Mikrowellen-Schaltungen benötigt werden. Beginnend mit Maxwell's Gleichungen werden Beschreibungen von ebenen Wellen und Ausbreitungs-Effekten an Diskontinuitäten abgeleitet. Leitungsgleichungen und Wellenbeschreibungen auf TEM-Wellenleitungen werden als Wiederholung des Stoffs aus dem Bachelor nur kurz behandelt. Als Erweiterung der bisherigen theoretischen Grundlagen wird dann die Ausbreitung von TEM-Wellen und TE- und TM-Moden auf metallischen Leitungen abgeleitet sowie entsprechende Resonanz-Moden. Daneben werden auch Eigenschaften von Streifenleitungen (microstrip und coplanar)gezeigt. Dies führt zur Charakterisierung von Mikrowellen-Netzwerken unter Benutzung der Streuparameter und Analyse der Eigenschaften von verschiedenen Klassen von N-Toren.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage elektromagnetische Wellen im freien Raum und auf Leitungen zu berechnen und Welleneigenschaften von Mikrowellen-schaltungen zu beschreiben und in Systemzusammenhängen zu berücksichtigen.

Description / Content English

The lecture series on MTT covers advanced theories and concepts needed for the analysis and design of microwave circuits. We start with Maxwell's equations to derive descriptions of plane waves and propagation effects at discontinuities. Next we repeat and extend transmission line theory taught at undergraduate level(MRFT). Extending basic theory, we then derive transmission line TEM-modes and metal waveguide TE- and TM-modes as well as resonator modes. Characteristics of printed circuit microstrip line and coplanar waveguide are also presented. This leads to the characterization of microwave networks using scattering parameters and the analysis of several classes of n-port circuits.

Learning objectives / skills English

Students can calculate electromagnetic wave propagation in free space and in transmission lines. They are able to describe wave propagation properties of microwave networks and consider these under system aspects.

Literatur

- David M. Pozar, *Microwave and RF wireless systems*, John Wiley and Sons, 2001, chapters 3,4
- David M. Pozar, *Microwave Engineering*, 2nd edition, John Wiley and Sons, 1998, chapters 1,2,3,4
- Werner Bächtold, *Mikrowellentechnik*, Vieweg, 1999
- Werner Bächtold, *Mikrowellenelektronik*, Vieweg, 2002
- Edgar Voges, *Hochfrequenztechnik, Bauelemente, Schaltungen, Anwendungen*, 2004, 3.Auflage, Hüthig-Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Microwave Theory and Techniques Lab****Course title English**

Microwave Theory and Techniques Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	

Prüfungsleistung

Zur Durchführung der Versuche im Labor gehören die Überprüfung des Kenntnisstandes, die eigentliche Durchführung sowie eine abschließende Besprechung. Studenten ohne ausreichende Vorbereitung werden nicht zu dem jeweiligen Versuch zugelassen. Die erfolgreiche Durchführung einer Mindestanzahl von Versuchen ist notwendig zur Erlangung der Kreditpunkte des Moduls.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung MTT wird ergänzt durch Praktikumsversuche, sowohl passend zum vorgetragenen Stoff als auch mit zusätzlichen Themen bzgl. aktiver Schaltungen:

- Streuparameter-Messung an passiven und aktiven Schaltungen
- Impedanzanpassung in Hohlleiter-Schaltungen
- Verstärker-Charakterisierung (Gewinn, Rauschzahl, Verzerrungen)
- Spektrale Vermessung an Misch-Schaltungen
- Messung von Antennen-Eigenschaften in der Fernfeld-Antennenmesskammer

Die Versuche werden von einer ausführlichen Beschreibung begleitet, die die notwendigen Grundlagen wiederholt, Verständnisfragen stellt und Aufgaben stellt, die als Vorbereitung zuhause gelöst werden müssen.

Zur Durchführung der Versuche im Labor gehören ein Kolloquium mit Antestat zur Überprüfung des Kenntnisstandes, die eigentliche Durchführung in kleinen Gruppen sowie eine abschließende Besprechung; die Auswertung der gewonnenen Messergebnissen ist zum nächsten Termin durchzuführen und vorzulegen/testieren zur Erlangung der Kreditpunkte des Moduls.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage Bauelemente, einfache Schaltungen und Netzwerke der Mikrowellentechnik messtechnisch zu erfassen und theoretisches Wissen über Grundlagen und Verfahren der Mikrowellentechnik auf praktische Fragestellungen der Mikrowellentechnik anzuwenden.

Description / Content English

The MTT lecture is complemented with a series of lab experiments which comply with the topics presented in the lecture but also present some additional topics concerning active microwave circuits:

- Measurement of scattering parameters of passive and active circuits
- Measurement of impedance in waveguide circuits
- Characterization of amplifiers (Gain, Noise Figure, Distortion)
- Spectral characterization of mixer circuits
- Measurement of antenna parameters using the far-field anechoic chamber

The experiments are accompanied by a script that collects and repeats theoretical fundamentals and presents questions and problems to be solved before the experiments (homework).

The lab comprises a colloquium at the beginning to check the good preparation of students and grant the testation, the accomplishment of the experiments by individual student in groups and a final report and discussion of results. Detailed evaluations of results have to be prepared for the next experiment and successful performance is the basis for earning the credit points of the module.

Learning objectives / skills English

The students are able to verify experimentally and understand better the theoretical concepts from the lecture about simple circuits and networks for microwave technology and can apply this to practical problems of engineering.

Literatur

Ausführliche Versuchsbeschreibungen erhältlich unter <https://www.uni-due.de/hft/mtt.php>

Kursname laut Prüfungsordnung**Mobilkommunikationsgeräte****Course title English**

Mobile Communication Equipment

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung besteht aus dreizehn einzelnen Kurseinheiten, nämlich:

1. Mobilkommunikationsgeräte (übersicht des Aufbaus mobiler Endgeräte und deren Anwendungen insbesondere im Automobilbereich)
2. Binäre Bayes-Detektion isoliert gesendeter Nachrichten (Einfache Detektoren mit optimalem Verhalten)
3. Binäre Detektion bei additiven Störungen (Lineare Übertragungsmodelle mit optimalen Detektoren)
4. Maximum-Likelihood (ML)-Folgendetektion (Optimale Folgendetektoren in Mobilfunkempfängern)
5. Maximum-a-posteriori (MAP)-Symboldetektion (Optimale Symboldetektoren in Mobilfunkempfängern)
6. Beispiele zur MAP-Symboldetektion (Veranschaulichungen der Symboldetektion)
7. MAP- und ML-Schätzung (Optimale Estimation)
8. Lineare Schätzer (Suboptimale Estimation)
9. Architekturen zur digitalen Signalverarbeitung (Realisierungsaspekte von Detektoren und Schätzern)
10. Drahtlose Übertragung im Automobilbereich (Bluetooth, W-LAN, UWB, Keyless Entry)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

1. Verständnis für die grundlegende Architektur von Mobilfunkendgeräten, z.B. Handys.
2. Verständnis für die Grundlagen der Detektion und der Estimation.
3. Verständnis für die Realisierung von Detektoren und Schätzern in Mobilfunkendgeräten.

Description / Content English

The lecture consists of thirteen separate course entities, namely:

1. Architecture of mobile communication terminals and their applications in the automotive sector
2. Binary Bayes detection of isolated messages
3. Binary detection in additive noise
4. Maximum likelihood (ML) sequence detection, MLSD
5. Maximum a posteriori probability (MAP) symbol detection
6. Illustrative examples for MAP symbol detection
7. Optimal estimators based on the MAP and on the ML criteria
8. Linear estimation
9. Realization aspects of digital signal processing in mobile terminals
10. Wireless connectivity in the automotive environment (Bluetooth, W-LAN, UWB, Keyless Entry)

Learning objectives / skills English

1. Understanding the basic architecture of mobile terminals, e.g. cellular phones.
2. Understanding the basics of detection and estimation.
3. Understanding the realization aspects of detectors and estimators for mobile terminals.

Literatur

- P. Jung: Analyse und Entwurf digitaler Mobilfunksysteme. Stuttgart: Teubner, 1997.
- A. Mertins: Signaltheorie. Stuttgart: Teubner, 1996.
- S. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing Detection Theory. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1998.
- S. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing Estimation Theory. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993.
- A. Whalen: Detection of Signals in Noise. New York: Academic Press, 1971.
- P. Pirsch: Architekturen der digitalen Signalverarbeitung. Stuttgart: Verlag B.G. Teubner, 1996, ISBN 3-519-06157-0 (Quelle des Kapitels 5)

Kursname laut Prüfungsordnung**Modelling and Simulation of Dynamic Systems****Course title English**

Modelling and Simulation of Dynamic Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet.

Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der "System Identification Toolbox" von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung "State and Parameter Estimation" verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet.

Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung "rigoroser Modelle") für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache in der Verfahrenstechnik wichtige physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen.

Description / Content English

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter "experimental modelling" at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a

least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture ("state and parameter estimation"). Other methods are only mentioned as outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g.: DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

Learning objectives / skills English

The students should be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they should be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems, which are important in process industry.

Literatur

- [1] Maier, Uwe: Vorlesungsskript "Modelling and Simulation of Dynamic Systems" (steht größtenteils zum Download zur Verfügung, wird jährlich aktualisiert).
- [2] Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in den Vorlesungsunterlagen.

Kursname laut Prüfungsordnung**Modelling and Simulation of Dynamic Systems Lab****Course title English**

Modelling and Simulation of Dynamic Systems Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	

Prüfungsleistung

Ausreichende Vorbereitung gemäß Versuchsbeschreibungen und aktive Teilnahme an allen Versuchen.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Versuche dienen zur Vertiefung des Verständnisses der Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems". Mit MATLAB/SIMULINK werden folgende Themenbereiche vertieft:

- Numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen und ihre Eigenschaften,
- ein Beispiel zur Lösung einer partiellen Differentialgleichung (eindimensionale Wärmeleitung),
- theoretische Modellbildung und nachträgliche Anpassung (Optimierung) der Parameter an Messungen,
- experimentelle Modellbildung mittels der System Identification Toolbox von MATLAB.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Siehe Beschreibung der Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Description / Content English

Goal of the experiments is deepening the understanding of the lecture "Modelling and Simulation of Dynamic Systems". With MATLAB/SIMULINK the following subjects are treated:

- Numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and their properties;
- an example for the solution of a partial differential equation (1-dimensional heat conduction);
- theoretical modelling, followed by parameter optimisation for matching experimental data;
- experimental modelling by means of the MATLAB system identification toolbox.

Learning objectives / skills English

See description of lecture "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Literatur

Siehe Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Kursname laut Prüfungsordnung

Nachrichtentechnisches Praktikum

Course title English

Communications Engineering Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		2	

Prüfungsleistung

aktive Teilnahme, Kurzpräsentation

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Einzelne Teile eines Übertragungssystems werden messtechnisch analysiert. Den Schwerpunkt bilden digitale Übertragungssysteme. Begriffe wie das signalangepasste Filter, das Augendiagramm sowie digitale Modulation werden mit praktischen Schaltungen veranschaulicht.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Absolventen haben praktische Erfahrungen mit analogen und digitalen Übertragungssystemen gewonnen. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen den mathematischen Grundlagen und der praktischen schaltungstechnischen Realisierung.

Description / Content English

Learning objectives / skills English

Literatur

Versuchsbeschreibungen werden zur Verfügung gestellt.

Kursname laut Prüfungsordnung**OFDM Transmission Techniques****Course title English**

OFDM Transmission Techniques

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In frequenzselektiven Übertragungsszenarien werden häufig Mehrträger-Übertragungsverfahren wie die Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)-Technik zur Reduktion der Empfängerkomplexität eingesetzt.

Nach einem kurzen Überblick über die Eigenschaften von Mobilfunkkanälen werden das Konzept der Mehrträgerübertragung und der Spezialfall OFDM behandelt. Aufgrund der hohen Sensitivität von OFDM-Signalen gegenüber Synchronisationsfehlern werden deren Auswirkungen auf das Nutzsignal aufgezeigt und entsprechende Schätz- und Kompensationsalgorithmen vorgestellt. Darüber hinaus wird eine vollständige Basisband-Empfängerstruktur, angefangen von der Synchronisation bis hin zur Signaldetektion, behandelt. Die weiteren Kapitel befassen sich mit erweiterten OFDM-Techniken zur Verbesserung der Übertragungsqualität, der Erweiterung auf Mehrantennensysteme (MIMO) und Mehrnutzer-Systemen. Anhand eines Fallbeispiels werden die vorgestellten Prinzipien und Verfahren veranschaulicht.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden können drahtlose Kommunikationssysteme, basierend auf dem Mehrträger-Übertragungstechnik Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), analysieren und auch eigenständig entwerfen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die erlernten Signalverarbeitungstechniken auf Mehrantennensysteme (MIMO) zu erweitern.

Description / Content English

In frequency-selective transmission scenarios, multicarrier transmission schemes like Orthogonal Frequency Division Duplex (OFDM) are frequently used to reduce the receiver complexity. After a brief survey of the properties of mobile radio channels, the concept of multicarrier transmission and the special case OFDM are introduced. Due to the high sensitivity of OFDM signals against synchronization mismatches, the impact on the useful signal as well as suitable estimation and compensation algorithms are presented. Moreover, we explain a complete baseband receiver chain, starting from synchronization up to signal detection. The following chapters include advanced OFDM techniques to improve the link quality, an extension to multiple-input multiple-output (MIMO) systems and multiuser systems. Finally, the presented concepts and schemes are illustrated on the basis of a case study.

Learning objectives / skills English

The students are able to analyze and to develop wireless communication systems, which are based on the multicarrier transmission scheme orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). Moreover, the students are able to extend the signal processing techniques to multiple-input multiple-output systems.

Literatur

- R. van Nee and R. Prasad: OFDM for Wireless Multimedia Communications

- A. Paulraj et al: Introduction to Space-Time Wireless Communications

Kursname laut Prüfungsordnung**Optische Netze****Course title English**

Optical Networks

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Zu Beginn wird einleitend die elektromagnetische Wellentheorie und deren Anwendung auf die Ausbreitung von Licht in faseroptischen Wellenleitern behandelt. Hierzu zählt auch die Entstehung von LP-Moden und deren Ausbreitungseigenschaften. Die wichtigsten Komponenten für die optische Nachrichtentechnik wie Laserdioden, Modulatoren, Verstärker und Fotodetektoren werden diskutiert und die Zusammenschaltung dieser zu optischen Links wird analysiert. Die verschiedenen Strukturen photonischer Kommunikationsnetze werden behandelt und im Weiteren deren Einsatz in Weitverkehrs-, Metro-, Zugangs- und Gebäudenetzen diskutiert. Neben den einfachen optischen Modulationsverfahren wie On-Off-Keying (OOK) werden auch komplexere Verfahren (PSK, QPSK, 64QAM) und deren Umsetzung innerhalb der optischen Domäne besprochen. Der Einsatz komplexer Modulationsverfahren z.B. in hochbitratigen Radio-over-Fiber-Systemen (RoF-Systemen) in Verbindung mit einem hochfrequenten Funkkanal (millimeter-wave multi-gigabit point-to-point link) wird behandelt. Den Abschluss bilden die Vorstellung und Diskussion wichtiger Übertragungsstandards in der optischen Kommunikationstechnik.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage, die Ausbreitung von Licht in Glasfasern und die dabei auftretenden Effekte wie Absorption und Dispersion zu analysieren und optische Faserstrecken mit Blick auf die Reduktion dieser störenden Eigenschaften zu optimieren (Multimode-/Singlemode-Faser, Dispersionsskompensation, 3R amplification). Sie sind fähig, optische Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mit Hilfe geeigneter Bauelemente und Fasern zu entwerfen, wobei die unterschiedlichen Anforderungen an optische Netze (für den lokalen Bereich LAN, den Metrobereich MAN und für den Weitverkehrsbereich WAN) Berücksichtigung finden. Sie verstehen verschiedene Multiplexverfahren (TDM, WDM) sowie optische Modulationsverfahren und sind in der Lage, einfache faseroptische Netzstrukturen (z.B. passive optical network, PON) unter Beachtung wichtiger Standards zu entwerfen.

Description / Content English

- Introduction: electromagnetic wave theory, light propagation in optical waveguides, LP modes and their propagation properties.
- Components: laser diodes, modulators, amplifiers, photo detectors, their connection to optical links.
- Structures of photonic communication nets for application in LAN, MAN, WAN.
- Modulation methods: on-off keying (OOK), PSK, QPSK, 64QAM, and their implementation within the optical domain.
- Use of complex modulation methods, e.g. in high bit rate radio-over-fiber systems (RoF systems), in combination with a high frequency radio channel (millimeter-wave multi-gigabit point-to-point link).
- Important optical communication standards.

Learning objectives / skills English

The Students are able to analyze light propagation in waveguides and the effects of absorption and dispersion and to optimize optical fiber channels concerning reduction of these negative properties (multi-mode, single mode, dispersion compensation, 3R amplification). They are able to design optical point-to-point connections using suitable devices and waveguides, taking into account the different requirements for LAN, MAN, and WAN. They understand different multiplex methods (TDM, WDM) and optical modulation methods and are able to design simple fibre optical net structures (e.g. passive optical network, PON) taking into account important standards.

Literatur

- [1] Hagen Hultsch (Ed.), Optische Telekommunikationssysteme, Damm-Verlag, Gelsenkirchen, 1996
- [2] Franz-Joachim Kauffels, Optische Netze, MITP-Verlag, 2001
- [3] Biswanath Mukherjee, Optical WDM Networks, Springer-Verlag, 2006

Kursname laut Prüfungsordnung			
Photovoltaik			
Course title English			
Photovoltaik			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Photovoltaik bis hin zum vertieften Verständnis einzelner Zellkonzepte behandelt. Die Grundlagen schließen das wirtschaftliche Potenzial der Technologie, das Sonnenspektrum, Ladungsträger Generations- und Transportmechanismen in organischen wie anorganischen Halbleitern sowie die Funktionsweise des pn-übergangs mit ein. Vertieft werden diese Inhalte hinsichtlich der allgemeinen elektrischen Solarzellenfunktionalität, Verlustmechanismen und Begrenzungen in der Konversionseffizienz. Weiterhin wird im Speziellen auf Solarzellen der 1. Generation: Si und μ -Si, der 2. Generation: a-Si, organische und Graetzelzellen sowie auf Solarzellen der 3. Generation: Tandem Zellen eingegangen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

- Das Energiegenerationspotential der Technologie zu erklären
- Den Ursprung des photovoltaischen Effekts allgemein und die Funktionsweise einer Solarzelle an konkreten Materialsystemen zu erklären, unter zu Hilfenahme von quasi-Fermi Niveaus und standard Transportmodellen.
- Generations und Rekombinations-mechanismen zu erklären.
- Begrenzungen in der maximalen Konversionseffizienz zu erklären und hierbei zwischen materialbedingten, prozessbedingten und strukturbedingten Begrenzungen zu unterscheiden
- Solarzellen elektro-optisch zu charakterisieren und die Ergebnisse mit Hilfe von standard Ersatzschaltbildern zu Interpretieren.
- Solarzellen der drei Generationen zu unterscheiden, deren Funktionsweise zu beschreiben und deren Vor- und Nachteile zu erklären.

Description / Content English

This lecture deals with the photovoltaic basics, as well as an in depth understanding of selected solar cell concepts. The basics include the market potential of the photovoltaic technology, the solar spectrum, charge carrier generation and transport mechanisms in organic / inorganic semiconductors, as well as the working principle of the classical pn-junction. Emphasis is also placed on the general electrical solar cell functionality, loss mechanisms and limitations with respect to the power conversion efficiency. Specifically solar cells of the 1st generation: Si and μ -Si, the 2nd generation: a-Si, organic and Graetzel cells as well as solar cells of the 3rd generation: tandem cells are discussed.

Learning objectives / skills English

The students are able:

- to describe the energy generation potential of this technology.
- to describe the origin of the photovoltaic effect, as well as the working principle of solar cells using concrete material systems, quasi Fermi levels as well as standard transport models.
- to describe generation and recombination mechanisms.

- to describe limitations of the max. obtainable power conversion efficiency and be able to differentiate between material, process and design limitations.
- to characterize solar cells electro-optically and are able to interpret their findings using standard equivalent circuits.
- to differentiate between solar cells of the three generations, are able to describe their working principle as well as their advantages and disadvantages.

Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Semiconductor Device, S.M. Sze and K.K. NG, WILEY-Interscience
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Organic Molecular Solids, Markus Schwoerer and Hans Christoph Wolf, WILEY-VCH
- Solid State Physics, Harald Ibach and Hans Lüth, Springer

Kursname laut Prüfungsordnung**Photovoltaik 2****Course title English**

Photovoltaik 2

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung steht die Messung und Simulation von Halbleiterbauelementen am Beispiel der Solarzelle im Vordergrund. Dazu werden zunächst die Grundlagen geschaffen, um die Physik der Solarzelle zu verstehen und sie beschreiben zu können. Dabei werden die wesentlichen physikalischen Größen identifiziert, die den Wirkungsgrad einer Solarzelle beeinflussen, nämlich Ladungsträgerlebensdauer und Beweglichkeit sowie der Absorptionskoeffizient. Im Folgenden werden dann verschiedene Methoden eingeführt und erklärt mit denen man diese Größen bestimmen kann. Die numerische Simulation der Solarzelle ist dabei oft nützlich, um bestimmte Messverfahren besser zu interpretieren und um den Einfluss von Parametern wie Lebensdauer und Beweglichkeit auf die Kennlinie und den Wirkungsgrad einer Solarzelle zu verstehen. Die Vorlesung schließt ab mit einer Einführung in aktuelle Schwerpunkte der Solarzellenforschung wie z.B. druckbare Solarzellen und Perowskit-Solarzellen.

Die Vorlesung richtet sich sowohl an Studenten, die die Vorlesung Photovoltaik von Dr. Benson bereits gehört haben, als auch an Studenten, die diese Vorlesung nicht oder noch nicht gehört haben.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten werden in der Lage sein:

- die Funktionsweise einer Solarzelle zu erklären,
- Bänderdiagramme und quasi-Fermi Niveaus im Dunkeln und unter Beleuchtung zu verstehen und zu benutzen,
- den Unterschied zwischen geordneten (kristallinen) und ungeordneten (nanokristallinen oder amorphen) Halbleitern zu verstehen,
- Messmethoden zu kennen und zu erklären, die zur Untersuchung von Materialien, Schichten, Schichtstapeln und ganzen Bauelementen in der Photovoltaik genutzt werden,
- Solarzellen mit einer Software numerisch zu simulieren.

Description / Content English

The focus of this course will be on the measurement and simulation of semiconductor devices using the solar cell as an example. First, we will therefore establish the fundamentals of solar cell device physics before we will identify relevant physical quantities needed for the description of the solar cell. These physical quantities affecting solar cell efficiency are for instance the charge carrier lifetime and mobility as well as the absorption coefficient. In the following, we will then introduce and explain methods to measure these physical quantities. Numerical simulations are often useful to better interpret certain measurement techniques and to better understand the influence of parameters like lifetime and mobility on the current-voltage curve and the efficiency of a solar cell. The course finishes with an introduction into focus areas of current research like printable solar cells and perovskite-based solar cells.

The course is intended for both, students that have already attended the course Photovoltaics by Dr. Benson and for students that have not or not yet attended this course.

Learning objectives / skills English

The students will be able:

- to explain the working principle of a solar cell
- to understand and use band diagrams and quasi-Fermi levels in the dark and under illumination
- to explain the difference between ordered (crystalline) and disordered (nanocrystalline and amorphous) semiconductors
- to know and to explain measurement methods used to analyze materials, layers, layer stacks and devices used in photovoltaics
- to numerically simulate solar cells using a software.

Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Advanced Characterization Techniques for Thin-Film Solar Cells, D. Abou-Ras, T. Kirchartz, U. Rau (Eds.), Wiley-VCH

Kursname laut Prüfungsordnung**Projektmanagement****Course title English**

Project Management

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Mittelpunkt der Veranstaltung steht die systematische Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten. Anforderungen an den Projektleiter und das Projektpersonal werden durch adäquate Führungsgrundsätze, Kommunikationswissen und Team Building verdeutlicht. Die Rolle des Projekt-Sponsors und die Bedeutung des Managements von Veränderungsprozessen für den Projekterfolg bilden weitere wichtige Bausteine.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Grundlagen des Projektmanagements bzgl. der technischen Kompetenzen und der Verhaltenskompetenzen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung des Professionellen Projektmanagements in den umfassenderen Kontext des Managements von Organisationen und der erfolgreichen Umsetzung von Unternehmensstrategien einzuordnen und zu bewerten.

Description / Content English

The lecture will focus on systematic planning and controls of projects. Genuine leadership principles, communication skills and team building point out the necessary qualifications of the project manager/members. Sponsorship by Top-Management and Organizational Change-Management are critical project success factors and are part of the lecture as well.

Learning objectives / skills English

The students know the basics of project management concerning the technical and behavioral competence elements. They can classify the impact of Professional Project Management within the context of management of organizations and successful implementation of corporate strategies and evaluate those.

Literatur

1. Heinz Schelle / Roland Ottmann / Astrid Pfeiffer: Projekt Manager, 3. Auflage, GPM, Nürnberg, 2008
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (Pmbok Guide) Fifth Ed. (German), IPM, 15. Aug. 2014

Kursname laut Prüfungsordnung**Projektmanagement****Course title English**

Project Management

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung Project Management beschäftigt sich mit der Frage, was ein Projekt ist und wie ein Projekt durchgeführt wird. Hierbei spielen Einflussgrößen wie z.B. Zeit, Kosten oder technische Anforderungen usw. eine wesentliche Rolle. Es werden Methoden / Vorgehensweisen vorgestellt, mit denen Projekte geplant, überwacht und erfolgreich abgeschlossen werden.

Neben der Vorlesung werden Übungen angeboten.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Den Studierenden werden, insbesondere über Beispiele aus der industriellen Praxis, die gebräuchlichsten Methoden des Projektmanagements vermittelt und anhand von Übungen deren Anwendung erprobt. Die Studierenden sind danach in der Lage, für abgegrenzte Entwicklungsaufgaben Projektplanungen durchzuführen.

Description / Content English

Project Management is the task of accomplishing a project (what is a project?) e.g. on time, in budget, to technical specification and more. In the lecture you get to know tools how to manage a project (project initiation – implementation – control - ...).

Both lectures and exercises arrange fundamental knowledge about Project Management.

Learning objectives / skills English

The students will get to know standard methods of project management by means of present examples from industrial projects including the application of examples in exercises. The students are able to execute limited development tasks in project plannings.

Literatur

- Rinza, P. Projektmanagement
- 4. Auflage, Springer, ISBN 3-540-64021-5
- Seibert, S. Technisches Management
- 5. Auflage, Schäffer-Poeschel, ISBN 3-7910-0694-0

Kursname laut Prüfungsordnung			
Radio Propagation Channels			
Course title English			
Radio Propagation Channels			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung „Wellenausbreitung und Funkkanäle“ werden die Grundlagen für Mobile Kommunikationssysteme erarbeitet. Schwerpunkte bilden die Themenbereiche Wellenausbreitung, lineare zeitvariante Systeme und digitale Modulation. Das erste Kapitel gibt eine Einführung in die mobile Kommunikation: Beginnend mit einem historischen Rückblick werden anschließend zellulare drahtlose Systeme und Mehrfachzugriffsverfahren eingehend erläutert. In Kapitel 2 werden physikalische Effekte der Wellenausbreitung behandelt. Anschließend werden wesentliche Eigenschaften eines Mobilfunkkanals mit Mehrwege-Ausbreitung behandelt. Hierbei wird der Mobilfunkkanal als stochastisches zeitvariantes lineares System beschrieben. Schließlich werden im Mobilfunk eingesetzte Übertragungsverfahren besprochen. Die Lehrinhalte werden in Übungen vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Hörer haben die physikalischen Effekte der Wellenausbreitung verstanden und sind in der Lage, einen Mobilfunkkanal mit Hilfe eines stochastischen Ansatzes zu beschreiben.

Description / Content English

The lecture covers the fundamentals of mobile communication systems with special emphasis on wave propagation, linear time-variant systems and digital modulation. Chapter 1 introduces into mobile communication with a historical review, the concept of wireless cellular systems, as well as multiple access schemes. Chapter 2 focuses on physical effects of wave propagation. Next, the main properties of a mobile radio channel with multipath propagation are considered. The mobile radio channel is described as a stochastic linear time-variant system. Finally, transmission methods in the field of mobile radio communications are discussed. The contents will be deepened in exercises.

Learning objectives / skills English

Attendees understand the physical effects of wave propagation and are able to describe a mobile radio channel using a stochastic approach.

Literatur

Skript

Kursname laut Prüfungsordnung**Regenerative Energietechnik 1****Course title English****Renewable Energy Technology 1**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung wird die Bandbreite der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie vorgestellt. Nach einer Diskussion der Grundlagen des solaren Strahlungsangebotes (Physikalische Grundlagen der Strahlung, Strahlungsbilanzen, Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, Messung solarer Strahlungsenergie) werden Niedertemperaturkollektoren, konzentrierende Kollektoren und die solarthermische Stromerzeugung in Farm- und Towerkraftwerken behandelt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Thema der photovoltaischen Stromerzeugung mit einer Einführung in das Bändermodell der Elektronen im Festkörper, des Aufbaus, der Funktionsweise und des Wirkungsgrads von Silizium-Solarzellen, Dünnschichtsolarzellen und kompletten Solarzellensystemen.

Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Studierende versteht die Prinzipien der energetischen Nutzung von Solarenergie, kennt den technischen Aufbau und den Wirkungsgrad verschiedener Solaranlagen und kann das technische und wirtschaftliche Potential der Nutzung der Solarenergie einschätzen.

Description / Content English

Focus of the lecture is the thermal and photovoltaic use of solar energy. Topics are the potential of solar radiation and its physical fundamentals, radiation balances, total radiation and measurement of solar irradiation. The conversion of solar radiation into thermal energy by thermal collectors, like flat collectors and concentrating collectors, the generation of high temperature heat by solar farm and tower power plants will be explained. Photovoltaic generation of electricity is the second main topic, the energy band model of semiconductors, the functional principle of silicon solar cells, including construction principles, manufacturing and efficiency will be presented. Important is as well the optimization potential, thin film solar cells, other semiconductors, photovoltaic system technology. Finally, the technical and economical potential of thermal and photovoltaic use of solar energy will be discussed.

Learning objectives / skills English

The student understands the principles of energetic use of solar energy, knows technical details about construction and efficiency of conversion devices for solar energy (solar thermal collectors and PV) and is able to judge the technical and economical potential of solar energy use.

Literatur

- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“, Teubner Studienbücher
- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner Studienbücher
- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag

- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Regenerative Energietechnik 2****Course title English****Renewable Energy Technology 2**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen und systemtechnischen Grundlagen der Nutzung der Windenergie (Leistungsdichte des Winds, Windmessung, Windenergiekonverter), der Wasserkraft (Aufbau und Komponenten einer Wasserkraftanlage, Pumpspeicherkraftwerke), Meeressenergie (Leistung von Wasserwellen, Meereströmungskraftwerke), Gezeitenenergie (Entstehung von Ebbe und Flut, Gezeitenkraftwerke) und der Geothermie (oberflächennahe und hydrothermale Erdwärmennutzung, heiße Gesteinsschichten) behandelt. Ein weiteres Schwerpunktthema bildet die Photosynthese und die Möglichkeiten der energetischen Biomassenutzung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Biogaserzeugung, äthanolherstellung). Bei jeder Technologie wird auf den erreichten Stand der Technik eingegangen sowie die technischen und wirtschaftlichen Potentiale diskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Student ist in der Lage, regenerative Energiesysteme auf Basis Wind, Wasserkraft, Geothermie, und Biomasse technisch und ökonomisch zu bewerten. Das zukünftige Potential und der Stand der Technik sind bekannt.

Description / Content English

The physical and technical fundamentals of wind energy conversion like power density of wind, measurement of wind speed and wind energy conversion principles will be explained. For water power, the relevant topics are construction principles and components, especially types of turbines, and pumped storage stations as well as energy conversion of tidal and ocean current and waves. The different types of geothermal energy (near surface, hydrothermal, hot dry rock) and biomass are further main foci, including combustion and gasification technology, fermentation for ethanol and biogas generation. For each of these technologies, the achieved state-of-the-art will be presented, the future technical and economical potential will be discussed.

Learning objectives / skills English

The students are able to judge regenerative energy systems on basis of wind and water power, biomass and geothermal energy with respect to technology and economics. The future potential and the state-of-the-art are known.

Literatur

- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag
- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag
- Jochen Fricke, Walter Borst, „Energie – Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen“, R. Oldenbourg Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Repetitorium der Maxwell'schen Theorie****Course title English**

Revision Course of Maxwell's Theory

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung dient u.a. der Vorbereitung und Begleitung der Theoretischen Elektrotechnik.

Sie versucht den Spagat zwischen mathematischer Strenge und physikalischer Intuition zu schließen. Die Verzahnung zwischen Physik und Mathematik steht im Mittelpunkt der Veranstaltung.

In mehreren Lektionen wird die Vektoranalysis und ihre Anwendung auf die Berechnung elektromagnetischer Felder behandelt. Die Darstellung der Maxwell'schen Gleichung unter Verwendung des Nabla-Operators (differentielle Form) steht im Mittelpunkt

Neben der Theorie erfolgt die Vertiefung anhand anschaulicher Beispiele und Musteraufgaben.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Teilnehmer sollen lernen,

- welche mathematischen Methoden bei der elektromagnetischen Feldtheorie angewendet werden
- die Unterscheidung nach statischen, stationären und dynamischen Vorgängen zu treffen
- wie die Unterscheidung der differenziellen/integralen Formulierung der Maxwell'schen Gleichungen erfolgt
- welche Methode am Besten zur Beschreibung spezieller Problemklassen geeignet ist

Description / Content English

This course is designed as a preparation of the theoretical electrical engineering.

Mathematical methods on the one hand side in contrast to physical intuition on the other hand side are in the focus of this course.

In several lessons we will introduce vector analysis and its application to the calculation of electromagnetic fields. Formulation of Maxwell's equation by the nabla operator is emphasized.

The theory is supplemented by a lot of illustrative examples and exercises.

Learning objectives / skills English

Participants will learn

- how mathematical methods are applied in electromagnetic field theory
- the distinction between static, stationary and dynamic processes
- how to distinguish the differential / integral formulation of Maxwell's equations
- which method is best used to describe specific problem classes

Literatur

1. Ingo Wolff, Grundlagen und Anwendungen der Maxwellschen Theorie I und II: Ein Repetitorium (VDI-Buch) (Deutsch) Taschenbuch – 13. März 1996
294 Seiten, Verlag: Springer; Auflage: 3., überarb. (13. März 1996)
ISBN-10: 3540621776, ISBN-13: 978-3540621775
2. Silvanus P. Thompson, Höhere Mathematik - und doch verständlich : Eine leichtfassl. Einf. in d. Differential- u. Integralrechnung Nachdruck der 12. Auflage, Deutsch Taschenbücher, 1988, ISBN:978-3-87144-739-6
3. Murray R. Spiegel, Höhere Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Theorie und Anwendung (Schaum's Outline) - 950 ausführliche Lösungsbeispiele (Englisch) Taschenbuch – Ungekürzte Ausgabe, 1. Januar 1978
416 Seiten, Verlag: Schaum Outline Series (1. Januar 1978) ISBN-10: 0070920230, ISBN-13: 978-0070920231
4. Murray R. Spiegel, Vektoranalysis. Theorie und Anwendung. Mit einer Einführung in die Tensoranalysis. (Schaum's Outline) (Englisch) Taschenbuch – 1. Januar 1977 240 Seiten, Verlag: McGraw-Hill, Maidenh. (1. Januar 1977) ISBN-10: 007092015X, ISBN-13: 978-0070920156
5. Richard Demmig und Gudrun Demmig, Repetitorien der Mathematik, versch. Bände,
 - Vektorrechnung I und II
 - Komplexe Zahlen I und II
 - Funktionen mehrerer Veränderlicher
 - Integralrechnung
 - Differentialgleichungen
 - Matrizen und Determinanten(jeweils separate Bände, z.T. nur antiquarisch erhältlich)
Verlag: Demmig (1987) ISBN-10: 3921092604, ISBN-13: 978-3921092606
6. Karl Küpfmüller Theoretische Elektrotechnik: Elektromagnetische Felder, Schaltungen und elektronische Bauelemente (Deutsch) Taschenbuch – 29. August 2017, 824 Seiten, Verlag: Springer Vieweg; Auflage: 20., aktualisierte Aufl. 2017 (29. August 2017) ISBN-10: 3662548364, ISBN-13: 978-3662548363
7. Horst Rollnick, Physikalische und mathematische Grundlagen der Elektrodynamik. Taschenbuch – 1. Januar 1976 209 Seiten, Verlag: Bibliographisches Institut, Mannheim; Auflage: 1. (1976) ISBN-10: 3411002972, ISBN-13: 978-3411002979
8. Arnold Sommerfeld, Vorlesungen über Theoretische Physik, Bd.3, Elektrodynamik (Deutsch) Taschenbuch – 1. Januar 1988 343 Seiten, Verlag: Harri Deutsch; Auflage: (Nachdr. d. 4. Aufl. 1988) (1. Januar 1988) ISBN-10: 387144376X, ISBN-13: 978-3871443763
9. Richard P. Feynman, The Feynman Lectures on Physics, Vol. II: The New Millennium Edition: Mainly Electromagnetism and Matter (Feynman Lectures on Physics (Paperback)) (Englisch) Taschenbuch – 4. Oktober 2011 592 Seiten, Verlag: Basic Books; Auflage: New Millennium (4. Oktober 2011) ISBN-10: 0465024947, ISBN-13: 978-0465024940
10. G. Mierdel und S. Wagner, Aufgaben zur theoretischen Elektrotechnik. Gebundene Ausgabe – 1. Januar 1968, VEB Technik, ASIN: B00B00HW0A (nur antiquarisch erhältlich)

Kursname laut Prüfungsordnung**Ringvorlesung Thermoelektrik****Course title English**

Lecture Series Thermoelectrics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung führt zunächst die drei thermoelektrischen Grundphänomene (Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt, Thomson-Effekt) ein und zeigt aus thermodynamischen Überlegungen deren Verknüpfung (Kelvin-Relation). Weiterhin wird die Effizienz einer thermoelektrischen Energieumwandlung ermittelt und daraus die Bedeutung der Gütezahl ZT und der thermischen und elektrischen Anpassung abgeleitet. Messmethoden für die wichtigen thermoelektrischen Größen (Wärmeleitfähigkeit, Seebeck-Koeffizient, elektrische Leitfähigkeit) werden vorgestellt und bezüglich ihrer Unsicherheiten diskutiert. In einem Theorie-Teil werden der Onsager Formalismus und die Boltzmannsche Transporttheorie sowie der Phononentransport eingeführt. Daraus werden Konzepte für das Materialdesign, sowohl bezüglich der thermischen als auch bezüglich der elektronischen Eigenschaften abgeleitet und gängige thermoelektrische Materialklassen erläutert. Syntheseverfahren mit besonderem Bezug zu Nanomaterialien werden vorgestellt. Abschließend werden Grenzflächenphänomene insbesondere für die Phonenstreuung zunächst theoretisch vorgestellt und anschließend ihre messtechnische Überprüfung dargestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

- thermoelektrische Phänomene zu erklären
- elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Seebeck- und Peltier-Koeffizient zu definieren
- den Gütefaktor ZT und die Effizienz eines thermoelektrischen Generators zu bestimmen
- die Grundzüge der Onsagerschen Transporttheorie sowie die Kelvin-Beziehung zu erläutern
- die Boltzmann-Gleichung in der Relaxationszeitnäherung herzuleiten
- den elektrischen und Gitterbeitrag zur Wärmeleitfähigkeit im Halbleiter zu diskutieren
- messtechnische Konzepte zur Bestimmung der Transport-Koeffizienten anzuwenden
- materialwissenschaftliche Optimierungsgesichtspunkte anzuwenden
- den Einsatz von Nanopartikeln für thermoelektrische Anwendungen zu erläutern
- Effizienzsteigerung durch Reduzierung der Dimensionalität und Energiefilterung zu diskutieren
- den Einfluss von Grenzflächen auf elektrischen und Wärmewiderstand zu verstehen

Description / Content English

The lecture introduces the three thermoelectric phenomena (Seebeck effect, Peltier effect, Thomson effect) and shows their relation (Kelvin relation) based on thermodynamic considerations. Furthermore, the efficiency of a thermoelectric energy conversion is determined and the significance of the Figure of Merit ZT and the thermal and electrical matching condition is derived from it. Measurement methods for the important thermoelectric quantities (thermal conductivity, Seebeck coefficient, electrical conductivity) are presented and discussed with regard to their uncertainties. In a theory part, Onsager formalism and Boltzmann's transport theory as well as phonon transport are introduced. From this, concepts for material design, both with regard to thermal and electronic properties, are derived and common thermoelectric material classes are explained. Synthesis

methods with special reference to nanomaterials are presented. Finally, interfacial phenomena, especially for phon scattering, are presented theoretically and then their metrological verification is presented.

Learning objectives / skills English

Students are able to:

- Explain the thermoelectric phenomena
- Define electrical conductivity, thermal conductivity, and the Seebeck and Peltier coefficients
- Determine the Figure of Merit ZT and the efficiency of thermoelectric generators
- Explain the basics of Onsager's Transport Theory and Kelvin Relations
- Derive Boltzmann equation with the relaxation time approximation
- Discuss electrical and lattice contribution to thermal conductivity in semiconductors
- Apply measurement concepts to determine transport coefficients
- Understand materials science optimization
- Explain the use of nanoparticles for thermoelectric applications
- Discuss the increase in efficiency by reducing dimensionality and energy filtering
- Understand the influence of interfaces in electrical and thermal resistance

Literatur

Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano
von D M Rowe (Herausgeber); Taylor & Francis Inc. (2006).

Kursname laut Prüfungsordnung**Technisches Management****Course title English**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
2	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung richtet sich an Ingenieure und Naturwissenschaftler. Gegenstand der Vorlesung ist es, methodische Fähigkeiten und Kenntnisse zu vermitteln, um technische Lösungen und Dienstleistungen im Umfeld der Industrie und der Energieversorgung erfolgreich zu entwickeln und an den Markt zu bringen. Die Vorlesung fußt auf jahrlangen Erfahrungen aus Industrieunternehmen. Thematisch ist die Vorlesung im Wesentlichen in folgende Themenfelder strukturiert:

- Vertrieb: Ermittlung des Bedarfs an technischen Lösungen, Kunden-Lieferanten-Beziehung speziell bei technischen Leistungsumfängen, Vertragsarten mit Bewertung an Hand ausgewählter Projektbedürfnisse
- Projektmanagement: grundsätzliche Zielstellungen, Projektstrukturen, Nachtragsmanagement, Risikomanagement
- Komponentenauslegung: Vermittlung unterschiedlicher Ansätze zur Komponentenauslegung im Projektgeschäft, exemplarische Auslegung auf Basis internationaler technischer Normen
- Qualitätsmanagement: Struktur und Zielstellung einschlägiger Normen, methodische Ansätze zur nachweisbaren Verbesserung der Qualität (u.a. Six Sigma)
- Arbeitssicherheit: Einordnung der Arbeitssicherheit im Unternehmen, Kennzahlen im Bereich der Arbeitssicherheit, methodische Möglichkeiten zur nachhaltigen Verbesserung der Arbeitssicherheit
- Personalführung: typische Führungsanforderungen im technischen Umfeld, Einordnung der Führungsstile, Personalauf- und abbau, Zielvereinbarungen

Die Veranstaltung versteht sich als komplementär zur technischen Wissensvermittlung in den Hauptvorlesungen. Daher wird für die zahlreichen Praxisbeispiele dieser Vorlesung vorzugsweise auf Projekte aus dem ingenieurwissenschaftlichen Umfeld zurückgegriffen. So wird u.a. eine Vertragsverhandlung mit den Teilnehmern der Veranstaltung an Hand einer vorgegebenen Ausgangssituation als Fallbeispiel möglichst realitätsnah simuliert. Auf Grund der Praxisnähe der Vorlesung ist keine zusätzliche separate Übung neben den Fallbeispielen vorgesehen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen erste grundlegende methodische Einblicke in die Zusammenhänge des technischen Managements in Wirtschaftsunternehmen mit ingenieurmäßiger Ausrichtung bekommen. Weiterhin sollen sie ausgewählte Kennzahlen und deren Bedeutung kennenlernen. Nach Absolvierung der Vorlesung sollen sie Organisationsstrukturen im Projektmanagement und Vertrieb ebenso wie unterschiedliche Vertragsformen bei technischen Dienstleistungen kennen.

Description / Content English**Learning objectives / skills English**

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung**Terahertz Technology****Course title English**

Terahertz Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			1
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Elektromagnetische Strahlung mit einer Frequenz zwischen 0.3THz und 10THz wird häufig als „THz-Strahlung“ bezeichnet. Die THz-Strahlung ist im elektromagnetischen Spektrum zwischen Mikrowellen- und Infrarotstrahlung angesiedelt und Gegenstand aktueller Forschung. Der Spektralbereich wird gelegentlich auch als „THz-Lücke“ bezeichnet, da die Frequenzen nur schwer mit rein elektrischen Verfahren zu erreichen sind (Frequenzen zu hoch) und klassische optische Verfahren ebenfalls an ihre Grenzen stoßen (notwendige Bandlückenenergie zu klein). Trotz dieser Herausforderung konnten bereits viele Anwendungen wie Datenübertragung, zerstörungsfreie Materialuntersuchungen und Grundlagenforschung identifiziert werden. Die Vorlesung wird folgende Bereiche abdecken:

- Fundamentale Wechselwirkung von THz-Strahlung mit Materie
- Erzeugung und Detektion von breitbandigen THz-Pulsen
- Dauerstrich THz-Quellen und Detektoren
- THz-Optiken
- THz-Zeitbereichsspektroskopie
- Ausgewählte Anwendungen von THz-Strahlung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten erlernen Grundlagen zur Erzeugung und Detektion von elektromagnetischer Strahlung im Frequenzbereich zwischen 0,3THz und 10THz. Des Weiteren werden zukünftige Anwendungen diskutiert. Beispiele sind hier zerstörungsfreie Materialprüfung, Datenübertragung und Beispiele aus der Grundlagenforschung. Während des integrierten „Journal Clubs“ diskutieren die Studenten aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich der THz-Technologie.

Description / Content English

Electromagnetic radiation with a frequency between 0.3THz and 10THz is often referred as „THz radiation“. THz radiation is located between microwave radiation and far infrared radiation and is rather unexplored. It is often called „THz Gap“ since the frequencies are difficult to realize with optic approaches (necessary energy band gap too small) and electric approaches (frequency too high). However, many applications ranging from communications over non-destructive testing to fundamental research have been identified in this frequency range.

The lecture will cover the following topics:

- Basics of terahertz interaction with matter
- Generation and detection of broadband terahertz pulses
- Continuous wave terahertz sources and detectors
- Terahertz optics
- Terahertz time-domain spectroscopy
- Selected applications of terahertz radiation

Learning objectives / skills English

The students get insight into the generation and detection of electromagnetic radiation in the frequency range between 0.3 THz and 10THz. Further, future applications will be discussed. Examples are here non-destructive testing, communications, and fundamental research. During the included journal club, the students will learn how to find, read and discuss the latest literature about THz technology.

Literatur

- Xu, Jingzhou, Zhang, X.-C. "Introduction to THz Wave Photonics", Springer, 2010
- Lee, Yun-Shik "Principles of Terahertz Science and Technology", Springer, 2009
- Bründermann, Erik, Hübers, Heinz-Wilhelm, Kimmitt, Maurice FitzGerald "Terahertz Technologies", Springer, 2012

Kursname laut Prüfungsordnung**Theoretische Elektrotechnik 1****Course title English****Electromagnetic Field Theory 1**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

"Theoretische Elektrotechnik" ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

Die Veranstaltung "Theoretische Elektrotechnik 1" umfasst die folgenden Themenstellungen:

(1) Elektrostatik:

=====

- Das elektrische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Elektrostatik (Satz von Gauss, Wirbelfreiheit)
- Das elektrostatische Potenzial
- Kapazitätsberechnungen
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Energie und Kräfte
- Das elektrostatische Randwertproblem
- Analytische, grafische, semi-analytische, direkte und iterative numerische Lösungsverfahren

(2) Das stationäre elektrische Strömungsfeld:

=====

- Strom und Stromdichte
- Die Grundgleichungen des stationären Strömungsfeldes (Kontinuitätsgleichung, Gesetz von Ohm)
- Grenzbedingungen
- Leistungsdichte
- Widerstandsberechnungen
- Das Randwertproblem des stationären Strömungsfeldes
- Dualität zur Elektrostatik

Im Verlauf der Vorlesung werden auch die wichtigsten Elemente der Vektorrechnung, der Vektoranalysis, der Koordinatensysteme und der Tensorrechnung erarbeitet.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage,

- Randwertprobleme aus der Elektrostatik selbstständig zu lösen,
- Randwertprobleme des stationären Strömungsfeldes selbstständig zu lösen,
- hierzu analytische oder numerische Berechnungsverfahren einzusetzen,
- das Verhalten der elektrischen Felder für den Entwurf zukünftiger Bauteile richtig einzuschätzen,
- stationäre Strömungsfelder in Leitern zu verstehen und deren Verhalten quantitativ zu bewerten,
- die Vektorrechnung und die Vektoranalysis im gegebenen Kontext formal korrekt einzusetzen.

Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as e.g. high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics addressing areas like microwave engineering, solid state electronics and advanced issues in the framework of nanosciences, such as e.g. nanophotonics and nano optics.

The lecture "Theoretische Elektrotechnik 1" encompasses the following topics:

(1) Electrostatics:

=====

- Electric field and electric flux density
- The fundamental equations (Gauss law, conservative fields)
- The electrostatic potential
- The general theory of capacitance
- Electrostatic field in material media
- Boundary conditions
- Energy and forces
- The electrostatic boundary value problem
- Analytical, graphical, semi-analytical, direct und iterative numerical solution methods

(2) Stationary electric fields in conducting media:

=====

- Current and current density
- The fundamental equations (continuity equation, Ohm's law)
- Boundary conditions
- Power density
- Calculation of the resistance
- The stationary boundary value problem
- Duality to electrostatics

The course also covers the fundamentals of vector calculus, vector analysis, coordinate systems, and some elements of tensor calculus.

Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable:

- to solve an electrostatic boundary problem while using either analytical or numerical methodologies,
- to correctly evaluate the behavior of electrostatic field according to their appearance in technical building blocks and systems,
- to understand the underlying mechanisms of stationary current fields and to provide quantitative measures for their behavior,
- to master vector calculus, vector analysis and to correctly apply these formalisms in the corresponding context of application.

Literatur

- Pascal Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed), San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.), München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.), Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory, Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics, New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie, Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.

Kursname laut Prüfungsordnung**Theoretische Elektrotechnik 2****Course title English****Electromagnetic Field Theory 2**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

"Theoretische Elektrotechnik" ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Nachrichtenübertragung, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

In der Veranstaltung "Theoretische Elektrotechnik 2" werden die folgenden Themenstellungen behandelt:

(1) Magnetostatik:

=====

- Das magnetische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Magnetostatik (Biot-Savartsches Gesetz, Durchflutungsgesetz)
- Magnetische Potenziale
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Der magnetische Fluss

(2) Quasistationäre Felder:

=====

- Wirkung zeitveränderlicher Felder (Induktionsgesetz)
- Die Induktivität
- Energie und Kräfte
- Der Verschiebungsstrom
- Grundgleichungen elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen)

(3) Die elektromagnetische Felddiffusion:

=====

- Zeitharmonische Felder
- Elektro-Quasistatik und Magneto-Quasistatik
- Die Diffusionsgleichung
- Skin-Effekt, Abschirmung, Stromverdrängung und Wirbelströme.

(4) Schnellveränderliche Felder:

=====

- Elektromagnetische Wellenfelder
- Energie und Impulserhaltung (Poyntingscher Satz, elektromagnetischer Spannungstensor)
- Elektromagnetische Strahlungsquellen
- Retardierte Potenziale
- Ebene Wellen
- Wellenleitermoden und Strahlungsmoden
- Polarisation und Dispersion

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage,

- elektromagnetische Felder in ihrer Integral- bzw. Differentialform anzugeben,
- magnetische Systeme durch magnetische Ladungen und magnetische Ströme zu modellieren,
- eine elektromagnetische Abschirmung zu konzipieren,
- Felder mit harmonischer Zeitabhängigkeit zu verstehen und anzuwenden,
- Strahlungsfelder mathematisch physikalisch korrekt zu formulieren,
- Das raum-zeitliche Verhalten von Strahlungsfeldern in Bauelementen und Systemen richtig einzuschätzen,
- unterschiedliche Wellenleiterstrukturen nach deren Zwecksetzung zu bewerten.

Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as e.g. high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics addressing areas like microwave engineering, communication systems, solid state electronics and advanced issues in the framework of nanosciences, such as e.g. nanophotonics and nano optics.

The lecture "Theoretische Elektrotechnik 2" addresses the following topics:

(1) Magnetostatics:

=====

- Magnetic field and magnetic flux density
- The fundamental equations (Biot-Savart law, Ampere's law)
- Magnetic potentials
- Magnetic fields in material media
- Boundary conditions
- Magnetic flux

(2) Slowly-varying fields:

=====

- Electromagnetic induction (Faraday's law)
- The inductance
- Energy and forces
- The displacement current
- Fundamental laws of electromagnetic fields (Maxwell's equations)

(3) Electromagnetic field diffusion:

=====

- Timeharmonic fields
- Electro-quasistatics and Magneto-quasistatics
- Diffusion equation
- Skin effect, shielding, current displacement, and eddy currents.

(4) Electrodynamic fields:

=====

- Electromagnetic radiation
- Energy and momentum conservation (Poynting theorem, electromagnetic stress tensor)
- Radiation sources
- Retarded potentials
- Plane waves
- Waveguide modes and radiation modes
- Polarization and dispersion

Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable,

- to express electromagnetic fields in both their differential and their integral representation,
- to model magnetostatic systems based on magnetic currents and magnetic charges.
- to design electromagnetic shielding applications
- to understand time harmonic fields and to apply this concept in the corresponding technical context,
- to provide mathematical formulations for radiation fields,
- to correctly evaluate spatio-temporal behavior of radiation fields within building blocks and systems.
- to validate different waveguide structures according to the intended application.

Literatur

- Pascal Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed), San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.), München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.), Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory, Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics, New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie, Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.

Kursname laut Prüfungsordnung**Theorie statistischer Signale****Course title English**

Theory of Statistical Signals

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in den Begriff der Wahrscheinlichkeit werden Zufallsvariablen ausführlich behandelt. Hierzu gehören die verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion sowie charakteristische Funktion. Weiterhin werden die Eigenschaften von Funktionen von Zufallsvariablen besprochen.

Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Zufallsprozesse, die als eine Erweiterung von Zufallsvariablen um die Dimension der Zeit eingeführt werden. Insbesondere werden Momente zweiter Ordnung wie die Autokorrelationsfunktion, die Kreuzkorrelationsfunktion sowie die entsprechenden Leistungsdichtespektren behandelt. Es werden spezielle Zufallsprozesse mit großer praktischer Bedeutung wie Gauß-, Poisson- und Schrötrauschprozesse besprochen. Abschließend werden Anwendungen wie optimale Filter und Modulation diskutiert. In den Übungen werden die Inhalte der Veranstaltung vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Sehr viele Vorgänge (aus der Physik, Technik, Wirtschaft, Biologie ...) lassen sich nicht einfach durch deterministische Zusammenhänge beschreiben, sondern benötigen statistische Ansätze. Hierzu sind Absolventen in der Lage, die Konzepte von Zufallsvariablen und Zufallsprozessen in praktischen Problemstellungen einzusetzen.

Description / Content English

After a sound introduction in the notion of probability, stochastic variables will be discussed in detail. To that belong the different description possibilities through probability density function, probability distribution function and characteristic function. Beyond that, the properties of functions from stochastic variables will be handled.

Stochastic processes which are extended from stochastic variables in time dimension will be emphasized on. Second-order moments such as the autocorrelation function, the cross correlation function as well as the corresponding power spectral density will be particularly discussed.

Special stochastic processes of great practical importance such as the Gauss's and Poisson's processes will be handled.

In conclusion, applications like optimal filters and modulation will be discussed. The contents will be deepened in exercises.

Learning objectives / skills English

A lot of processes (from physics, economics, biology, technology ...) cannot be described only with deterministic relationships, but need statistical methods.

Students who have completed this course should be able to apply the concepts from stochastic variables and stochastic processes in practical problems.

Literatur

A. Papoulis: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1984

Kursname laut Prüfungsordnung**Thermodynamik und Kraftwerkstechnik****Course title English**

Thermodynamics and Power Plants

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt die verschiedenen Arten der heutigen Elektrizitätserzeugung mit ihren jeweiligen Charakteristika und Restriktionen. Der Vorlesungsstoff umfasst in erster Linie die konventionellen Kraftwerkstypen einschließlich der Kernenergienutzung. Für den dominierenden Bereich der thermischen Kraftwerke werden eingangs die thermodynamischen Grundlagen vermittelt. Berücksichtigung findet auch die Einbindung der unterschiedlichen Kraftwerke in das elektrische Netz sowie die sich daraus ergebenden Konsequenzen hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten, Regelung, Eigenbedarf und Netzrückwirkungen. In der begleitenden übung werden Beispiele zur Kraftwerksauslegung und -anwendung rechnerisch behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die verschiedenen Prinzipien der Kraftwerkstechnik, können ihre die Planung und den Betrieb betreffenden Unterschiede und Charakteristika einordnen und die Wechselbeziehung mit dem elektrischen Energieversorgungsnetz auf Basis ihres Fachwissens aufzeigen.

Description / Content English

The lecture deals with diverse plant types for electric power generation including their particular characteristics and restrictions. Main focus is on conventional plant types including nuclear. For the predominant group of thermal plants fundamentals of thermodynamics are conveyed first. Furthermore, integration of generation plants in el. power systems including consequences with regard to commitment, control, auxiliary power supply and retroactive effects are treated. The lectures are accompanied by calculation exercises for plant design and application.

Learning objectives / skills English

The students understand the diverse principles of power plant technologies; they are able to assess their characteristics and specifics with regard to plant design and operation, and to comprehend the interaction of generation plants and power systems based on their expertise.

Literatur

H. Happoldt / D. Oeding / B. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 2004

Kursname laut Prüfungsordnung**Thermo-electric Materials and Systems****Course title English**

Thermo-electric Materials and Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Inhalt der Vorlesung sind thermoelektrische Materialien und Systeme; diese können für die Gewinnung von Strom aus Wärme oder Temperaturregulierung verwendet werden. Ausgehend von den grundlegenden thermoelektrischen Effekten und thermodynamischen Zusammenhängen werden verschiedene Aspekte thermoelektrischer Forschung vorgestellt und in Zusammenhang gebracht. Diese umfassen u.a.:

- Typische thermoelektrische Materialien und ihre Herstellung
- Fertigung von thermoelektrischen Generatoren und Kühlern
- Kontaktentwicklung für thermoelektrische Bauteile
- Synthese-Mikrostruktur-Funktionseigenschaften Zusammenhänge
- Beschreibung und Modellierung thermoelektrischer Bauteile in verschiedenen Komplexitäten: Einfluss von Kontaktwiderständen, Effekte der Temperaturabhängigkeit von Materialeigenschaften
- Messtechnik für thermoelektrische Materialien und Bauteile
- Auslegung thermoelektrischer Bauteile für verschiedene Anwendungsgebiete (Raumsonden, Automotive, Gesundheitswesen)

Die Vorlesung ist ausgesprochen interdisziplinär und beinhaltet Aspekte der Halbleiterphysik, der Festkörperelektronik, der Thermodynamik, aber auch der Fertigungstechnik und Materialwissenschaft und Messtechnik.

Die grundlegenden Vorlesungsinhalte werden durch Anwendungsbeispiele ergänzt, in denen auch Systemaspekte thematisiert werden.

Eine Teilnahme an der Ringvorlesung Thermoelektrik ist vorteilhaft.

Ziel der Übung „Advanced modelling of thermoelectric transport“ ist die praktische Modellierung von thermoelektrischen Materialien und Bauteilen mit Hilfe von MATLAB. Auf Materialebene soll der elektrischen Transports in thermoelektrischen Materialien im Rahmen eines Zweibandmodells beschrieben werden sowie die Extraktion von Materialparametern anhand experimenteller Daten automatisiert durchgeführt werden. In einem weiteren Schritt werden die Effekte von Nano/Mikrostruktur auf elektrischem und thermischem Transport simuliert. Auf Bauteilebene soll das Verhalten von thermoelektrischen Generatoren und thermoelektrischen Kühlern unter einsatznahen Randbedingungen in verschiedenen Komplexitätsgraden simuliert werden.

In dem Seminar sollen aktuelle Forschungsarbeiten zu verschiedenen Aspekten der Thermoelektrik von den StudentInnen analysiert und kritisch hinterfragt werden. Neben der Vertiefung und der Anwendung des Wissens dient das Seminar also auch der kritischen Beschäftigung mit wissenschaftlicher Literatur und dem üben von Vorträgen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die StudentInnen sind in der Lage:

- Die Vor- und Nachteile von thermoelektrischen Kühlern und Generatoren in verschiedenen Anwendungen zu erläutern

- Die wesentlichen Komponenten thermoelektrischer Bauteile zu benennen sowie deren Funktion zu erläutern
- Elektrische und Wärmeströme in thermoelektrischen Bauteilen in Abhängigkeit von elektrischen und thermischen Randbedingungen zu berechnen und den Einfluss von Kontaktwiderständen zu analysieren
- Wesentliche Material- und Bauteilgrößen zu benennen sowie deren Verknüpfung zu begründen
- Den Wirkungsgrad/die Kühlleistung im Constant-Property-Model zu berechnen und zu optimieren
- Vorteile und Grenzen von Charakterisierungsmethoden für thermoelektrische Materialien und Bauteile zu erklären
- Wesentliche Unterschiede zwischen dem thermischen und elektrischen Transport in bulk und nanostrukturierten Materialien zu begründen
- Die Abhängigkeit der thermoelektrischen Transportgrößen von der Ladungsträgerkonzentration im Einband- und Zweibandmodell zu erklären

Description / Content English

The lecture deals with thermoelectric materials and systems which can be employed to convert heat directly into electrical energy or to control temperature very precisely. Starting from the basic thermoelectric effects and thermodynamic relations different aspects of the field are introduced and set into relation with each other. These include e.g.:

- Synthesis of state-of-the-art thermoelectric materials
- Fabrication of thermoelectric generators and coolers
- Contact development for thermoelectric devices
- Synthesis-microstructure-property relationships
- Modelling of thermoelectric devices with different complexities: influence of contact resistances and the temperature dependence of material quantities
- Measurement technique for thermoelectric materials and devices
- Design of thermoelectric devices for different applications ranging from space probes over automotive to healthcare)

The lecture is clearly interdisciplinary and includes aspects of solid state physics, semiconductor physics, thermodynamics but also manufacturing technology and measurement technique.

The aim of the training session „Advanced modelling of thermoelectric transport“ is modelling of thermoelectric materials and devices using MATLAB. The electrical and thermal transport in thermoelectric materials shall be modelled using a single and two band models. Complementary basic material parameters shall be extracted by an automated analysis from experimental data. Furthermore, the effect of the microstructure of materials shall be included in the modelling. Modelling of the material properties serves as input for device modelling, where efficiencies/cooling power will be calculated for application-like boundary conditions. The influence of electrical and thermal contact resistances shall be modelled and analyzed in different complexities. Aim of the seminar is the analysis and discussion of relevant scientific publications. Besides application of knowledge from the lecture this seminar establishes a base for working with scientific literature.

Learning objectives / skills English

The students are able to:

- To explain pros and cons of thermoelectric generators and coolers in different applications
- Name the relevant components in thermoelectric devices as well as explain their function
- Calculate electrical current and heat flow in dependence of electrical and thermal boundary conditions and to analyze the influence of contact resistances
- Name material and device properties and derive their interrelation
- Calculate conversion efficiency and cooling power within the constant property model
- Explain application and limitations of thermoelectric characterization techniques
- Explicate differences in transport between bulk and nanostructured materials

- Explain the dependence of the thermoelectric transport quantities on the carrier concentration in a single or two band model

Literatur

- Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano von D M Rowe (Herausgeber); Taylor & Francis Inc. (2006)
- Modules, Systems, and Applications in Thermoelectrics, Edited By David Michael Rowe); Taylor & Francis Inc. (2012)

Kursname laut Prüfungsordnung**Übertragungstechnik****Course title English**

Transmission Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Lehrveranstaltung führt in analoge und digitale Übertragungsverfahren ein. Die besprochenen Übertragungsverfahren werden mit Hilfe statistischer Methoden analysiert. Im Bereich analoger Übertragungsverfahren werden Amplituden- und Winkelmodulation, äquivalente Basisbandsysteme, Bandpassrauschen sowie Preemphasis-/Deemphasisfilter behandelt.

Schwerpunkt der Vorlesung sind digitale Übertragungsverfahren wie Pulsamplitudenmodulation, Quadraturamplitudenmodulation (QAM), digitale Phasenmodulation (PSK und CPM), Mehrträgerübertragung (OFDM). Dabei wird insbesondere auch auf die besondere Problematik von Kanälen mit Intersymbolinterferenz eingegangen. Es werden jeweils auch optimale und suboptimale Empfangsverfahren besprochen.

Diese Themen werden mittels Übungsaufgaben vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden haben ein solides Grundlagenwissen im Bereich analoger und digitaler Übertragungsverfahren. Sie sind in der Lage, die verschiedenen Verfahren einzuordnen sowie neue Verfahren zu analysieren und zu entwickeln.

Description / Content English

The lecture „Transmission technology“ initiates the students in the digital and analog transmission processes. The discussed transmission processes will be analyzed with the help of statistic methods.

In the domain of analog transmission processes, amplitude- and angle modulation, equivalent baseband systems, band-pass noise as well as preemphasis- and Deemphasis filters will be handled.

The focal points of the lecture are the digital transmission processes such as pulse-amplitude modulation (PAM), quadrature amplitude modulation (QAM), orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM).

It will be particularly emphasized on the special problem of channels with intersymbol interference. Optimal and suboptimale receiving methods will be discussed as well. The content of the lecture will be deepened in exercises.

Learning objectives / skills English

The students have a solid basic understanding in the domain of digital and analog transmission processes. They are able to classify various processes, to analyze them and to develop new ones.

Literatur

S. Haykin: Communication systems, John Wiley, 3. Aufl. 1994;

J. G. Proakis: Digital communications, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1989;

S. Benedetto, E. Biglieri, and V. Castellani: Digital transmission theory, Prentice-Hall, 1987