



Modulbeschreibung

M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik PO19 Automatisierungstechnik

Stand: November 2022

Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung

Advanced Electronic Workshop for Students

Course title English

Advanced Electronic Workshop for Students

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

Prüfungsleistung

Präsentation des entsprechenden Laborprojektes (vorzugsweise auf der Webplattform des Elektronik-Workshops)

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Der "Advanced Electronic Workshop for Students" bietet Unterstützung und entsprechende Praktika zur Unterstützung moderner Fertigungstechnologien für komplexe elektronische Schaltungen auf Leiterplatten (PCBs). Der Laborkurs ist sowohl für Masterstudenten als auch für Studenten mit fortgeschrittenen Kenntnissen im Bereich des Designs elektronischer Schaltungen geeignet. Die "Advanced Electronic Workshop for Students" bietet auch Arbeitsplätze für eigene fortgeschrittene Projekte sowie die entsprechende Bereitstellung von Konstruktionswerkzeugen, elektronischen Komponenten und Messgeräten.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Fähigkeit zum Entwurf und Bau komplexer analoger und/oder digitaler elektronischer Schaltungen

Description / Content English

The «Advanced Electronic Workshop for Students» offers assistance and corresponding lab courses in support of modern fabrication technologies for complex electronic circuits on printed circuits boards (PCBs). The lab course is adapted for Master Students as well as for students with advanced expertise in electronic circuit design. The «Advanced Electronic Workshop for Students» also provides workplaces for your own advanced projects as well as the corresponding supply of design tools, electronic components and measurement equipment.

Learning objectives / skills English

Ability to design and build complex analog and/or digital electronic circuits

Literatur

individuell je nach Projektvorhaben

Kursname laut Prüfungsordnung**Advanced System and Control Theory****Course title English**

Advanced System and Control Theory

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Themen sind die Analyse und Synthese der zeitdiskreten, Abtast- und Multiabtastsysteme sowie der vernetzten regelungstechnischen Systeme.

Im Rahmen dieser Vorlesung werden Standardmethoden für die Regelung und Beobachtung zeitdiskreter Systeme, Optimierungsverfahren vorgestellt. Ferner wird Modellierung von Multiabtastsysteme sowie der vernetzten regelungstechnischen Systeme behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen Schemata zur Optimierung regelungstechnischer Systeme lernen und in der Lage sein, diese anzuwenden. Sie sollen ferner lernen, vernetzte regelungstechnische Systeme zu modellieren und analysieren.

Description / Content English

This course is devoted to the analysis and synthesis of discrete-time, sampled-data, multi-rate sampled data and networked control systems. It consists of four parts.

Part I: Introduction and basics. In this part, basic concepts for discrete control systems are reviewed, including state feedback controllers, observer-based state feedback controllers, stability check and decoupling controller design.

Part II: Optimal control schemes. In this part, four optimal control schemes are introduced:

- Model predictive control (MPC)
- linear quadratic regulator (LQR)
- Dynamic programming
- Calculus of variations and optimal control

Part III: Networked control systems. In this part, Multi-rate discrete-time systems, different types of networked control systems (NCS) are addressed. The focus is on the control-oriented modelling technique like lifting methods.

Part IV: LMI-aided system analysis and synthesis. In this part, design of H_2 and H_{∞} controllers for discrete-time systems with unknown inputs and model uncertainties is presented. To this end, LMI (linear matrix inequality) technique is applied.

Learning objectives / skills English

The students should be able to model different types of networked control systems. Moreover, they should be able to apply optimal control schemes to real discrete-time systems.

Literatur

[1] S. X. Ding, Vorlesungsskript "Advanced system and control theory" (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)

- [2] K. Zhou et al., Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996.
- [3] E.F. Camacho and C. Bordons, Model predictive control, Springer, 1999
- [4] F.L. Lewis, D. Vrabie, L. Vassilis, Optimal Control (3rd Edition) John Wiley & Sons, 2012

Kursname laut Prüfungsordnung**Antriebstechnik****Course title English**

Drive Engineering

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Elektrische und fluidische Aktoren, Linearaktoren, Rotatorische Aktoren, Modellbildung Aktorik, Hydraulische Anlagen und Komponenten, Wirkungsgrad, Vergleich der Antriebskonzepte

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Antriebstechnik ist eine moderne und grundlegende Ingenieurdisziplin. Die Umsetzung von Kräften und Momenten, von translatorischen und rotatorischen Bewegungen erfolgt mit Hilfe konventioneller und unkonventioneller Aktorik. Die Veranstaltung Antriebstechnik konzentriert sich auf die Darstellung eines Überblicks der Antriebsprinzipien, der zugrundeliegenden Effekte, prinzipieller praktischer Realisierung sowie der Berechnung des Leistungs- und dynamischen Verhaltes.

Das Ziel der Veranstaltung Antriebstechnik ist, den Studierenden die Grundlagen, deren Anwendung und Zusammenhänge zu vermitteln. Die Studierenden lernen den o.g. Kontext in seinen Grundlagen kennen und anzuwenden.

Description / Content English

Electrical and fluidic actuators, linear actuators, Rotary actuators, modeling of actuators, hydraulic systems and components, efficiency, comparison of drive concepts

Learning objectives / skills English

The drive system is a modern and basic engineering discipline. The reaction of forces and torques, of translational and rotational movements is done using conventional and unconventional actuators. The lecture will focus on the presentation of an overview of the driving principles of the underlying effects, fundamental and practical implementation calculating the performance and dynamic behavior.

The goal of the event is to impart the basics their applications and contexts. Students learn the o.g. Context in its basics and apply.

Literatur

Janocha, H.: Actuators, Springer 2004.

Findeisen, D. und F.: Ölhydraulik, Springer, 1994.

Schröder, D.: Elektrische Antriebe, Springer, 2009.

Kursname laut Prüfungsordnung

Computer / Robot Vision

Course title English

Computer / Robot Vision

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt Methoden zur Extraktion von geometrischen Strukturen aus Einzelbildern und bei dynamischen Szenen die Erfassung und Charakterisierung der Objektbewegungen aus Bildfolgen. Für Robotik-Anwendungen werden Methoden zur Kameramodellierung, und darauf basierend Methoden zur 3D Hindernislokalisierung und zur automatisierten 3D Szenenrekonstruktion behandelt. Inhalte im Einzelnen:

- Einführung (Anwendungen, Verarbeitungsablauf)
- Medium-Level Strukturextraktion (Geraden, Konturen, Aktive Konturen, Hough-Transformation)
- Kameramodellierung (Linsen, Kameramerkmale, Projektionsmodelle, Bildentstehung, Kamerakalibrierung)
- Bildfolgenanalyse (änderungsdetektion, Objektverfolgung, Optischer Fluss, Korrespondenzanalyse)
- Hindernisdetektion und Kartenerstellung (Objektlokalisierung, Kameralokalisierung, Dynamische Szenenrekonstruktion)

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen die zu zugrunde liegenden mathematischen Ansätze verstehen und unter Verwendung einer Computer Vision Plattform entsprechende Verfahren implementieren, sowie über die Eignung ausgewählter Computer/Robot Vision Verfahren für bestimmte Aufgabenstellungen urteilen können.

Description / Content English

The course treats methods for extraction of geometric structures from single images and for dynamic scenes the extraction and characterisation of object movements from image sequences. For robot applications, methods for camera modelling, 3D obstacle localisation, and automatic 3D scene reconstruction are treated. Contens at a glance:

- Introduction (applications, processing steps)
- Medium-level processing (extraction of lines and contours, snakes, Hough transformation)
- Camera modelling (lenses, projections, calibration, image formation)
- Image sequence analysis (change detection, object tracking, optical flow, feature matching)
- Obstacle detection and map building (object and camera localisation, dynamic scene reconstruction)

Learning objectives / skills English

The students should understand the basic mathematics, be able to implement certain approaches on a Computer Vision platform, and judge the qualification of selected Computer/Robot Vision approaches for certain tasks.

Literatur

- D. Forsyth: Computer Vision - A Modern Approach; Prentice Hall, 2002.
- R. Hartley, et al.: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004.
- N. Paragios, Y. Chen: Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, Springer, 2006.
- S. Prince: Computer Vision - Models, Learning, Inference, Cambridge University Press, 2012.
- R. Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer, 2011.
- E. Trucco, et al.: Introductory Techniques for 3D Computer Vision; Prentice Hall, 1998.
- Ausgewählte Zeitschriftenartikel.
- Aktuelle eigene Artikel sowie Bachelor-/Master-/Doktorarbeiten.

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

Dielectric and Magnetic Material Properties

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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



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

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

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

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz in technischen Systemen****Course title English**

Fault Diagnosis and Fault Tolerance in Technical Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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.

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

High frequency and terahertz semiconductor technologies

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

This contains:

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung

How to protect your innovations

Course title English

How to protect your innovations

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

Prüfungsleistung

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Themen des Seminars sind:

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

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

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Industrielle Messtechnik****Course title English**

Industrial Measurement Instrumentation

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

Prüfungsleistung

Die Prüfung zur Veranstaltung wird als mündliche Fachprüfung angeboten. Abweichend kann bei rechtzeitiger Bekanntgabe zu Semesterbeginn alternativ verbindlich eine schriftliche Fachprüfung festgelegt werden.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Ziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden mit Aufbau, Funktionen und Anforderungen industrieller Messgeräte für die Durchfluss- und Mengenmessung vertraut zu machen.

In der Vorlesung werden allgemeine und spezielle schaltungstechnische Lösungen für Messgeräte an Beispielen der Strömungsmessung ausgehend von den Anforderungen erarbeitet. Hierbei werden verschiedene moderne berührungslose Messverfahren beispielhaft besprochen:

- Magnetisch Induktiver Durchflussmesser (MID)
- Coriolis Massendurchflussmesser (CMD)
- Wirbelzähler (WZ)
- Ultraschall Durchflussmesser (UL)
- Thermischer Massedurchflussmesser (TMD)

Zugehörige übungen werden unterstützt von Anschauungsmodellen vorlesungsbegleitend integriert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten können grundlegende Herangehensweisen der Messtechnik für den industriellen Einsatz unterscheiden und messtechnischen Problemstellungen der Strömungsmessung zuordnen. Sie kennen typische und neuartige Verfahren der Erfassung, messtechnischen Ableitung, Signalverarbeitung und -Konditionierung von Durchfluss- und Mengen-Messgrößen. Spezielle Aspekte rauer Betriebsumgebung und Umfeldparameter in industriellen Anwendungen messtechnischer Komponenten sind ihnen bekannt und können hinsichtlich ihrer Querempfindlichkeitswirkung von den Studenten eingeschätzt und in konkretes ingenieurmäßiges Handeln bei der Auslegung solcher Systeme umgesetzt werden.

Description / Content English

The aim of the course is to familiarise students with the structure, features and requirements of industrial instruments for flow and quantity measurement. In the lecture general and special technical circuit solutions will be developed for instrumentation exemplified on the flow measurement starting from the requirements. Different modern non-contact measuring Systems will be discussed like:

- Electromagnetic flowmeters
- Coriolis mass flowmeters
- Vortex flowmeters
- Ultrasonic flowmeters
- Thermal mass flowmeters

Related exercises supported by illustrative models are integrated parts of the lectures.

Learning objectives / skills English

The students can distinguish basic approaches of measurement technology for industrial use and assign to metrological problems of flow measurement. They know typical and novel methods of acquisition, metrological derivation, signal processing and -conditioning of flow and volume measures. Special aspects of harsh operating environments and environment parameters in industrial applications of metrological components are known to them and can be assessed by the students with regard to their lateral sensitivity effect and can be implemented in concrete engineer-like action in the design of such systems.

Literatur

--

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

Management of Innovations

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Intelligente Regelung****Course title English**

Intelligent Control

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Das Kapitel Fuzzy-Logik umfasst Fuzzy-Mengen, linguistische Variablen und Fuzzifizierung, Operatoren zwischen Fuzzy-Mengen, Fuzzy-Relationen, unscharfes Schließen, Defuzzifizierung, Fuzzy-Funktionsblöcke nach Mamdani und nach Sugeno-Takagi.

Bei der Fuzzy-Regelung werden konventionelle P-/PD-/PI-/PID-Regler mit Stellgrößenbegrenzung und Anti-Reset-Windup den verschiedenen Varianten von Fuzzy-P-/PD-/PI-/PID-Reglern gegenübergestellt. Auch die Strukturen von Fuzzy-Zustandsreglern und Fuzzy-Ergänzungen zu konventionellen Reglern, Entwurf und Optimierung werden diskutiert.

Zur Veranschaulichung werden Fuzzy-Funktionsblöcke und Regelkreise mit Fuzzy-Reglern mit Hilfe der Fuzzy-Logic-Toolbox von MATLAB gezeigt.

Das Kapitel Neuronale Netze behandelt Typen von Neuronen, Netzsichten und Netzstrukturen, Lernverfahren (Perceptron-Lernalgorithmus, Delta-Regel, Backpropagation), typische Feedforward-Netze (Multilayer-Perceptron, Feedforward-Netze mit Sigmoid-Neuronen, RBF-Netze, RCE-Netze) und Beispiele von Netzen mit Rückkopplungen. Netze für unüberwachtes Lernen (self-organising map) werden nur kurz angedeutet. Auch die Realisierung nichtlinearer Dynamik durch ein neuronales Netz mit zusätzlichen Integratoren, Differenzierern bzw. zeitdiskreten Speichern wird betrachtet.

Es folgt die Anwendung neuronaler Netze zur Regelung und Systemidentifikation.

Das Training und die Anwendung der neuronalen Netze wird mit dem Neural-Net-Tool von MATLAB veranschaulicht.

Zum Thema „spezielle Probleme in der industriellen Regelung“ werden zunächst typische Probleme von Regelkreisen in der Praxis erläutert, Methoden des „Control Loop Performance Monitoring“ beschrieben und schließlich ein kurzer Überblick über „Advanced Control“ in der Praxis gegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen Fuzzy-Funktionsblöcke und neuronale Netze einschließlich der Lernverfahren so weit verstanden haben, dass sie die Algorithmen anwenden können und Strukturen zur Regelung und zur Systemidentifikation entwerfen und anwenden können.

Description / Content English

The chapter "fuzzy logic" deals with fuzzy sets, linguistic variables and fuzzification, operators between fuzzy sets, fuzzy relations, fuzzy implication, defuzzification, fuzzy blocks according to Mamdani and Sugeno-Takagi.

The chapter "fuzzy control" compares conventional P/PD/PI/PID controllers including output constraints and anti rest windup with different variants of fuzzy P/PD/PI/PID controllers. Also, the structures of fuzzy state feedback controllers and fuzzy extensions for conventional controllers are discussed. Simulations with the MATLAB fuzzy logic toolbox are shown.

The chapter "Neural Nets" deals with types of neurons, net layers, net structures, training methods (perceptron, delta rule, backpropagation), typical feedforward nets (multilayer perceptron, feedforward nets with sigmoid neurons, RBF nets, RCE nets) and examples for nets with feedback. Nets for unsupervised learning (self-

organising map) are only mentioned. The realisation of nonlinear dynamics by a neural net with additional integrators or differentiators or with time-discrete storages is considered, too.

A further subject is the application of neural nets for control and system identification. Training and application are shown with the MATLAB neural net toolbox.

The chapter "special problems in industrial control" discusses typical control loop problems, methods of control loop performance monitoring and a short survey on "advanced control" in industry.

Learning objectives / skills English

The students are expected to have understood fuzzy blocks and neural nets including training methods such that they are able to apply the corresponding algorithms and to design and apply structures for control and system identification.

Literatur

Maier, Uwe: Vorlesungsskript "Intelligente Regelung" (zur Zeit noch handgeschrieben, im Sekretariat zur Kopie ausleihbar).

Zu jedem Kapitel umfangreiche Literaturliste bei den Vorlesungsunterlagen.

Kursname laut Prüfungsordnung**Internet of Things: Protocols and System Software****Course title English**

Internet of Things: Protocols and System Software

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in das Themengebiet des „Internet der Dinge“ (IoT), in dem Milliarden eingebetteter Systeme (Sensoren, Aktuatoren) in Echtzeit kontinuierlich Daten über die reale Welt im Internet verfügbar machen. Behandelte Themen sind insbesondere: Kommunikationsprotokolle (z.B. IEEE 802.15.4, NBLoT, 6LoWPAN, MQTT), Sensordatenmodellierung und -verwaltung (z.B. linked data, RDF, SSN), Datenzugriff und Plattform-APIs (z.B. web-basierte Systeme, SPARQL, kontinuierliche Anfragen, Complex Event Processing). Neben der Vermittlung theoretischen Wissens, wird in der Übung – im Rahmen von Gruppenprojekten – die praktische Programmierung von IoT-Systemen vermittelt, z.B. mit Arduino-Geräten und Raspberry Pies.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Veranstaltung vermittelt Studierenden ein Verständnis des zukünftigen Internets der Dinge (IoT), der neu auftretenden Anforderungen sowie der technischen Grundlagen, Konzepte, Architekturen und Protokolle. Die Studierenden sollen diese sowohl theoretisch bewerten als auch praktisch einsetzen können, weswegen die Vorlesung von einer praktischen Übung begleitet wird. Schwerpunkte sind insbesondere die IoT-Gerätevernetzung und IoT-Systemsoftware. Hierbei sollen die Studierenden vor allem lernen, welche Unterschiede zu klassischen Internettechnologien und Systemen / Plattformen existieren und woraus diese resultieren.

Description / Content English

The so-called Internet of Things (IoT) is the next step in the evolution of the Internet and is widely expected to change our world in the most fundamental way. Billions of small embedded electronics will make our physical world „smart“, continuously delivering real time information about the state of people, physical structures and the environment, like movements, heat levels, pollution levels and air pressure. In addition, the world becomes ‘programmable’ and physical environments can be changed automatically by software services running in the Cloud.

This course introduces students to the Internet of Things (IoT), its challenges and technologies. Topics of interest include: communication protocols (e.g. IEEE 802.15.4, NBLoT, 6LoWPAN, MQTT), data modelling and storage (e.g. ontologies, linked data, RDF, SSN), data access and platform APIs (e.g. web systems, SPARQL, continuous queries, complex event processing). Besides providing theoretical knowledge, the course also aims at teaching students how to use IoT technologies to realise real systems. To this end, students perform group projects to develop IoT software for current prototype hardware platforms like Arduino and Raspberry Pies.

Learning objectives / skills English

The course introduces students into challenges, concepts and technologies of the Internet of Things (IoT). Students will learn the theoretical backgrounds. They will be able to analyse and assess existing IoT systems and will practise to design and implement new ones. The focus of the course will be on IoT networking and system software. Which concepts and technologies are used in IoT? How and why do they differ from existing Internet technologies? These questions will be answered in the course.

Literatur

Aktuelle Forschungsveröffentlichungen
Details werden in der Vorlesung diskutiert

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

IOS Electives Catalogue

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

Prüfungsleistung

Modulteilprüfung (benotet)

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

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

Cognitive Technical Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Tools I: Filterung

Tools II: Klassifikation und Lernen

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

Tools I: Filtering

Tools II: Classification and Learning

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Alpaydin, E.:

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

Cacciabue, P.C.:

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

Ertel, W.:

Grundkurs der Künstlichen Intelligenz, Vieweg, 2008.

Görz, G. et al.:

Handbuch der Künstlichen Intelligenz, Oldenbourg, 2003.

Haykin, S.:

Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009.

Johannsen, G.:

Mensch-Maschine-Systeme, Springer, 1993.

Russel, S.; Norvig, P.:

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

Kursname laut Prüfungsordnung

Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)

Course title English

Master-Thesis (including colloquium)

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

Prüfungsleistung

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

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

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

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung

Masterprojekt (M-EIT)

Course title English

Master Project (M-EIT)

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

Prüfungsleistung

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Description / Content English

Learning objectives / skills English

Literatur

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

Master Seminar Intelligent Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Wird individuell mitgeteilt.

Kursname laut Prüfungsordnung

Mathematik E4

Course title English

Mathematics E4

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Folgende Themen werden behandelt:

Vektoranalysis

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

Description / Content English

The course deals with the following subjects:

Vector analysis

- Potential functions and line integrals
- Integration in several variables
- Parameterized surfaces
- Surface integrals
- Flow integrals
- Green's theorem
- Stoke's theorem
- Gauss's theorem

Partial differential equations

- Introduction
- Green's identities
- Poisson's integration equations over a circular disk and a sphere

- fundamentals of Distributions

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Mehrgrößenregelung****Course title English**

Modern Control Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden regelungstechnische Verfahren für MIMO-Systeme (Multiple Inputs and Multiple Outputs) vorgestellt, welche auf der so genannten Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme basieren, und deren Grundlage seit Anfang der 60er-Jahre unter dem Begriff "moderne Regelungstheorie" entwickelt wurde. Anderes als die klassische Regelungstheorie, wo die Systemanalyse und der Reglerentwurf auf dem Übertragungsverhalten des betrachteten Systems basieren, gehen die Zustandsraumverfahren von der Gewinnung der Information über die Zustandsgrößen des Systems aus. Dies ermöglicht nicht nur einen tieferen Einblick in die strukturellen Eigenschaften des Systems und damit den Entwurf des so genannten Zustandsreglers, sondern auch eine effektive Nachbildung der Zustandsgrößen. Diese Technologie gewinnt in der Praxis zunehmend an Bedeutung. In dieser Vorlesung wird zunächst die Aufstellung von Zustandsraummodellen vorgestellt. Es folgt die Beschreibung der strukturellen Eigenschaften des Systems u.a. invariante Nullstellen, Polstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit. Vorgestellt werden ferner die so genannten Zustandsraumverfahren für den Reglerentwurf. Im Zusammenhang mit dem Entwurf des Zustandsreglers werden schließlich verschiedene Verfahren zum Entwurf des so genannten Beobachters zur Nachbildung von Zustandsgrößen bzw. Störgrößen vorgestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden können regelungstechnische Systeme im so genannten Zustandsraum modellieren und analysieren. Sie können Zustandsregler und unterschiedliche Typen von Beobachtern entwerfen.

Description / Content English

In this course, the state space description of MIMO dynamic systems is first introduced. It is followed by the study on system structural properties like invariant zeros, poles, controllability and observability. Moreover, different methods of designing state feedback controllers, observer based state feedback controllers as well as optimal state feedback controllers are presented. The final part of this course is devoted to the design of state observers and unknown input observer.

Learning objectives / skills English

The students should be able to model dynamic systems in the state space representation and to design state feedback controller and observers.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript "Mehrgrößenregelung" (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] J. Lunze, Regelungstechnik II (Mehrgrößensysteme), 7. Auflage, Springer-Verlage, 2013
- [3] H. Unbehauen, Regelungstechnik II, 10. Auflage, Verlag-Vieweg, 2000.

- [4] G. F. Franklin, J. D. Powell and A. Emami-Naeni, Feedback control of dynamic systems, the 5th edition, Prentice Hall, 2006.
- [5] E. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern control systems, Pearson Prentice Hall, 10th edition, 2005.
- [6] C-T. Chen, Linear system theory and design, Oxford university press

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

Modelling and Simulation of Dynamic Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Modelling and Simulation of Dynamic Systems Lab

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

Prüfungsleistung

Ausreichende Vorbereitung gemäß Versuchsbeschreibungen und aktive Teilnahme an allen Versuchen.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

Siehe Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Kursname laut Prüfungsordnung**Nonlinear Control Systems****Course title English**

Nonlinear Control Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, Grundkenntnisse der nichtlinearen Regelungstheorie zu vermitteln und neue Ansätze zur Analyse und zum Entwurf nichtlinearer Systeme vorzustellen.

Inhalt: Einführung, Analyse in der Phasenebene, Stabilitätstheorie, Linearisierung durch Rückkopplung, adaptive Regelung, Sliding-Mode-Regelung, Entwurf von Beobachtern für nichtlineare Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen nichtlineare regelungstechnische Systeme modellieren, deren Dynamik und Stabilität analysieren und geeignete Regler konzipieren und entwerfen.

Description / Content English

During the last two decades, development of advanced nonlinear control system theory has received much attention. This course is devoted to the essentials of the nonlinear system analysis and to the introduction of some advanced methods of analyzing and designing nonlinear control systems developed in recent years. First, different methods and tools for the description of nonlinear systems are introduced. Stability study with emphasis on the Lyapunov methods builds the basis for the further study. It is followed by the study on passive and dissipative systems, and presentation of different methods of nonlinear controller design including the feedback linearization, sliding control, adaptive control schemes and nonlinear observer design.

Learning objectives / skills English

The students should be able to model nonlinear control systems, to analyze the system dynamic behavior, in particular the stability using different methods, and to design nonlinear control systems for applications.

Literatur

- [1] S. X. Ding, Vorlesungsskript "Nonlinear control systems" (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar, will be updated and available for download)
- [2] H. K. Khalil: Nonlinear systems, the 3rd edition, Prentice Hall, 2002.
- [3] J.-J. E. Slotine and W. Li, Applied nonlinear control, Prentice Hall, 1991

Kursname laut Prüfungsordnung**Nonlinear Control Systems Lab****Course title English**

Nonlinear Control Systems Lab

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im Rahmen des Praktikums sollen die Studierenden an Versuchsständen mit realen nichtlinearen Regelstrecken verschiedene Regelungsmethoden, die Umsetzung regelungstechnischer Konzepte und On-line-Implementierung kennen lernen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen in der Lage sein, die im Labor vorhandenen nichtlinearen regelungstechnischen Systeme zu modellieren und analysieren und ferner geeignete Regler zu entwerfen.

Description / Content English

The students will learn how to develop a control scheme for nonlinear processes and how to realize the developed controller on-line under real application conditions. For this purpose, different laboratory systems with real plants and design software (MATLAB) are available.

Learning objectives / skills English

The students will be able to model, analyze the nonlinear control systems being available in the lab and to design satisfactory nonlinear control systems.

Literatur

Introduction to the lab. / Versuchsanleitung

Kursname laut Prüfungsordnung

Numerical Mathematics

Course title English

Numerical Mathematics

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Folgende Themen werden behandelt:

1. Fehleranalyse

Darstellung von Zahlen, Gleitpunktzahlen, Rundungsfehler, Fehlerfortpflanzung, Fehlerfortpflanzung bei arithmetischen Operationen, Konditionierung

2. Nichtlineare Gleichungen

Die Sekantenmethode, das Newtonverfahren, Fixpunktverfahren, Nullstellen von Polynomen, Systeme nichtlinearer Gleichungen, das Newtonverfahren für Systeme

3. Lineare Gleichungssysteme

Die LR- und Cholesky-Zerlegung, die LR-Zerlegung, die Cholesky-Zerlegung, das Gaußsche Eliminationsverfahren, die QR-Zerlegung, Problem der kleinsten Quadrate, Iterative Lösungen, das Jacobi-Verfahren, das Gauß-Seidel-Verfahren, Konvergenzeigenschaften

4. Bestimmung von Eigenwerten

Die Potenzmethode, Gerschgorinkreise, die QR-Methode, Hessenbergmatrizen

5. Gewöhnliche Differentialgleichungen

Trennung der Veränderlichen und lineare Gleichungen, Einschrittverfahren, das Eulerverfahren, das verbesserte Eulerverfahren, das Runge-Kutta-Verfahren

6. Interpolation

Lagrange-Polynome, Interpolationsfehler, Dividierte Differenzen, Splines

7. Integration

Gaußsche Quadraturformeln

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen lernen, typische Probleme aus der Ingenieurmathematik mit numerischen Verfahren zu lösen, darunter lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Eigenwerte, Interpolation, Differentialgleichungen und Integration. Sie sollen lernen, abstrakt formulierte Methoden in eine konkrete Berechnung umzusetzen und diese Verfahren hinsichtlich Genauigkeit und Effizienz zu beurteilen.

Description / Content English

The course deals with the following subjects:

1 Error Analysis

Representation of numbers, Floating-point-numbers, Rounding errors, Error Propagation, Error propagation in arithmetic operations, Condition numbers

2 Nonlinear equations

The method of Bisection, The secant method, Newton's method, Fixed point iteration, Polynomial equations, Systems of nonlinear equations, Newton's method for systems

3 Systems of Linear Equations

The LR and Cholesky Decomposition, The LR-Decomposition, The Cholesky Decomposition, Gauss Elimination and Back-Substitution, Pivoting strategies, The QR Decomposition, Data fitting; Least square problems, Iterative solutions, Jacobi Iteration (total-step-method), Gauss-Seidel-Iteration (single-step-method), Convergence properties

4 Finding Eigenvalues

The Power method, Localizing eigenvalues, The QR-method, Hessenberg matrices

5 Ordinary Differential Equations

Basic analytic methods, Separation of variables, Linear differential equations, One-step-methods, Euler's Method, Midpoint Euler, Two-stage-models, Runge-Kutta-methods

6 Polynomial Interpolation

Lagrange form of Interpolation Polynomial, Interpolation Error, Divided Differences, Spline Interpolation

7 Numerical Integration

Gaussian Quadrature

Learning objectives / skills English

The students should learn, to solve typical problems in engineering-mathematics by numerical methods, among others: Linear and nonlinear systems, eigenvalues, interpolation, differential equations and integration. They should learn to implement general methods into a practical computation and to evaluate them with respect to accuracy and efficiency.

Literatur

- 1 Gautschi, W. Numerical Analysis, Birkhäuser,1997.
- 2 Hammerlin und Hoffmann. Numerische Mathematik, Springer,1994.
- 3 Householder. A.S. Principles of Numerical Analysis, Dover Publications,1974.
- 4 Kincaid,D. and Cheney, W. Numerical Analysis, Brooks/Cole Publishing,1991.
- 5 Locher. Numerische Mathematik für Informatiker,1993.
- 6 Philipps,C. and Cornelius, B. Computational Numerical Methods, Ellis Hoorwood.
- 7 Stoer, J. and Burlisch, R. Introduction to numerical Analysis,2005.

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

The students are able:

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

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

Literatur

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

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

Photovoltaik 2

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten werden in der Lage sein:

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

The students will be able:

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

Literatur

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

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

Project Management

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Project Management

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Neben der Vorlesung werden Übungen angeboten.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Both lectures and exercises arrange fundamental knowledge about Project Management.

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung

Prozessautomatisierung

Course title English

Process Control Engineering

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Idee dieser Lehrveranstaltung ist ein Überblick über praxisrelevante Methoden, Gerätetechnik (Hard- und Software) und Vorgehensweisen für die Entwicklung von Automatisierungsgeräten bis hin zur Projektabwicklung der Prozessleittechnik für komplettete Produktionsanlagen zu geben.

Kontinuierliche Prozesse, Chargenprozesse mit Rezeptfahrweisen sowie Stückprozesse und die zugehörigen Begriffe werden definiert. Petrinette zur Beschreibung ereignisdiskreter Systeme werden weiterführend behandelt, bis hin zu Analysemethoden. Zur Beschreibung von Automatisierungsaufgaben werden weiterhin RI-Fließbilder, Funktionspläne (FBD und SFC) und (nur andeutungsweise) strukturierte sowie objektorientierte Methoden betrachtet.

Grundlagen der Hardware und der Software werden unter den für die Thematik relevanten Aspekten betrachtet und knapp zusammengefasst (die Echtzeit-Thematik wird weitgehend der Vorlesung Echtzeit-Systeme überlassen). Das Kapitel Rechnerkommunikation in der Automatisierungstechnik beschreibt Schnittstellen und Protokolle, die als Feldbusssysteme in der Automatisierungstechnik zur Anwendung kommen.

Es wird gezeigt, wie Automatisierungsfunktionen (Regelung, Steuerung, Zeitglieder, ..) und universelle Automatisierungssysteme (SPS, PLS) per Software realisiert werden können.

Zur Feldgeräte-technik gehören Grundkenntnisse über Explosionsschutz, Signalübertragung im Feld (klassisch, Feldbus, Remote-I/O-Systeme), Software-Integration intelligenter Feldgeräte, Stellgeräte-technik (Ventile) sowie eine kurze Einführung in die Prozessmesstechnik.

Das Engineering der Prozessleittechnik im Anlagenbau sowie Fragen der Zuverlässigkeit und Sicherheit bilden den Abschluss.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen Automatisierungsfunktionen beschreiben, analysieren, planen und mit Rechnersystemen, einschließlich PLS und SPS, realisieren können. Es sollen die Grundlagen zur kritischen Bewertung geeigneter Vorgehensweisen, Methoden und Tools gelegt werden. Eine eigenständige kritische Bewertung wird allerdings erst später in Verbindung mit einer entsprechenden Praxiserfahrung möglich sein.

Description / Content English

The idea of this lecture is a survey on application, equipment technology (hard- and software) and development of automation devices up to project management of process control systems for complete production plants. Continuous processes, batch processes with recipes as well as piece processes and the relevant terms will be defined.

To describe and analyze event discrete systems petri nets will be discussed.

For the description of automation tasks P&I diagram, function block diagram and sequential function chart will be considered.

Basic aspects of process control hard- and software will be summarized (details on the topic of real time can be found in the lecture Real time systems). Next the communication in process control systems with fieldbus is discussed.

Furthermore the software realization of automation functions (control, timer, ...) and process control systems (PLC, PCS) will be shown.

Within the discussion of field devices, basic knowledge of explosion protection, signal transmission (field-bus, remote I/O), software integration of intelligent field devices, actuators as well as a short introduction of process measurement technology will be given.

Finally the plant engineering of process control systems as well as safety and reliability issues will be explained.

Learning objectives / skills English

The students should be able to describe automation functions, analyze and plan them. Furthermore they should be able to implement them using computer systems, including DCS and PLC. They should have the fundamentals for critical evaluation of methods and tools, though an independent judgement will be possible only after some practical experience in industry.

Literatur

Louen, Chris: Vorlesungsskript "Prozessautomatisierung";

Früh, K.F.; Maier, Uwe (Hrsg.): Handbuch der Prozessautomatisierung. Oldenbourg-Industrieverlag, 4. Auflage, 2009.

Anmerkung: Es gibt keine Literatur in dieser Zusammenstellung von Themen. Für jedes Thema werden andere Bücher in den Vorlesungsunterlagen empfohlen, aber hiervon sind jeweils nur Teile relevant.

Kursname laut Prüfungsordnung

Prozessmesstechnik

Course title English

Process Measurement Technology

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

1. Allgemeines:

Begriffe, Messumformertechnik Signalverarbeitung, ,EMV, Selbstüberwachung und-Kalibrierung)
 Digitale Feldkommunikation (SMART, HART) und Feldinstallation (Stern, Feldbus,
 Feldbusmultiplexer), Anzeige-Bedien-Oberflächen

2. Verfahrenstechnische Grundlagen für die Messung von Zustands- und Quantitätsgrößen

3. Messverfahren und Messgeräte

- Messen von Zustands- und Quantitätsgrößen
- Druck- und Druckdifferenzmessung
- Füllstandmessung
- Temperaturmessung
- Durchfluss- und Mengenmessung
- Wägung
- Drehzahlmessung

(mit jeweils: Einheiten, Darstellung, Messmethoden, Anforderung, Normierungen, Kalibrierung,
 Sicherheitsaspekte, Messunsicherheit, Sensorsauswahl)

4. Prozessmesstechnik für die mechanische Verfahrenstechnik, mit als Spezialanwendung die Messung der
 Partikelgrößen
 (Laserbeugung, Bildverarbeitung, Ultraschall, Extinktion)**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Sensoren für die Messung von Zustands- und
 Quantitätsgrößen auf der Basis von Verfahrenstechnischen Grundlagen zu beschreiben und zu erklären. Sie sind
 fähig, moderne Prozess-Sensorssysteme unter Einbeziehung von Feldkommunikation zu gestalten.

Description / Content English

1. General

terminology, technology of transducers, signal processing, EMV, self-monitoring and
 self-calibration, digital fieldbus technology (SMART, HART) and installation (star,
 fieldbus, fieldbus multiplexer), display and control units

2. Engineering fundamentals of the measurement of state and property variable

3. Measurement methods and instrumentation:

- measurement of state and property variable
- pressure and pressure difference
- level
- temperature
- volume and mass flow
- rotation speed

(containing always: units, measurement methods, requirements, standardization, calibration, safety aspects, measurement uncertainty, sensor selection)

4. Process measurement for mechanical engineering, with special emphasis on measurement of particle sizes (laser diffraction, image analysis, ultrasound, extinction)

Learning objectives / skills English

The students are able to describe the most relevant sensors for measurement of state and property variables on the basis of their engineering foundations and to explain their principles. They can design a modern process-sensor system including feldbus technology.

Literatur

- V. Gundelach, L. Litz, Moderne Prozessmesstechnik - Ein Kompendium (Springer, 1999)
- K-F. Früh, Handbuch der Prozessautomatisierung (Oldenburg, 1997)
- P.A. Baron, K. Willeke, Aerosol Measurement Principles, Techniques, and Applications (2001)
- P. Profos, T. Pfeifer, Handbuch der industriellen Messtechnik (Oldenburg, 1994)
- K.F. Früh, U. Maier, Handbuch der Prozessautomatisierung (Oldenbourg Industrieverlag, 2004)

Kursname laut Prüfungsordnung**Prozessmesstechnik Praktikum****Course title English**

Process Measurement Technology Lab

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

Prüfungsleistung

Ein Versuch ist bestanden bei Vorlage einer ausreichenden selbst angefertigten Hausarbeit und einem bestandenem Antestat und einer aktiven Teilnahme am Versuch selbst. Maximal ein Versuch des Praktikums kann pro Semester wiederholt werden.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In diesem Praktikum (Umfang 11h) werden aufbauend auf dem Praktikum "Einführung in die Messtechnik" vertieft Versuche zur Prozessmesstechnik durchgeführt.

Experiment 1 (2h):

Messen von Zustandsgrößen am Beispiel eines Wasserversorgungssystems (Füllstandsmessung in Tanks, Durchfluss- und Mengenmessung in den Rohrleitungen, Temperatur- und Druckmessung als Hilfsgrößen zur Bilanzierung und Leckageüberwachung, Drehzahlmessung und Regelung der Pumpen, Steuern von Ventilen). Pflichtenheft als Ausgangspunkt, Erstellen eines Konzepts für die Messung (Messplan, Signalplan), Vergleich verschiedener Füllstandsmessmethoden, Auswahl der Sensoren, Programmierung der Messung.

Experiment 2 (3h):

Durchführung von Durchfluss- und Mengenmessungen, um zu zeigen wie eine Durchflussmessung in eine Mengenmessungen überführt werden kann mit anschließender Fehleranalyse.

Versuchsdurchführung auf der Basis eines LabView Programms

Experiment 4 (3h):

Messungen an der oben genannten Anlage mit einem Feldbus, Untersuchung von Reaktionszeiten und Kollisionsverhalten

Experiment 5 (3h):

Messungen an einem Strömungskanal. Kombinierte Messdatenerfassung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage nur mit einer Anlagenbeschreibung und einem Pflichtenheft für die Messdatenerfassung ein System auszulegen. Sie können dabei insbesondere Zustandsgrößen erfassen, umrechnen wie sie insbesondere in der Verfahrenstechnik verwendet werden. Sie können Feldbussysteme einordnen und zur Messung verwenden.

Description / Content English

In this training period (duration 11 hours), experiments related to process measurement technology are performed.

Experiment 1 (2h):

Measurement of state variables for the example of a water supply system (level measurement in tanks, flow and quantity measurement in pipes, temperature and pressure measurement as auxiliary variables for the balance and leakage supervision, rotation speed measurement and controlling pumps and valves). Starting with a specification, the measurement is to be designed (measurement plan, signal flow diagram), comparison of different level measurement methods, selection of sensors, programming of the measurement.

Experiment 2 (3h):

Realisation of flow and quantity measurements with subsequent error analysis.

Experiments are based on a LabView program.

Experiment 4 (3h):

Measurements in the above mentioned arrangement by a fieldbus system, investigation of response times and collision behaviour.

Experiment 5 (3h):

Measurements in a wind channel. Combined measurement data acquisition.

Learning objectives / skills English

The students are able, based on a system description and a specification, to design a system for measurement and data acquisition. They can acquire state variables and to transform them, as it is needed in process technology. They can understand field bus systems and use them for measurement.

Literatur

LabVIEW Das Grundlagenbuch, 4., überarbeitete Auflage, Autoren: R. Jamal / A. Hagedorf, Verlag: Addison-Wesley, August 2004, ISBN: 3-8273-2051-8

Internet www.ni.com dann:

NI Home > NI Developer Zone > Development Library > Measurement and Automation Software > LabVIEW > Development System

Kursname laut Prüfungsordnung**Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems****Course title English**

Qualitative Methods in Automation 1: Programming in Process Control Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

überblick über die Architektur automatisierter Systeme, Aufbau und Funktion von Automatisierungssystemen, SPS-Programmierung (klassische IEC 61131-3-Sprachen, objektorientierte Erweiterung der IEC 61131-3-Sprachen), Bussysteme und Bewegungssteuerung.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Grundlagen der industriellen Automatisierung mit Schwerpunkt auf speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Dies umfasst einen überblick über Steuerungs- und Regelungstechnik und die Grundlagen der Normen IEC 61131-3, wie sie in gängigen SPS-Systemen implementiert sind. Darüber hinaus wird ein überblick über gängige Netzwerktopologien und Bewegungssteuerung gegeben. Die Studierenden lernen, Steuerungsaufgaben mit Hilfe von Kontaktplänen, Funktionsblöcken, Anweisungslisten, strukturiertem Text und strukturierten Flussdiagrammen sowie kontinuierlichen Funktionsplänen zu implementieren. Darüber hinaus lernen die Studenten in der Vorlesung und in praktischen übungen, wie man mit Hilfe der Programmierplattform CODESYS einfache Programme auf einem industriellen SPS-System erstellt, Fehler behebt, lädt und ausführt.

Description / Content English

Overview of automated systems architecture, Design and function of automation systems, PLC programming (Classic IEC 61131-3 Languages, Object-oriented extension of IEC 61131-3 languages), Bus systems and motion control.

Learning objectives / skills English

Students learn the fundamentals of industrial automation with a focus on Programmable Logic Controllers (PLCs). This comprises an overview of open loop and closed loop control and the fundamentals of IEC 61131-3 standards as implemented in common PLC systems. In addition, an overview of common network topologies and motion control is presented. The students learn to implement control tasks using ladder diagram, function blocks, instruction list, structured text, and structured flow charts, as well as continuous function charts. Further, the students learn in the lecture and hands-on practical exercises how to create, troubleshoot, load and run simple programs on an Industrial PLC system using the CODESYS programming platform.

Literatur

K.-H John und M. Tiegelkamp: IEC61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer, 2001.

G. Wellenreuther und D. Zastrow: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Vieweg Verlag, 2005.

B. Vogel-Heuser und A. Wannagat: Modulares Engineering und Wiederverwendung mit CoDeSys V3, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2009.

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Lecture Series Thermoelectrics

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

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

Description / Content English

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

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

Learning objectives / skills English

Students are able to:

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Robust Control****Course title English**

Robust Control

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

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_{∞} 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

Kursname laut Prüfungsordnung**State and Parameter Estimation****Course title English**

State and Parameter Estimation

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

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. Hassini, 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.

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

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

Literatur

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

Theory of Statistical Signals

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

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

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

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

Learning objectives / skills English

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

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

Literatur

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

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

Thermodynamics and Power Plants

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

Description / Content English

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

Thermo-electric Materials and Systems

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

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

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

Eine Teilnahme an der Ringvorlesung Thermoelektrik ist vorteilhaft.

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die StudentInnen sind in der Lage:

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

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

Description / Content English

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

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

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

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

Learning objectives / skills English

The students are able to:

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

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

Literatur

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

Kursname laut Prüfungsordnung

Topics of Advanced Control Methods 1

Course title English

Topics of Advanced Control Methods 1

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Description / Content English

Learning objectives / skills English

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung**Vision-based Control****Course title English**

Vision-based Control

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

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Der Kurs behandelt die Grundlagen der visuellen Regelung, bestehend aus Robotik, Vision, Regelung, Technologie und Implementierungsfragen. Zuerst werden die Grundlagen der Bilderfassung vorgestellt. Danach werden die Ansätze der maschinellen Bildverarbeitung zur Extraktion von Bildmerkmalen vorgestellt. Darüber hinaus werden das positionsbasierte Visual Servoing und das bildbasierte Visual Servoing als Kernelemente dieses Seminars vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf dem Entwurf von Reglern auf der Grundlage der geeigneten, aus dem Bild extrahierten Informationen, um Vorteile bei der Regelung zu erzielen.

- Grundlagen der Bilderfassung und der maschinellen Bildverarbeitung
- Modellierung des Roboters (Manipulator oder UAVs)
- Bildbasiertes Visual Servoing
- Positionsbasierter Visual Servoing
- Entwurf bildverarbeitungsbasierter Regler, z.B. adaptiver Regler, Sliding-Mode-Regler und Fuzzy-Logik-Regler

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Grundlagen der Bildverarbeitung und Feature-Extraktion kennen. Sie lernen die grundlegende mathematische Erklärung für die Roboter/UAV-Modellierung zur Bestimmung von Regelungsansätzen. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, die Konzepte und Implementierungsbeschränkungen des bildbasierten Visual Servoing zu verstehen.

Description / Content English

The course covers the basics of visual control, consisting of robotics, vision, control, technology, and implementation issues. First of all, the fundamentals of image capturing will be introduced. Afterward, machine vision approaches will be briefly introduced for image feature extraction. Furthermore, position-based visual servoing and image-based visual servoing will be presented as the cores of this lecture. The main focus of this lecture is design of controller based on the suitable extracted information from the image to achieve closed-loop control benefits.

- Fundamentals of image capturing and machine vision approaches
- Modeling of the robot (manipulator or UAVs)
- Image-based visual servoing
- Position-based visual servoing
- Design of vision-based controller e.g. adaptive controller, sliding mode controller, and fuzzy logic controller

Learning objectives / skills English

Students should learn the basics of image processing and feature extraction. They should understand the basic mathematical explanation for robot/UAV modeling to determine control approaches. Finally, the students should be able to understand the concepts and implementation constraints of image-based visual servoing.

Literatur

- Corke, P. I. (1996). Visual Control of Robots: high-performance visual servoing. Taunton, UK: Research Studies Press.
- Corke, P. I. (2017). Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised(Vol. 118). Springer.
- Chaumette, F., & Hutchinson, S. (2006). Visual servo control. I. Basic approaches. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(4), 82-90.