

Modulbeschreibung

M.Sc. Communications Engineering PO24

Modulname laut Prüfungsordnung			
Antennas for Communications			
Module title English			
Antennas for Communications			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Antennas for Communications			
Course title English			
Antennas for Communications			
Verantwortung	Lehreinheit		
Rennings, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Bedeutung des Rauschens in der Kommunikationstechnik			
Module title English			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Bedeutung des Rauschens in der Kommunikationstechnik			
Course title English			
Verantwortung	Lehreinheit		
Jung, Peter	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:
- Ausgewählte historische Meilensteine bei der Erforschung des Rauschens
- Rauschen als natürliches Phänomen (elektrische Schwankungerscheinungen; Ursache des thermischen Widerstandsrauschen; Reibung und Brownsche Bewegung der Elektrizität; Schrotrauschen)
- Thermodynamische Hintergründe (Wahrscheinlichkeitsrechnung; Entropie und ihr Maximum im thermodynamischen Gleichgewicht)
- Autokorrelationsfunktion und Satz von Wiener und Chintchin
- Einfluss der Dämpfung durch Reibung auf das Aussehen und die Lage einer Spektrallinie
- Zusammenhang zwischen Poissonverteilung und Exponentialverteilung
- Mathematische Beschreibung des thermischen Widerstandsrauschen (Drudesches Modell; Langevinsche Gleichung und „Bewegungsgleichung“ des elektrischen Stroms; Leiter als eindimensionaler schwarzer Strahler; Planck-Verteilung, Nullpunktsenergie und Satz von Nyquist; spektrale Störleistungsdichte bei Leistungsanpassung und „verfügbare“ Rauschleistung; mittelwertfreie Normalverteilung der Rauschamplitude; mittlere Gesamtrauschleistung)
- Thermisches Widerstandsrauschen in Schaltungen
- Messtechnische Erfassung des thermischen Widerstandsrauschen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
1. Verständnis physikalischer Grundlagen des thermischen Widerstandsrauschen und des Schrotrauschen
2. Verständnis des Unterschiedes zwischen thermischen Rauschspannungen und deterministischen Spannungen in Schaltungen.

Description / Content English

The lecture is divided into the following topics:

- Selected historical milestones.
- Noise as a natural phenomenon (electrical fluctuation phenomena; cause of thermal resistance noise; friction and Brownian motion of electricity; shot noise)
- Thermodynamic background (probability theory; entropy and its maximum at thermodynamic equilibrium)
- Autocorrelation function and the Wiener-Khintchine theorem
- Influence of friction/damping on shape and position of a spectral line
- Relationship between Poisson and exponential distributions
- Mathematical description of thermal resistance noise (Drude's model; Langevin's equation and „equation of motion“ of electric current; conductor as one-dimensional black body; Planck's distribution, zero-point energy and Nyquist's theorem; spectral noise power density with power matching and „available“ noise power; zero-mean Gaussian distribution of noise amplitude; total mean noise power)
- Thermal resistance noise in circuits
- Thermal resistance noise measurements

Learning objectives / skills English

1. Understanding of the physical principles of thermal resistance noise and shot noise
2. Understanding the difference between thermal noise voltages and deterministic voltages in circuits

Literatur

Jungfleisch, A.: Ursache und mathematische Beschreibung des thermischen Widerstandsrauschens. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8726-0).

Modulname laut Prüfungsordnung			
Coding Theory			
Module title English			
Coding Theory			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Coding Theory			
Course title English			
Coding Theory			
Verantwortung	Lehreinheit		
Czylwik, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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

Modulname laut Prüfungsordnung	
Computational Electromagnetics 1	
Module title English	
Computational Electromagnetics 1	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Computational Electromagnetics 1	
Course title English	
Computational Electromagnetics 1	
Verantwortung	
Rennings, Andreas	
Lehreinheit	
ET	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
WiSe	
Sprache	
D/E	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
1	
SWS Praktikum/Projekt	
1	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum	
Prüfungsleistung	
Mündliche Prüfung	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

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® von der IMST GmbH, das open-source FDTD Programm openEMS, die beiden FEM-solver COMSOL Multiphysics™ und ANSYS HFSS, sowie das MoM-basierte tool FEKO™ 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™ by IMST GmbH, the open-source FDTD Program openEMS, the two FEM solver COMSOL Multiphysics™ and ANSYS HFSS, and the MoM-based tool FEKO™ 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

[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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computational Electromagnetics 2			
Module title English			
Computational Electromagnetics 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Electromagnetics 2			
Course title English			
Computational Electromagnetics 2			
Verantwortung	Lehreinheit		
Rennings, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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, Per 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)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Control Theory			
Module title English			
Control Theory			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Control Theory			
Course title English			
Control Theory			
Verantwortung	Lehreinheit		
Söffker, Dirk	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
3	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Zustandsraummethoden und Mehrgrößensysteme, Zustandsraum, Beobachtbarkeit etc., Steuerbarkeit etc., Reglerentwurf, Beobachterentwurf, Entwurfsverfahren, Entwurf von Folgeregelungen, Stabilität von Regelungssystemen, Ljapunov Stabilität, Model-reference Regelungen, Linear quadratisch optimale Regelungen, Beobachtergestützte Regelungen, Moderne Methoden
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden werden hier in die Lage versetzt, regelungstechnische Mehrgrößenprobleme selbständig zu formulieren und zu lösen.

Description / Content English
State space and Multi-Input, Multi-Output systems, state space, observability etc, controllability etc., control design, observer design, design approaches, design of servo systems, stability of control systems, Lyapunov stability, model-reference control, linear quadratic optimal control, observer-based control, advanced approaches
Learning objectives / skills English
The students will be enabled to formulate, analyze, and synthesize MIMO-control tasks by themselves.

Literatur
Ogata, K.: Modern control engineering, Int. Ed. Prentice Hall Lunze, J.: Regelungstechnik II, Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung	
Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen	
Module title English	
Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen	
Course title English	
Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems	
Verantwortung	
Ding, Steven	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
SoSe	
Sprache	
E	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
1	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Klausur	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit spielen in der Automatisierungstechnik eine wichtige Rolle. Schlüsseltechnologien sind Fehlerdiagnose sowie fehlertolerante Systeme. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung sowie die erforderlichen Entwurfsalgorithmen und Tools vorgestellt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen in der Lage, statistische, daten-basierte und modellgestützte Methoden zur Fehlerdiagnose und zur fehlertoleranten Regelung anzuwenden.

Description / Content English

A very critical and important issue concerning the design of automatic control systems with increasing complexity is to guarantee a high system performance over a wide operating range and meeting the requirements on system reliability and dependability. As one of the key technologies for the problem solution, advanced fault detection and identification (FDI) technology and fault tolerant systems (FTC) are receiving considerable attention. The objective of this course is to introduce basic model based FDI and fault tolerant schemes, advanced analysis and design algorithms and the needed tools.

The course consists of 6 parts.

Part I: Basic fault detection problems and the associated solutions.

The following two topics are addressed in this part:

- Basic statistical methods for change/fault detection
- Basic deterministic methods for change/fault detection

Part II: Basic data-driven methods

The following two topics are addressed:

- Basic data-driven methods for statistic processes
- A basic data-driven method for deterministic processes

Part III: model-based FDI methods

- Two essential problems
- Essentials: Modelling and residual generation
- Fault detection in stochastic systems
- Fault detection in deterministic systems

Part IV: Data-driven design of dynamic FDI systems

- Subspace identification technique (SIT) aided design of observer-based FDI systems

Part V: Fault isolation and identification schemes

- Basic isolation and identification methods
- Methods to a structural fault isolation (for dynamic processes)

Part VI: Fault-tolerant systems

Learning objectives / skills English

The students should be able to apply statistical, data-driven and model-based FDI and FTC methods to real cases.

Literatur

Steven X. Ding, Model-based fault diagnosis techniques, Springer-Verlag, 2008.

Selected publications in leading international journals.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbauelemente			
Module title English			
RF Circuits and Power Devices			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Hochfrequenzschaltungen und Leistungsbauelemente			
Course title English			
RF Circuits and Power Devices			
Verantwortung	Lehreinheit		
Weimann, Nils	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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

Modulname laut Prüfungsordnung	
Kognitive technische Systeme	
Module title English	
Cognitive Technical Systems	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Kognitive technische Systeme	
Course title English	
Cognitive Technical Systems	
Verantwortung	
Söffker, Dirk	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
SoSe	
Sprache	
D	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
1	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Klausur	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> - Einführung - Motivation - Aufgabenfelder - Prinzipien - Agenten - Verhaltenskoordination (bei Agenten) - Verhaltensbeschreibung - Modellbildung menschlicher Interaktion - Kognitive Architekturen - Wissensrepräsentation - Planen, Handeln, Suchen - Lernen <p>Tools I: Filterung</p> <p>Tools II: Klassifikation und Lernen</p> <p>Aktuelle Forschungsanwendungen des Lehrstuhls SRS aus dem Arbeitsbereich Kognitive Technische Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

Modulname laut Prüfungsordnung	
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)	
Module title English	
Master-Thesis (including colloquium)	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)	
Course title English	
Master-Thesis (including colloquium)	
Verantwortung	
Kreditpunkte	
30	
Turnus	
W/S	
Sprache	
D/E	
SWS Vorlesung	
SWS Übung	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Masterarbeit	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Mathematik E4			
Module title English			
Mathematics E4			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Mathematik E4			
Course title English			
Mathematics E4			
Verantwortung	Lehreinheit		
Christof, Constantin	Mathe		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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.

Modulname laut Prüfungsordnung	
Übertragungssysteme	
Module title English	
Transmission systems	
Kursname laut Prüfungsordnung	
MATLAB for Communications	
Course title English	
MATLAB for Communications	
Verantwortung	
Czylwik, Andreas	
Kreditpunkte	
4	
Turnus	
SoSe	
Sprache	
E	
SWS Vorlesung	
SWS Übung	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Modul-Klausur	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

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
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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Microwave Theory and Techniques			
Module title English			
Microwave Theory and Techniques			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Microwave Theory and Techniques			
Course title English			
Microwave Theory and Techniques			
Verantwortung		Lehreinheit	
Czylwik, Andreas		ET	
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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

Modulname laut Prüfungsordnung	
OFDM Transmission Techniques	
Module title English	
OFDM Transmission Techniques	
Kursname laut Prüfungsordnung	
OFDM Transmission Techniques	
Course title English	
OFDM Transmission Techniques	
Verantwortung	
Häring, Lars	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
SoSe	
Sprache	
E	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
2	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Mündliche Prüfung	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

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

Modulname laut Prüfungsordnung	
Optical Communications Technology	
Module title English	
Optical Communications Technology	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Optical Communications Technology	
Course title English	
Optical Communications Technology	
Verantwortung	
Buß, Rüdiger	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
WiSe	
Sprache	
E	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
1	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Klausur	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Zu Beginn der Vorlesung wird nach einer kurzen Einleitung mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen die Wellengleichung hergeleitet, wobei die Besonderheiten in der Optik herausgearbeitet werden. Ausgehend von der Ausbreitung einer ebenen Welle wird die Reflexion von Licht an Grenzflächen (Totalreflexion, Brechung), welche die Grundlage für eine optisch geführte Wellenausbreitung bildet, unter Berücksichtigung der Stetigkeitsbedingungen diskutiert. Der folgende Teil beschäftigt sich mit der Ausbreitung optischer Wellen in Gläsern. Hier werden die physikalischen Effekte wie Streuung, Absorption und Dispersion behandelt, und es werden Näherungsformeln für den praktischen Einsatz abgeleitet. Anschließend wird die Ausbreitung optischer Strahlung in sog. dielektrischen Wellenleitern behandelt. Verschiedene Bauformen dieses Typs von Wellenleiter, der z. B. innerhalb von Laserdioden Verwendung findet, werden vorgestellt und diskutiert. Es werden Lösungsverfahren zum Design der wellenführenden Schicht hergeleitet und angewendet. Die Verwendung von Glasfasern für die optische Nachrichtentechnik stellt den Inhalt des nächsten Vorlesungsabschnitts dar. Hier werden die wichtigsten Typen von Glasfasern (Stufenindex- und Gradientenindex-Faser) eingehend besprochen. Auch für diese Art von Wellenleitern werden Verfahren zum Entwurf hergeleitet und angewendet, wobei insbesondere auf die Problematik der Signalverzerrung in Glasfasern eingegangen wird. Zum Ende der Vorlesung stehen die Beschreibung der wichtigsten optoelektronischen Bauelemente wie z.B. Laserdioden, elektroabsorptive Detektoren und Modulatoren sowie der Aufbau und die Eigenschaften einfacher optischer Punkt-zu-Punkt-Verbindungen im Vordergrund. Abschließend erfolgt die Vorstellung der industriellen Glasfaserherstellung.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die Prinzipien der Ausbreitung optischer Wellen in planaren Wellenleitern und Glasfasern zu beschreiben, die signalverzerrenden Parameter wie Absorption und Dispersion zu unterscheiden und einfache optische Übertragungssysteme zu analysieren. Sie sind fähig, den Einsatz optischer Übertragungstechnik kritisch mit bereits existierenden elektronischen Ansätzen zu vergleichen.
Description / Content English

The course Optical Communications Technology starts with use of Maxwell's equation to describe the propagation of electromagnetic waves. We consider the features of optical waves at surface boundaries, like reflection and refraction. Proceeding with the description of such fundamental physical effects like scattering, absorption and dispersion, optical wave propagation in various types of dielectric waveguides is discussed. Special emphasis is then given to the design, properties and technological realization of waveguides based on III/V compound semiconductors. The next main part of this course deals with fiber optic waveguides: Wave propagation in graded index fibers as well as in step index fibers is derived where both advantages and disadvantages of each type are carried out. Problems like signal distortion in fiber optic waveguides are analyzed and solutions to avoid them are given. At the end of this course, the most important optoelectronic components like laserdiodes, photodiodes, modulators are discussed. The properties of simple optical point-to-point transmission systems are analyzed and discussed. Finally, the manufacturing of glass optical fibers is presented.

Learning objectives / skills English

The students are able to describe the principles of light propagation in planar and fiberoptic waveguides, to distinguish the signal-distorting parameters such as absorption and dispersion, and to analyze simple optical transmission systems. They are able to question and compare the use of optical transmission techniques with existing electronic approaches.

Literatur

- [1] C.-L. Chen, Foundations for guided-wave optics, John Wiley & Sons, 2007
- [2] B. Saleh, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, 1991
- [3] H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teil 1, Hüthig-Verlag, Heidelberg 1990
- [4] F. Pedrotti et al., Optik für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin, 2002

Modulname laut Prüfungsordnung			
Optische Signalverarbeitung			
Module title English			
Optical Signal Processing			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Optische Signalverarbeitung			
Course title English			
Optical Signal Processing			
Verantwortung	Lehreinheit		
Buß, Rüdiger	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	W/S	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung Optische Signalverarbeitung beginnt mit der grundlegenden Theorie der nichtlinearen optischen Effekte in dielektrischen Materialien und in Halbleitern: Beispielsweise werden hier Fragen zur optischen Frequenzverdopplung anhand eines grünen Laserpointers diskutiert. Die Ursachen für optische Bistabilität werden beschrieben und es wird gezeigt, wie optisches Schalten zur Realisierung optischer Speicher und Logikelemente angewendet werden kann. Nachfolgend wird das Phänomen der optoelektronischen Bistabilität eingeführt. Es wird gezeigt, dass die Integration eines Modulators und eines Photodetektors zum sogenannten Self-Electrooptic-Effect-Device (SEED) führt. Dieses Element zeigt verschiedene Arten von Schaltvorgängen, die optisch und elektrisch gesteuert werden können. Schließlich werden die Einsatzgebiete der optischen Signalverarbeitung anhand speziellen Anwendungsbeispiele diskutiert. Dies sind unter anderem: optische Schaltnetzwerke, Bildverarbeitungssysteme, optische neuronale Netzwerke, parallel-optische Signalprozessoren.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Mechanismen für die Entstehung optischer Bistabilität zu erörtern und diese bei der Analyse optischer logischer Elemente anzuwenden. Sie sind fähig, die erlernten Konzepte auf Systeme zu übertragen und den Einsatz optischer Signalverarbeitung kritisch mit bereits existierenden elektronischen Ansätzen zu vergleichen.
Description / Content English

The course „Optical Signal Processing“ starts with the basic theory of non-linear optical effects both in dielectric materials and in semiconductors. Optical second harmonic generation in green laserpointers is discussed. The causes for optical bistability are described and principles like optical switching are applied to the realisation of optical memories and logic elements. Within the next section of this course, the phenomenon of opto-electronic bistability is introduced. It is shown that the integration of a light modulator and a photodetector is leading to so-called self-electro-optic effect devices (SEED), showing various forms of switching behaviour which can be controlled both optically and electrically. Finally, the main advantages of optical signal processing are pointed out while discussing applications such as optical switching networks, image processing systems, optical neural networks, parallel optical signal processors and optical interconnects.

Learning objectives / skills English

The students are capable of discussing the physical mechanisms for the emergence of optical bistability and applying this to the analysis of optical logic elements. They are able to transfer the learned concepts to systems. They can question and compare the use of optical signal processing with existing electronic approaches.

Literatur

- [1] P. Mandel, S.D. Smith, B.S. Wherrett (Eds.), *From optical bistability towards optical computing*, Elsevier Science Publishers, North Holland, 1987
- [2] H.H. Arsenault, T. Szoplik, B. Macukow (Eds.), *Optical Processing and Computing*, Academic Press, San Diego, 1989
- [3] W. Erhard, D. Fey, *Parallele digitale optische Recheneinheiten*, Teubner Studienbücher, Elektrotechnik/Physik, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [4] B.S. Wherrett, P. Chavel (Eds.), *Optical Computing, Proceedings of the International Conference*, Institute of Physics Conference Series Number 139, IOP Publishing, 1995

Modulname laut Prüfungsordnung	
Praxisprojekt Nachrichtentechnik	
Module title English	
Project Communications Engineering	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Praxisprojekt Nachrichtentechnik	
Course title English	
Project Communications Engineering	
Verantwortung	
Czylwik, Andreas	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
WiSe	
Sprache	
D/E	
SWS Vorlesung	
SWS Übung	
SWS Praktikum/Projekt	
4	
SWS Seminar	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Hausarbeit	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In diesem Projekt erhält eine Gruppe von Studierenden eine definierte fachliche Aufgabe im Bereich der Nachrichtentechnik. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt im Team unter Anleitung und ist wie ein Projekt abzuwickeln, einschließlich Spezifikation, Konzeption, Schnittstellenabsprachen, Terminplanung, Literaturrecherchen, Präsentation der Ergebnisse (wahlweise in englischer Sprache). An den Themenstellungen sind alle nachrichtentechnischen Fachgebiete beteiligt, so dass ein breites Themenspektrum zur Auswahl steht. Das Nachrichtentechnische Projekt ist als Vorbereitung für die Master-Arbeit zu sehen. Ein wichtiger Aspekt des Nachrichtentechnischen Projekts besteht darin, dass auch „Soft Skills“ gestärkt werden. Hierzu gehören Aspekte wie das Management des Projekts, dessen Teilaufgaben inhaltlich und zeitlich strukturiert werden müssen, die Arbeit in einer Arbeitsgruppe sowie die Präsentation von Arbeitsergebnissen.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden haben gelernt, ein kleines nachrichtentechnisches Projekt zu organisieren und erfolgreich abzuschließen. Weiterhin haben sie dabei das Arbeiten in einer Gruppe sowie die Präsentation von Arbeitsergebnissen geübt.

Description / Content English
In this project a group of students gets a selected professional task in the field of communications engineering. The solution for this task will be done in teams under instructions and has to be taken like a project, including specification, conception, interface agreement, planning, literature research, presentation of the results(optional in English)
The selection of topics is done by all departments of communications engineering, so that a wide range of topics can be chosen. The project of communication engineering can be seen as a preparation for the master thesis.
An important aspect of this project consists of strengthening the „soft skills“. Aspects like management of the project, whose subtasks have to be structured with regard to content and timed, working in a study group plus the presentation of the results belong to this.
Learning objectives / skills English

The students learn to organize a little project in communication engineering and to finish it successfully. Furthermore the practiced working in groups plus the presentation of results.

Literatur

Literatur wird individuell zu dem Thema des Projekts zusammengestellt. Abhängig vom speziellen Projekt wird es in vielen Fällen auch Aufgabe der Projektarbeit sein, eine Literaturrecherche durchzuführen.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Quanteninformationstheorie			
Module title English			
Quantum Information Theory			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Quanteninformationstheorie			
Course title English			
Quantum Information Theory			
Verantwortung	Lehreinheit		
Jung, Peter	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:

- Hat die universitäre Lehre zu Kommunikationsnetzen und zur Mobilkommunikation eine bedeutende Zukunft? Warum Quanteninformationstheorie? Was ist Kommunikation? Was ist der Unterschied zwischen Information und Entropie? Was sind Quanten?
- Quantenmechanische Grundlagen (Unschärferelation, Interferenz, Messungen in der Quantenmechanik, Verschränkung, warum beobachten wir in der klassischen Physik keine Quanteneffekte, Historisches, Dirac-Notation, Hilbertraum, lineare Operatoren und Observable, Vertauschbarkeit von Operatoren, quantenmechanischer Dichteoperator)
- Einteilchensysteme und Zweiteilchensysteme (Qubits, Bloch-Kugel, Tensoren, Schmidtzerlegung, Zustandsreinigung)
- Wiedergabtreue („Fidelity“) und Spurabstand („Trace Distance“)
- Bellsche Ungleichung
- „No Cloning“
- Quanteninformation und quantenmechanische Informationsübertragung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

1. Verständnis der quantenmechanischen Grundlagen
2. Verständnis der Quanteninformation als Norm

Description / Content English

The lecture is divided into the following topics:

- Do university lectures on communication networks and mobile communication have a significant future? Why quantum information theory? What is communication? What is the difference between information and entropy? What are quanta?
- Quantum mechanical foundations (uncertainty principle, interference, measurements in quantum mechanics, entanglement, why do we not observe quantum effects in classical physics, historical aspects, Dirac notation, Hilbert space, linear operators and observables, commensurable operators, quantum mechanical density operators).
- One-particle systems and two-particle systems (qubits, Bloch sphere, tensors, Schmidt decomposition, state purification)
- Fidelity and trace distance
- Bell's inequality
- "No cloning" theorem
- Quantum information and quantum mechanical information transfer

Learning objectives / skills English

1. Understanding of quantum mechanical foundations
2. Understanding quantum information as a norm

Literatur

Jung, P.: Einführung in die Quanteninformationstheorie. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8740-6).

Modulname laut Prüfungsordnung			
Quantenkommunikation 2			
Module title English			
Quantum Communication 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Quantenkommunikation 2			
Course title English			
Quantum Communication 2			
Verantwortung			
Jung, Peter			
Kreditpunkte			
5			
Turnus			
SoSe			
Sprache			
D			
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:
- Operatorensummendarstellung nach Kraus
- Quantenkommunikationssystem (Struktur, optimale Quantendetektion, Quantenkanäle)
- Systembeispiele (Bayes-Detektion, MAP-Detektion, „Square Root Measurement“, ML-Detektion)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
1. Verständnis der Krausdarstellung und der Quantenkanäle
2. Verständnis optimaler und nahezu optimaler Quantendetektoren

Description / Content English
The lecture is divided into the following topics:
- Operator sum representation according to Kraus
- Quantum communication system (structure, optimal quantum detection, quantum channels)
- System examples (Bayes detection, MAP detection, square root measurement (SRM), ML detection)
Learning objectives / skills English
1. Understanding the Kraus representation and quantum channels
2. Understanding of optimal and near-optimal quantum detectors

Literatur
Jung, P.: Quantenkommunikation II. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8807-6).

Modulname laut Prüfungsordnung	
Radio Propagation Channels	
Module title English	
Radio Propagation Channels	
Kursname laut Prüfungsordnung	
Radio Propagation Channels	
Course title English	
Radio Propagation Channels	
Verantwortung	
Balzer, Jan	
Kreditpunkte	
5	
Turnus	
SoSe	
Sprache	
E	
SWS Vorlesung	
2	
SWS Übung	
1	
SWS Praktikum/Projekt	
SWS Seminar	
1	
Studienleistung	
Prüfungsleistung	
Portfolioprüfung (80% Mündliche Prüfung, 20% Seminar)	
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung	

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In der Vorlesung „Radio Propagation Channels“ 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 Hörenden haben die physikalischen Effekte der Wellenausbreitung verstanden und sind in der Lage, einen Mobilfunkkanal mit Hilfe eines stochastischen Ansatzes zu beschreiben.

Description / Content English
In the lecture „Radio Propagation Channels“, the basics of mobile communication systems are developed. The focus is on the topics of wave propagation, linear time-variant systems and digital modulation. The first chapter provides an introduction to mobile communication: starting with a historical review, cellular wireless systems and multiple access methods are then explained in detail. Chapter 2 deals with the physical effects of wave propagation. Subsequently, essential characteristics of a mobile radio channel with multipath propagation are discussed. The mobile radio channel is described as a stochastic time-variant linear system. Finally, transmission methods used in mobile radio are discussed. The course content is deepened in exercises.
Learning objectives / skills English
Students have understood the physical effects of wave propagation and are able to describe a mobile radio channel using a stochastic approach.

Literatur

Basic textbooks:

- T. S. Rappaport: *Wireless communications*, Prentice Hall
- G. S. Stüber: *Principles of mobile communications*, Kluwer Academic Publishers
- W. C. Jakes: *Microwave mobile communications*, John Wiley

- K. David, T. Benkner: *Digitale Mobilfunksysteme*, Teubner-Verlag

Advanced textbooks:

- J. D. Parsons: *The mobile radio propagation channel*, John Wiley
- J. Eberspächer, H.-J. Vögel: *GSM - Global system for mobile communication*, Teubner-Verlag
- H. Holma, A. Toskala: *WCDMA for UMTS*, John Wiley

Modulname laut Prüfungsordnung			
Robust Control			
Module title English			
Robust Control			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Robust Control			
Course title English			
Robust Control			
Verantwortung	Lehreinheit		
Ding, Steven	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Robuste Regelung ist ein Forschungs- und Entwicklungsgebiet, dem in den letzten 20 Jahren große Aufmerksamkeit ununterbrochen gewidmet wurde. Ziel der Vorlesung ist es, Grundkenntnisse der robusten Regelung zu vermitteln und neue Ansätze zum Entwurf robuster Regler vorzustellen.
Die Vorlesung besteht aus vier Teilen. Es werden dabei die Systemstrukturen, Parametrisierungen von Reglern und Beobachtern sowie Standard-entwurfsverfahren für Systeme mit Störgrößen oder Modellunsicherheit behandelt. Ferner werden Faktorisierungstechnik sowie LMI- (linear matrix inequality) Technik vorgestellt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen in der Lage sein, Systeme mit Störgrößen und Modellunsicherheit beschreiben und analysieren zu können. Ferner sollen sie einfache robuste Regler.

Description / Content English
Due to its importance in practice, robust control technique is one of the research and development fields in control engineering, which continuously received the most attention during the last two decades. The focus of this course is the introduction to the essentials of the robust control theory, to the computational tools and some design methods.
The course consists of four parts. In Part I, Introduction, the system configurations and internal stability of feedback loops are addressed. Part II, Control system configurations, parameterizations, and tools, is dedicated to parameterizations of stabilization controllers as well as observers and their configurations. The major mathematical tool is the factorization technique. In Part III, System analysis, controller design and design tools, standard robust control schemes, the so-called H ₂ and H _{inf} control schemes as well as the associated mathematical knowledge are introduced. Moreover, the LMI (linear matrix inequality) technique for the system analysis and design is presented. Part IV, Robust controller design for uncertain systems, deals with systems with model uncertainties. Some basic schemes are introduced.
Learning objectives / skills English
The students will be able to model and analyze uncertain control systems and to design different robust controllers.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „Robust control“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] K. Zhou, Essentials of robust control, Prentice Hall, 1998
- [3] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014

Modulname laut Prüfungsordnung			
State and Parameter Estimation			
Module title English			
State and Parameter Estimation			
Kursname laut Prüfungsordnung			
State and Parameter Estimation			
Course title English			
State and Parameter Estimation			
Verantwortung	Lehreinheit		
Ding, Steven	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Zur Modellierung (mathematische Beschreibung) eines dynamischen Systems werden vollständige Informationen über die Modellstruktur, die Zustandsgrößen und die Modellparameter benötigt. In dieser Vorlesung werden Methoden
- zur Zustandsschätzung
- zur Parameteridentifikation
- zur Systemidentifikation
behandelt. Ferner werden Methoden zur direkten Identifikation von Reglern und Beobachtern vorgestellt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen verschiedene Methoden zur Zustandsschätzung und Parameteridentifikation kennenlernen und diese in Form von Algorithmen umsetzen können.

Description / Content English

A dynamic system is well described by its model structure, state variables and model parameters. In practice, they are often unknown and should be identified or estimated. In this course, basic methods for the identification and estimation of state variables and system parameters are introduced.

The course consists of four thematic blocks.

In Block I, State estimation - Kalman filter and observer schemes, different types of Kalman filters and observer schemes are introduced on the assumption that the system model and parameters are available, including

- state estimation in static processes
- State estimation in (linear) dynamic processes
- H₂ optimal observer.

In Block II, Parameter identification -

Least squares parameter estimation schemes, parameter identification is dealt on the assumption of a given system structure. Topics like parameter estimation in static processes, parameter estimation in dynamic processes and recursive algorithms are addressed.

In case that the system is a block box, system identification is needed. In Block III, System identification -

Subspace identification methods (SIM), the basic ideas and procedure of SIM are first introduced. It is followed by some standard SIMs. Block IV, SIM-added identification of kernel and image representations and data-driven design of feedback controllers and observers, is dedicated to the introduction of some data-driven design methods for controllers and observers.

Learning objectives / skills English

The students should learn basic state estimation and parameter identification methods and be able to implement them in form of algorithms.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript „State and parameter estimation“ (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] T. Kailath and A. Sayed and B. Hassibi, Linear estimation, Prentice Hall, 1999.
- [3] R. Isermann and M. Münchhof, Identification of Dynamic Systems Springer-Verlag, 2011
- [4] B. Huang and R. Kadali, Dynamic Modeling, Predictive Control and Performance Monitoring - A Data-driven Subspace Approach. Springer-Verlag, London 2008
- [5] S. X. Ding, Data-driven design of fault diagnosis and fault-tolerant control systems, Springer-Verlag, 2014.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Terahertz Technology			
Module title English			
Terahertz Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Terahertz Technology			
Course title English			
Terahertz Technology			
Verantwortung	Lehreinheit		
Balzer, Jan	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2		1	1
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Elektromagnetische Strahlung mit einer Frequenz zwischen 0.3 THz und 10 THz 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:
<ul style="list-style-type: none"> - 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 0,3 THz und 10 THz. 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 0.3 THz and 10 THz 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 10 THz. 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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Theoretische Elektrotechnik 1			
Module title English			
Electromagnetic Field Theory 1			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Theoretische Elektrotechnik 1			
Course title English			
Electromagnetic Field Theory 1			
Verantwortung	Lehreinheit		
Erni, Daniel	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			
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 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 nanophotonics and nanooptics.

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, and 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 of

- solving an electrostatic boundary problem while using either analytical or numerical methodologies,
- correctly evaluating the behavior of electrostatic field according to their appearance in technical building blocks and systems,
- understanding the underlying mechanisms of stationary current, and to provide quantitative measures for their behavior,
- mastering 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.
- Andrew Zangwill, Modern Electrodynamics. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Theoretische Elektrotechnik 2			
Module title English			
Electromagnetic Field Theory 2			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Theoretische Elektrotechnik 2			
Course title English			
Electromagnetic Field Theory 2			
Verantwortung	Lehreinheit		
Erni, Daniel	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			
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 able

- 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.
- Andrew Zangwill, Modern Electrodynamics, Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Theorie statistischer Signale			
Module title English			
Theory of Statistical Signals			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Theorie statistischer Signale			
Course title English			
Theory of Statistical Signals			
Verantwortung	Lehreinheit		
Czylwik, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Übertragungssysteme			
Module title English			
Transmission systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Übertragungssysteme Praktikum			
Course title English			
Transmission Systems Lab			
Verantwortung	Lehreinheit		
Czylwik, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
3	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		2	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Modul-Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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
Individual parts of a transmission system are analyzed using measurement technology. The focus is on digital transmission systems. Concepts such as the signal-matched filter, the eye diagram and digital modulation are illustrated with practical circuits.
Learning objectives / skills English
Graduates have gained practical experience with analog and digital transmission systems. They understand the connection between the mathematical principles and the practical circuit realization.

Literatur
Versuchsbeschreibungen werden zur Verfügung gestellt.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Übertragungstechnik			
Module title English			
Transmission Technology			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Übertragungstechnik			
Course title English			
Transmission Technology			
Verantwortung	Lehreinheit		
Czylwik, Andreas	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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 Pulse-Amplitudenmodulation, 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