
Technische Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Masterstudiengang

Electrical Engineering (M.Eng.)

Modulhandbuch

SoSe 2026

Stand: 11. März 2026

Inhaltsverzeichnis	Seite
<hr/>	
<i>Katalog I</i>	
<u>Advanced Control Theory</u>	4
<u>Automation</u>	7
<u>Electric Power Systems</u>	11
<u>Micro Electro-Mechanical Systems</u>	15
<u>Selected Topics on Digital Communications</u>	18
<u>VLSI-Design</u>	21
<u>Cryptography and IT-Security</u>	25
<hr/>	
<i>Katalog II</i>	
<u>Advanced Control Theory with Project</u>	29
<u>Automation with Project</u>	32
<u>Electric Power Systems with Project</u>	36
<u>Micro Electro-Mechanical Systems with Project</u>	40
<u>Selected Topics on Digital Communications with Project</u>	43
<u>VLSI-Design with Project</u>	46
<hr/>	
<i>Technische Wahlpflichtmodule</i>	
<u>Advanced Robotics</u>	50
<u>Biomedical Electronics</u>	52
<u>Emerging Technologies</u>	56
<u>Energiewirtschaft und Systembetrieb</u>	58
<u>Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen</u>	62
<u>IIoT and Robotics</u>	66
<u>Leistungselektronik und Stromversorgungstechnik</u>	71
<u>Safety</u>	74
<u>Selected Topics on RF Design</u>	78
<u>Sichere Implementierung auf Microcontrollern</u>	80
<hr/>	

Interdisziplinäre Wahlpflichtmodule

<u>Product Development and Management</u>	83
<u>Research Methods</u>	86
<u>Weitere Mastermodule der Hochschule Augsburg</u>	88

Projekte

<u>Masterprojekt 1</u>	89
<u>Masterprojekt 2</u>	91

Masterarbeit

<u>Masterarbeit</u>	93
---------------------	----

Advanced Control Theory

ID	ACT
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Florian Kerber
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Advanced Control Theory
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise, lab tutorial
Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Modelling and simulation of dynamical systems: differential equations, state space models, transfer functions. - Properties of dynamical systems: stability, controllability, observability, dissipativity. - State space control for linear systems: feedback control methods, in particular pole placement and optimal LQR control - Digital control systems: z transform, analysis and system properties, controller design - Design of control systems with MATLAB and Simulink: real time systems, rapid control prototyping (lab tutorial and mini projects). - Special topics in applied control, in particular trajectory planning and sensor driven control for autonomous vehicles and robotic systems.

Advanced Control Theory

Module objectives

Learning outcomes

- Perceive the behaviour and determine properties of complex dynamical control systems.
- Have a thorough acquaintance with modern feedback control strategies and techniques.
- Employ effectively modern control design methodologies and tools for the design and implementation of feedback controllers.

Knowledge Targets

- Design control systems to meet a particular specification.
- Analyse complex dynamical systems; detect problems and find solutions.
- Design and test feedback control systems.

Capabilities

- Handle complex systems beyond the comprehension of one single human being through communication, control and teamwork.
 - Perform effectively within a group in the conduct of a practical control design project.
 - Know the benefits and limitations of modern control techniques for solving practical engineering tasks
-

Advanced Control Theory

- Literature
- Åström, K. J.; Murray, R.: Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers Princeton University Press 2021
 - van der Schaft, A; Jeltsema, D.: Port-Hamiltonian Systems Theory: An Introductory Overview 2014
 - Dorf, R. C.; Bishop, R. H.: Modern Control Systems, Addison-Wesley 2010
 - Franklin, G. F. ; Powell, J. D.; Emami-Naeini A.: Feedback Control of Dynamic Systems. Addison-Wesley, 2010
 - Friedland, B.: Control System Design - An Introduction to State-Space Methods, McGraw-Hill 2005
 - Messner, W C & D. M. Tilbury: Control Tutorials for MATLAB and Simulink: A Web-Based Approach, Addison-Wesley 1998
 - Tewari, A: Modern Control Design: with MATLAB and Simulink, John Wiley & Sons 2002
-

Automation

ID	AUT
Study section	MEE, MME: Catalogue I MIS: Crossover
Responsible lecturer	Prof. Dr. Benjamin Danzer
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Automation
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Automation

- Contents
- Petri Net basics, timed models, application in programming tools for programmable controllers.
 - Introduction to stochastic systems, discrete- and continuous-time Markov chains.
 - Review of the programming concept for PLCs according to the norm IEC 61131-3.
 - Connectivity between SoftPLCs, Input/Output devices and commercial applications, e.g. visualisation based on OPC or industrial ethernet.
 - Design and verification of safety related programmable control systems according to European standards.
 - Introduction to modelling
 - System theory recap
 - Modelling of linear and non-linear systems: combining electrical circuits, heat transfer, mechanics, sound propagation and hydrodynamics.
 - Examples for Matlab and Simulink
-

Automation

Module objectives

Learning outcomes

- Become familiar with discrete event systems as the basis for modelling automation problems.
- Be able to treat random effects in automation problems.
- Perceive the principles of PLC networks.
- Understand the principles and similarities of sensor systems.

Knowledge Targets

- Use simulation software to analyse the behaviour of a discrete event system.
- Use PLC programming tools based on a graphical description of a discrete event system.
- Configure a network of Programmable Logic Controllers connected via fieldbus and /or Ethernet.
- Develop controller software according to the rules of IEC 61131-3.
- Simulate sensors and systems (e.g. with MATLAB or Simulink)
- Analyze data sheets & select appropriate components for automation & control systems

Capabilities

- Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
 - Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
 - Perform effectively within a group in the conduct of a practical project.
-

Automation

- Literature
- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Press 1999
 - David, Alla: Discrete, Continuous and Hybrid Petri Nets, Springer 2005
 - Tornambe: Discrete-Event System Theory, World Scientific 1995
 - John, Tiegelkamp: IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer 2010
 - Iwanitz, Lange, Burke: OPC : From Data Access to Implementation and Application, Hüthig 2010
 - Hauke, et al.: Functional safety of machine controls -- Application of EN ISO 13849, DGUV 2009
 - Palm: Introduction to MATLAB for Engineers, McGraw-Hill 2010
 - Holzbecher: Environmental Modeling: Using Matlab, Springer 2007
-

Electric Power Systems

ID	EPS
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Michael Finkel
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Electric Power Systems
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	Detailed knowledge in basic structure of electric power supply systems and network components such as substations, cable, overhead lines and circuit breakers
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Electric Power Systems

- Contents
- Basics of electric power systems
 - General structure of electric power systems
 - Current developments in electricity supply
 - Power system economics
 - Renewable generation technologies
 - Challenges with integration of renewable generation
 - Network components
 - Transformers
 - Operational behaviour of Power Lines
 - Reactive Power Compensation in High Voltage Grids
 - High Voltage DC transmission
 - Transmission and distribution system planning
 - Load-flow, methods of network calculation
 - Network protection
 - Network operation
 - Monitoring and control
 - Reliability and stability
 - Smart Grids
 - Energy Storage Systems
-

Electric Power Systems

Module objectives

Learning outcomes

- Understand the basis of operation of modern electrical power systems.
- Be able to calculate effects in electrical power systems.
- Perceive the principles of innovative solutions in electricity supply.
- Know the components required for sustainable electricity supply systems.

Knowledge Targets

- Analyse energy transmission and distribution problems and identify appropriate solution methods.
- Devise solutions for energy supply problems using state-of-the-art technologies.
- Evaluate electricity networks
- Adapt basic planning approaches to electricity systems.

Capabilities

- Demonstrate informed decision making skills whilst considering a range of impacts in supply systems.
 - Identify problems, produce and appraise solutions to network operational problems.
 - Use simulation software to configure power systems.
 - Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
 - Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
 - Perform effectively within a group in a practical project.
-

Electric Power Systems

- Literature
- ABB, Switchgear Manual, 11th edition, ABB, 2006.
 - B.M. Buchholz, Z. Styczynski, Smart Grids -- Fundamentals and Technologies in Electricity Networks, Springer 2014
 - M. Finkel, Intended and Unintended Islanding of Distribution Grids, The Institution of Engineering and Technology (IET), 2024
 - U. Häger, C. Rehtanz, N. Voropai (Editors), Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems, Springer 2014
 - P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X.
 - CIGRE, technical brochure 475: Demand side integration, 2011
 - In addition to many selected published papers in IEEE.
-

Micro Electro-Mechanical Systems

ID	MEMS
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Alexander Frey
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Micro Electro-Mechanical Systems
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Micro Electro-Mechanical Systems

- Contents
- Micro- and Nanomechanics, Solid state physics
 - dislocation motion in bulk metals
 - dislocation motion in small structures like thin films, pillars, ...
 - Measurement techniques
 - Nanoindentation (nano hardness) and its application
 - Bulge testing of thin films
 - Basic principles of the finite element method
 - Modelling techniques
 - Geometry entry
 - Meshing
 - Physical phenomena and appropriate boundary conditions
 - Study types
 - Visualizing simulation results
 - Showcase models e.g.:
 - Microresistor beam
 - Electrostatically actuated cantilever
 - RF MEMS switch
 - Micropump
 - Piezoelectric energy harvester
 - Capacitive pressure sensor
 - Surface micromachined accelerometer
 - Capacitive micromotor
-

Micro Electro-Mechanical Systems

Module objectives

Learning outcomes

- Understanding the physics of the deformation of small structures
- Knowing different measurement techniques to determine the mechanical properties of small volumes
- Having an idea about how to evaluate data and mechanical properties
- Having an idea of the meaning of the PDE's of considered physical phenomena's
- Understanding the basic principles of the finite element method
- Knowing different simulation techniques

Knowledge Targets

- Choosing the correct method to determine the mechanical properties of a certain structure
- Analyse relevant physical effects to take into account for modelling
- Choosing the correct simulation approach for a particular system

Capabilities

- Use FEM simulation software to analyse and design systems with coupled physical phenomena's.
- Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
- Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
- Working effectively in a team
- Improving oral and written communication skills
- Being able to think and work on different levels of abstraction

Literature

- Kaltenbacher, M.: Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators, Springer 2010
 - Zimmerman, W.B.J: Process Modelling and Simulation with Finite Element Methods, World Scientific Publishing 2004
 - Pryor, R. W.: Multiphysics Modeling Using COMSOL 5 and MATLAB, Springer 2015
-

Selected Topics on Digital Communications

ID	DC
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Matthias Kamuf
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Selected Topics on Digital Communications
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	Basic course on Signals and Systems
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, practical exercise
Contents	<p><i>Modulation</i> e.g. transmission in lowpass vs. bandpass regime, single- vs. multi-carrier transmission, MIMO transmission modes</p> <p><i>Signal processing algorithms</i> e.g. automatic gain control; receiver synchronisation; adaptive and non-adaptive digital filters and their application in channel estimation, equalisation, oversampling, resampling etc.</p> <p><i>Implementations</i> FPGA implementations; transceiver architectures; quantisation</p>

Selected Topics on Digital Communications

Module objectives

Learning outcomes

- Understand the functionality and the limitation of modern algorithms and protocols for communication systems
- Have a thorough acquaintance with writing and testing algorithms and protocols and also how to integrate them in an existing signal processing architecture
- Develop simulation models of communication systems and their signal processing algorithms for simulation in frequency domain, time domain, floating point and fixed-point.
- Develop implementations of signal processing algorithms on a programmable hardware platform.
- Be aware of hardware limitations imposed on signal processing algorithms and find implementation choices which take these into account.

Knowledge Targets

- Read and comprehend technical specifications and block diagrams of communication systems.
- Model, design, simulate, optimise, test and implement communication systems and their signal processing algorithms.
- Critically evaluate choices of implementation of communication systems and their algorithms with regard to design effort, hardware effort, power consumption, and overall system cost.

Capabilities

- Use the available range of high-level languages for algorithm modeling, simulation and implementation of communication systems and their building blocks.
 - Improve oral and written communication skills.
 - Work effectively in a team.
 - Be able to think and work on different levels of abstraction.
-

Selected Topics on Digital Communications

- Literature
- Rimoldi: Principles of Digital Communication, Cambridge, 2016
 - Heath: Introduction to Wireless Digital Communication, Prentice Hall, 2017
 - Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2001
 - Tanenbaum et al.: Computer Networks, Prentice Hall, 2020
-

VLSI-Design

ID	VLSI
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Friedrich Beckmann
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	VLSI-Design
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

VLSI-Design

Contents

- Design Styles: Full custom design; standard cell approach; hardware and behaviour description entry approach; functional abstraction; rules and hints on decision-making.
 - Design Flow: Function entry; verification; timing analysis; synthesis layout;
 - Hierarchical Design Styles: Cells; blocks; buses; high-level hardware description language (HDL).
 - Hardware Description Language Entry: Behavioural, structural and functional function entry using VHDL.
 - CAD Tools: Compilation; simulation; synthesis; static timing analysis; routing. placement.;
 - Guide to verifying complex systems. Introduction to Testing: Manual and automatic test pattern generation. Design for Testability: rules; procedures; methods.
 - Management Issues: Splitting designs into blocks; releases and release management; bug tracking; design rules.
-

VLSI-Design

Module objectives

Learning outcomes

- Become familiar with the design styles and the rules for current implementation approaches.
- Write behavioural and structural code in a hardware description language according to a specification in natural language.
- Handle complex hierarchical structures
- Be aware of the limitations of functional verification and specify verification patterns.
- Have a thorough acquaintance with the roles of automatic testing and design for testability.

Knowledge Targets

- Read and comprehend technical specifications.
- Design, code, simulate, synthesise and implement complex digital functions and systems.
- Critically evaluate verification approaches, be aware of the limitations and risks, especially in life supporting systems.
- Use the available range of CAD tools for HDL input, simulation, verification, synthesis, static timing analysis and layout.

Capabilities

- Recognise the inherent ambiguity of natural language in contrast to formal language
 - Handle complex systems beyond the comprehension of one single human being through abstraction, communication and teamwork
 - Appreciate the difference between functional verification, formal verification and falsification as well as the limitations in proving the correctness of theories and finding truth through simulation or testing.
-

VLSI-Design

Literature

- A. Eder: VHDL Short Course & Guide to Synthesizable Code, FHA Intranet 2005
 - Barry Wilkinson: The Essence of Digital Design, Prentice Hall Europe 1998
 - Ashenden: The Designer' s Guide to VHDL, Morgan Kaufman 2001
 - William K. Lam: Hardware Design Verification: Simulation and Formal Method Based Approaches, Prentice Hall 2005
-

Cryptography and IT-Security

ID	CS
Study section	Catalogue I
Responsible lecturer	Prof. Dr. Helia Hollmann, Prof. Dr. K. Werthschulte
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 Semester
Course	Cryptography and IT-Security
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	seminar-like lecture, practical exercises

Cryptography and IT-Security

Contents

1. Cryptography

- Symmetric Cryptographic Algorithms
- Asymmetric Cryptographic Algorithm
- Digital Signature Algorithms
- Key Exchange Protocols
- Authentication Protocols
- Secure Hash Algorithms

2. Security

- Basic Terms
- Protection Goals and attack classification
- Critical infrastructures
- Communication protocols
 - IT-networks
 - Field bus systems
 - Examples of network attacks
- Attacks on device level
 - Introduction controlling units (x86/ARM)
 - Memory protection mechanisms
 - Runtime behaviour and memory management
 - Examples of attacks on device level

3. Basics of the ISO/IEC 62443

Cryptography and IT-Security

Module objectives

Knowledge:

- students know the basic cryptographic algorithms and their purpose
- students are able to name and explain the differences between symmetric and asymmetric cryptographic algorithms
- students are able to describe common attacks on IT systems
- students know the low level mechanisms of x86/ARM architectures for handling security
- students know how executables can be manipulated and how to protect against it

Skills:

- students are able to analyze threats and risks of given IT systems
- students are able to derive requirements for the application of cryptographic algorithms
- students are able to analyse common industrial communication systems
- students are able to analyse code and find deficiencies concerning security

Competences:

- students are able to develop secure communication and key management concepts
 - students are able to justify security measures in devices and networks
 - students are able to criticize and defend IT-security concepts
 - students can analyse basic attacks on systems and name countermeasures
-

Cryptography and IT-Security

- Literature
- M. Howard, S. Lipner: "The Security Development Lifecycle", Microsoft Press, 2006
 - Shostack: "Threat Modeling: Designing for Security", Wiley, 2014
 - Paar, J. Pelzl: "Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners", Springer, 2010
 - Ristic: "Bulletproof SSL and TLS", Feisty Duck, 2015
 - P. Engebretson: "The Basics of Hacking and Penetration Testing", Elsevier, 2011
 - A. J. Menezes, P. C. van Oorschot, S. A. Vanstone: "Handbook of Applied Cryptography", CRC Press, 2001
 - G. Schell, B. Wiedemann (Ed.): „Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik“. Springer, 2019
 - R.C.Detmer: „Introduction to 80×86 Assembly Language and Computer Architecture“, Jones & Bartlett Learning, 2014.
 - D.L.Russel, P.C.Arlow: ``Industrial security : managing security in the 21st century'', Wiley, 2015
-

Advanced Control Theory with Project

ID	ACT.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Florian Kerber
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Advanced Control Theory with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise, lab tutorial
Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Modelling and simulation of dynamical systems: differential equations, state space models, transfer functions. - Properties of dynamical systems: stability, controllability, observability, dissipativity. - State space control for linear systems: feedback control methods, in particular pole placement and optimal LQR control - Digital control systems: transform, analysis and system properties, controller design - Design of control systems with MATLAB and Simulink: real time systems, rapid control prototyping (lab tutorial) - mini projects

Advanced Control Theory with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Perceive the behaviour and determine properties of complex dynamical control systems.
- Have a thorough acquaintance with modern feedback control strategies and techniques.
- Employ effectively modern control design methodologies and tools for the design and implementation of feedback controllers.

Knowledge Targets

- Design control systems to meet a particular specification.
- Analyse complex dynamical systems; detect problems and find solutions.
- Design and test feedback control systems.

Capabilities

- Handle complex systems beyond the comprehension of one single human being through communication, control and teamwork.
 - Perform effectively within a group in the conduct of a practical control design project.
 - Know the benefits and limitations of modern control techniques for solving practical engineering tasks
-

Advanced Control Theory with Project

- Literature
- Åström, K. J.; Murray, R.: Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers Princeton University Press 2021
 - van der Schaft, A; Jeltsema, D.: Port-Hamiltonian Systems Theory: An Introductory Overview 2014
 - Dorf, R. C.; Bishop, R. H.: Modern Control Systems, Addison-Wesley 2010
 - Franklin, G. F. ; Powell, J. D.; Emami-Naeini A.: Feedback Control of Dynamic Systems. Addison-Wesley, 2010
 - Friedland, B.: Control System Design - An Introduction to State-Space Methods, McGraw-Hill 2005
 - Messner, W C & D. M. Tilbury: Control Tutorials for MATLAB and Simulink: A Web-Based Approach, Addison-Wesley 1998
 - Tewari, A: Modern Control Design: with MATLAB and Simulink, John Wiley & Sons 2002
-

Automation with Project

ID	AUT.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Benjamin Danzer
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Automation with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Automation with Project

- Contents
- Petri Net basics, timed models, application in programming tools for programmable controllers.
 - Introduction to stochastic systems, discrete- and continuous-time Markov chains.
 - Review of the programming concept for PLCs according to the norm IEC 61131-3.
 - Connectivity between SoftPLCs, Input/Output devices and commercial applications, e.g. visualisation based on OPC or industrial ethernet.
 - Design and verification of safety related programmable control systems according to European standards.
 - Introduction to modelling
 - System theory recap
 - Modelling of linear and non-linear systems: combining electrical circuits, heat transfer, mechanics, sound propagation and hydrodynamics.
 - Examples for Matlab and Simulink
 - mini projects
-

Automation with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Become familiar with discrete event systems as the basis for modelling automation problems.
- Be able to treat random effects in automation problems.
- Perceive the principles of PLC networks.
- Understand the principles and similarities of sensor systems.

Knowledge Targets

- Use simulation software to analyse the behaviour of a discrete event system.
- Use PLC programming tools based on a graphical description of a discrete event system.
- Configure a network of Programmable Logic Controllers connected via fieldbus and /or Ethernet.
- Develop controller software according to the rules of IEC 61131-3.
- Simulate sensors and systems (e.g. with MATLAB or Simulink)
- Analyze data sheets & select appropriate components for automation & control systems

Capabilities

- Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
 - Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
 - Perform effectively within a group in the conduct of a practical project.
-

Automation with Project

- Literature
- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Press 1999
 - David, Alla: Discrete, Continuous and Hybrid Petri Nets, Springer 2005
 - Tornambe: Discrete-Event System Theory, World Scientific 1995
 - John, Tiegelkamp: IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer 2010
 - Iwanitz, Lange, Burke: OPC : From Data Access to Implementation and Application, Hüthig 2010
 - Hauke, et al.: Functional safety of machine controls -- Application of EN ISO 13849, DGUV 2009
 - Palm: Introduction to MATLAB for Engineers, McGraw-Hill 2010
 - Holzbecher: Environmental Modeling: Using Matlab, Springer 2007
-

Electric Power Systems with Project

ID	EPS.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Michael Finkel
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Electric Power Systems with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	Detailed knowledge in basic structure of electric power supply systems and network components such as substations, cable, overhead lines and circuit breakers
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Electric Power Systems with Project

- Contents
- Network components
 - Transformers
 - Operational behaviour of Power Lines
 - Reactive Power Compensation in High Voltage Grids
 - High Voltage DC transmission
 - Transmission and distribution system planning
 - Load-flow, methods of network calculation
 - Network protection
 - Network operation
 - Monitoring and control
 - Introduction to power system stability
 - Energy Storage Systems
 - Introduction to power system economics
 - Current regulatory framework
 - Energy markets
 - Electricity tariffs
 - Smart Grids
 - Impact of renewable generation on networks
 - Smart generation
 - Smart consumption
 - Smart distribution grids
 - Examples
 - mini projects
-

Electric Power Systems with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Understand the basis of operation of modern electrical power systems.
- Be able to calculate effects in electrical power systems.
- Perceive the principles of innovative solutions in electricity supply.
- Know the components required for sustainable electricity supply systems.

Knowledge Targets

- Analyse energy transmission and distribution problems and identify appropriate solution methods.
- Devise solutions for energy supply problems using state-of-the-art technologies.
- Evaluate electricity networks
- Adapt basic planning approaches to electricity systems.

Capabilities

- Demonstrate informed decision making skills whilst considering a range of impacts in supply systems.
 - Identify problems, produce and appraise solutions to network operational problems.
 - Use simulation software to configure power systems.
 - Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
 - Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
 - Perform effectively within a group in a practical project.
-

Electric Power Systems with Project

- Literature
- ABB, Switchgear Manual, 11th edition, ABB, 2006.
 - P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X.
 - K. Bhattacharya, M. H. J. Bollen and J. E. Daalder, Operation of restructured power systems, Kluwer Academic Publishers, USA, 2001.
 - Hensing, I.; Pfaffenberger, W.; Ströbele, W.: ``Energiewirtschaft``, Vahlen Verlag (ISBN 3-486-24315-2)
 - Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski, Smart Grids -- Fundamentals and Technologies in Electricity Networks, Springer 2014
 - C. Rehtanz, Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems, Springer 2014
 - CIGRE, technical brochure 475: Demand side integration, 2011
 - In addition to many selected published papers in IEEE.
-

Micro Electro-Mechanical Systems with Project

ID	MEMS.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Alexander Frey
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Micro Electro-Mechanical Systems with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

Micro Electro-Mechanical Systems with Project

- Contents
- Micro- and Nanomechanics, Solid state physics
 - dislocation motion in bulk metals
 - dislocation motion in small structures like thin films, pillars, ...
 - Measurement techniques
 - Nanoindentation (nano hardness) and its application
 - Bulge testing of thin films
 - Basic principles of the finite element method
 - Modelling techniques
 - Geometry entry
 - Meshing
 - Physical phenomena and appropriate boundary conditions
 - Study types
 - Visualizing simulation results
 - Showcase models e.g.:
 - Microresistor beam
 - Electrostatically actuated cantilever
 - RF MEMS switch
 - Micropump
 - Piezoelectric energy harvester
 - Capacitive pressure sensor
 - Surface micromachined accelerometer
 - Capacitive micromotor
 - mini projects
-

Micro Electro-Mechanical Systems with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Understanding the physics of the deformation of small structures
- Knowing different measurement techniques to determine the mechanical properties of small volumes
- Having an idea about how to evaluate data and mechanical properties
- Having an idea of the meaning of the PDE's of considered physical phenomena's
- Understanding the basic principles of the finite element method
- Knowing different simulation techniques

Knowledge Targets

- Choosing the correct method to determine the mechanical properties of a certain structure
- Analyse relevant physical effects to take into account for modelling
- Choosing the correct simulation approach for a particular system

Capabilities

- Use FEM simulation software to analyse and design systems with coupled physical phenomena's.
- Appreciate the value of formal description methods as the basis for problem solving.
- Know the benefits and limitations of simulation as an engineering tool.
- Working effectively in a team
- Improving oral and written communication skills
- Being able to think and work on different levels of abstraction

Literature

- Kaltenbacher, M.: Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators, Springer 2010
 - Zimmerman, W.B.J: Process Modelling and Simulation with Finite Element Methods, World Scientific Publishing 2004
 - Pryor, R. W.: Multiphysics Modeling Using COMSOL 5 and MATLAB, Springer 2015
-

Selected Topics on Digital Communications with Project

ID	DC.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Matthias Kamuf
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	Selected Topics on Digital Communications with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	Basic course on Signals and Systems
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, practical exercise
Contents	<p><i>Modulation</i> e.g. transmission in lowpass vs. bandpass regime, single- vs. multi-carrier transmission, MIMO transmission modes</p> <p><i>Signal processing algorithms</i> e.g. automatic gain control; receiver synchronisation; adaptive and non-adaptive digital filters and their application in channel estimation, equalisation, oversampling, resampling etc.</p> <p><i>Implementations</i> FPGA implementations; transceiver architectures; quantisation</p> <p><i>mini projects</i></p>

Selected Topics on Digital Communications with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Understand the functionality and the limitation of modern algorithms and protocols for communication systems
- Have a thorough acquaintance with writing and testing algorithms and protocols and also how to integrate them in an existing signal processing architecture
- Develop simulation models of communication systems and their signal processing algorithms for simulation in frequency domain, time domain, floating point and fixed-point.
- Develop implementations of signal processing algorithms on a programmable hardware platform.
- Be aware of hardware limitations imposed on signal processing algorithms and find implementation choices which take these into account.

Knowledge Targets

- Read and comprehend technical specifications and block diagrams of communication systems.
- Model, design, simulate, optimise, test and implement communication systems and their signal processing algorithms.
- Critically evaluate choices of implementation of communication systems and their algorithms with regard to design effort, hardware effort, power consumption, and overall system cost.

Capabilities

- Use the available range of high-level languages for algorithm modeling, simulation and implementation of communication systems and their building blocks.
 - Improve oral and written communication skills.
 - Work effectively in a team.
 - Be able to think and work on different levels of abstraction.
-

Selected Topics on Digital Communications with Project

- Literature
- Rimoldi: Principles of Digital Communication, Cambridge, 2016
 - Heath: Introduction to Wireless Digital Communication, Prentice Hall, 2017
 - Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2001
 - Tanenbaum et al.: Computer Networks, Prentice Hall, 2020
-

VLSI-Design with Project

ID	VLSI.P
Study section	Catalogue II
Responsible lecturer	Prof. Dr. Friedrich Beckmann
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Summer term, annually
Duration	1 term
Course	VLSI-Design with Project
CP / SWS	7,5 CP, 6 SWS
Workload	Total 7,5 CP x 25 h = 187,5 h thereof attendance 70 h, self-study 117,5 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	Seminar-like lecture, exercise

VLSI-Design with Project

- Contents
- Design Styles: Full custom design; standard cell approach; hardware and behaviour description entry approach; functional abstraction; rules and hints on decision-making.
 - Design Flow: Function entry; verification; timing analysis; synthesis layout;
 - Hierarchical Design Styles: Cells; blocks; buses; high-level hardware description language (HDL).
 - Hardware Description Language Entry: Behavioural, structural and functional function entry using VHDL.
 - CAD Tools: Compilation; simulation; synthesis; static timing analysis; routing. placement.;
 - Guide to verifying complex systems. Introduction to Testing: Manual and automatic test pattern generation. Design for Testability: rules; procedures; methods.
 - Management Issues: Splitting designs into blocks; releases and release management; bug tracking; design rules.
 - mini projects
-

VLSI-Design with Project

Module objectives

Learning outcomes

- Become familiar with the design styles and the rules for current implementation approaches.
- Write behavioural and structural code in a hardware description language according to a specification in natural language.
- Handle complex hierarchical structures
- Be aware of the limitations of functional verification and specify verification patterns.
- Have a thorough acquaintance with the roles of automatic testing and design for testability.

Knowledge Targets

- Read and comprehend technical specifications.
- Design, code, simulate, synthesise and implement complex digital functions and systems.
- Critically evaluate verification approaches, be aware of the limitations and risks, especially in life supporting systems.
- Use the available range of CAD tools for HDL input, simulation, verification, synthesis, static timing analysis and layout.

Capabilities

- Recognise the inherent ambiguity of natural language in contrast to formal language
 - Handle complex systems beyond the comprehension of one single human being through abstraction, communication and teamwork
 - Appreciate the difference between functional verification, formal verification and falsification as well as the limitations in proving the correctness of theories and finding truth through simulation or testing.
-

VLSI-Design with Project

- Literature
- A. Eder: VHDL Short Course & Guide to Synthesizable Code, FHA Intranet 2005
 - Barry Wilkinson: The Essence of Digital Design, Prentice Hall Europe 1998
 - Ashenden: The Designer' s Guide to VHDL, Morgan Kaufman 2001
 - William K. Lam: Hardware Design Verification: Simulation and Formal Method Based Approaches, Prentice Hall 2005
-

Advanced Robotics

ID	AR
Study section	Technical required elective modules
Responsible lecturer	Prof Dr Simon Dietrich, Prof Dr Florian Kerber
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Winter term, annually
Duration	1 Semester
Course	Advanced Robotics
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	seminar-like lecture, practical exercises
Contents	<p>Kinematic and dynamic modelling of robotic manipulators - Forward and inverse kinematics - Velocity and acceleration kinematics - Dynamics</p> <p>Trajectory planning and control - Task space control - Configuration space control - Advanced control schemes - Optimal trajectories under constraints</p> <p>Localization and Mapping for mobile robots - Dead Reckoning using Odometry - Modeling the Robot - Estimating Pose - Localizing with a Landmark Map - Creating a Landmark Map -- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)</p> <p>Navigation of mobile robots - Reactive Navigation - Introduction to Map-Based Navigation - Planning with a Graph-Based Map - Planning with Roadmaps</p> <p>Images and Image Processing - Corner Detectors - Image Feature Extraction - Object Detection Using Deep Learning - Object Instance Representation - Camera Calibration and Pose estimation</p>

Advanced Robotics

Module objectives

Knowledge:

- Fundamentals of mobile robotics and computer vision systems used in robotic applications.
- Modelling and control of robotic manipulators.

Skills:

- Combination of different technologies in the broad field of robotics.
- Designing, modeling, and integrating hardware for robotic systems.
- Applying and implementing algorithms for planning, sensing and control for robotic systems.
- Weighting Pros and Cons for alternative technology options.

Competences:

- Working in multidisciplinary teams, bridging robotic, mechatronic and IT professionals.
- Understanding and applying industry standards, documentation, and legislation in robotic engineering.
- Innovating and conducting research in robotic technology, with the ability for independent learning and adaptation.

Literature

- Corke Peter, Robotics, Vision and Control, 3rd edition, 2023
 - Mareczek Jörg, Grundlagen der Roboter-Manipulatoren - Modellbildung von Kinematik und Dynamik, 2020
 - Mareczek Jörg, Grundlagen der Roboter-Manipulatoren - Pfad- und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung, 2020
 - Spong Mark W., Hutchinson Scott, and Vidyasagar M, Robot Modeling and Control, 2nd edition, 2006
 - Sicilano Bruno, Khatib Oussama, Handbook of Robotics, Springer, 2016
-

Biomedical Electronics

ID	BE
Study section	Technical required elective modules
Responsible lecturer	Prof Dr Alexander Frey
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Winter term, annually
Duration	1 Semester
Course	Biomedical Electronics
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	none
Teaching language	English
Teaching/Learning method	seminar-like lecture, practical exercises

Biomedical Electronics

Contents	0) MODELLING TOOLS
	- SPICE
	- FEM
	1) BASIC CONCEPTS OF MEDICAL INSTRUMENTATION
	- Terminology of Medicine and Medical Devices
	- Generalized Medical Instrumentation System
	- Medical Measurement Constraints
	- Classifications of Biomedical Instruments
	- Interfering and Modifying Inputs
	- Compensation Techniques
	- Biostatistics
	- Generalized Static and Dynamic Characteristics
	- Amplifiers and Signal Processing
	2) BASIC SENSORS AND PRINCIPLES
	- Displacement Measurements
	- Resistive Sensors
	- Bridge Circuits
	- Inductive Sensors
	- Phase-Sensitive Demodulators
	- Capacitive Sensors
	- Piezoelectric Sensors
	- Accelerometer
	- Temperature Measurements
	- Thermocouples
	3) THE ORIGIN OF BIOPOTENTIALS
	- Electrical Activity of Excitable Cells
	- Volume Conductor Fields
	- Applications: ENG, EMG, ECG, ERG, EEG
	4) BIOPOTENTIAL ELECTRODES
	- The Electrode-Electrolyte Interface
	- Polarizable and Nonpolarizable Electrodes
	- Electrode Behavior and Circuit Models
	- The Electrode - Skin Interface
	- Body-Surface Recording Electrodes
	- Internal Electrodes
	- Electrode Arrays
	- Microelectrodes

Biomedical Electronics

Contents	5) BIOPOTENTIAL AMPLIFIERS
	- Basic Requirements
	- The Electrocardiograph
	- Amplifiers for other Biopotential Signals
	- Preamplifier
	- Other Biopotential Signal Processors
	6) CHEMICAL BIOSENSORS
	- Blood-Gas and Acid--Base Physiology
	- Electrochemical Sensors
	- Ion-Sensitive Field-Effect Transistor (ISFET)
	- Immunologically Sensitive Field-Effect Transistor (IMFET)
	- Noninvasive Blood-Gas Monitoring
	- Blood-Glucose Sensors
	- Electronic Noses
	- Lab-on-a-chip

Biomedical Electronics

Module objectives

Knowledge:

- Understand the broad role that an electric engineer can play in biomedical engineering.
- Fundamentals of biomedical engineering and electronics.
- Medical device concepts, instrumentation, biosensors, and signal processing.

Skills:

- Analyzing and solving biomedical problems using mathematics and engineering in medical contexts.
- Designing, modeling, and integrating hardware for medical devices and systems.
- Communicating technical information effectively to both specialists and non-specialists.

Competences:

- Working in multidisciplinary teams, bridging medical and technical professionals.
- Understanding and applying industry standards, documentation, and legislation in biomedical engineering.
- Innovating and conducting research in biomedical technology, with the ability for independent learning and adaptation.

Literature

- John G. Webster, Medical Instrumentation: Application and Design, 4th edition.
 - Joseph J. Carr and Johyn M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, 4th edition, 2001.
 - Joseph. D. Bronzino, Biomedical engineering and instrumentation: basic concepts and applications.
 - Richard Aston, Principles of biomedical instrumentation and measurement.
 - Walter Welkowitz, Biomedical instruments: theory and design.
-

Emerging Technologies

Kürzel	EMT
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modul- verantwortliche:r	Prof. Dr. Matthias Kamuf
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehr- veranstaltung	Emerging Technologies
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	deutsch, englisch
Lehr-/Lern- methoden	Seminaristischer Unterricht, Übung
Inhalte	Dieses Seminar beleuchtet in jedem Semester ein bis maximal zwei aktuelle, tendenziell forschungsnahe Themengebiete, z.B. neueste Entwicklungen in der KI, Smart Mobility oder Nachhaltigkeit, die im Rahmen einer Vorlesungsreihe vorgetragen werden. Dabei geben (Gast-)Dozierende aus den jeweiligen Forschungsbereichen einen grundlegenden Einstieg in die Thematik.

Emerging Technologies

Qualifikationsziele Durch einen auszuarbeitenden Beitrag, der auf den Inhalten der einzelnen Vorlesungen aufsetzt und die dort angerissenen Themen vertiefen soll, lernen die Studierenden, sich kritisch mit den bereits vermittelten Inhalten auseinanderzusetzen, indem sie selbständig weitergehende Detailinformationen recherchieren und diese wissenschaftlich aufbereiten. In einem Kolloquium sollen die Inhalte der Ausarbeitung dann weitervermittelt und debattiert werden. Dazu ist es unerlässlich, dass die Studierenden die Beiträge ihrer Kommiliton:innen vorab sorgfältig durcharbeiten.

Literatur Abhängig vom jeweiligen Themenschwerpunkt

Energiewirtschaft und Systembetrieb

Englische Modulbezeichnung	Energy Management and System Operation
Kürzel	EWSYS
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Michael Finkel
Pflicht/Wahl	Wahlpflichtfach
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Energiewirtschaft und Systembetrieb
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	Deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, vorlesungsbegleitende Praktikumsversuche

Energiewirtschaft und Systembetrieb

Inhalte	<p>Elektrische Energiesysteme gehören zu den wichtigsten Assets und verantwortlich für die sichere und unterbrechungsfreie Stromversorgung eines Landes. Dieses Modul bietet einen Überblick über die energietechnischen Werkzeuge, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass das Stromangebot zu jedem Zeitpunkt genau der Stromnachfrage entspricht und die Systemstabilität gewährleistet ist, so dass jede unvorhergesehene Änderung oder Störung im System nicht zu einer teilweisen oder vollständigen Versorgungsunterbrechung führt.</p> <p>Energiewirtschaft - Einführung - Anreizregulierung und Netzentgelte - Vom Engpassmanagement zum Redispatch - Bilanzkreismanagement - Flexibilitäten im Verteilnetz - Netzanschlussregeln</p> <p>Stabilität und Regelung elektrischer Energiesysteme - Definition der Systemstabilität - Rotorwinkel-, Frequenz- und Spannungsstabilität - Auswirkungen umrichterbasierter Erzeugung auf die Systemstabilität - Frequenz-/Wirkleistungsregelung - Spannungs-/Blindleistungsregelung - Vertiefung ausgewählter Themen in vorlesungsbegleitenden Praktikumsversuchen</p>
---------	---

Energiewirtschaft und Systembetrieb

Qualifikations- ziele

Kenntnisse

- Die Studierenden können die Geschäftsprozesse entlang der gesamten energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette (Erzeugung, Verteilung-/ und Transport, Handel, Vertrieb) beschreiben und kennen die wichtigsten energiewirtschaftlichen Vorgänge (Liberalisierung der Märkte, Regulierung, Unbundling, etc.) im Unternehmen und deren Umsetzung.
- Die Studierenden kennen die Einflussgrößen auf die Systemstabilität von Stromversorgungssystemen und kennen die in den verschiedenen Bereichen eingesetzten Regelungskonzepte.

Fähigkeiten

- Die Studierenden können Zusammenhänge auf den Energiemärkten erkennen und kritisch hinterfragen.
- Die Studierenden sind in der Lage die interdisziplinären Eigenschaften von Energiemärkten zu verstehen, hierzu zählen rechtlich/regulatorische, ökonomische, ökologische und technische Determinanten.
- Die Studierenden wissen wie ein stabiler Betrieb des elektrischen Energieversorgungssystems gewährleistet werden kann.

Kompetenzen

- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, den Energiemarkt mit seinen Marktrollen und Perspektiven (rechtlich, technisch, ökonomisch) differenziert zu betrachten und zu verstehen. Durch die gewählten Lehr- und Lernformen werden die Studierenden zur kritischen Diskussion angeregt.
- Die Studierenden können Aspekte der Systemstabilität des Stromnetzes und der in Stromnetzen verwendeten Regelungstechniken im Kontext der Energiewende bewerten.

Energiewirtschaft und Systembetrieb

- Literatur
- M. Finkel, Intended and Unintended Islanding of Distribution Grids, The Institution of Engineering and Technology (IET), 2024
 - Hensing, I.; Pfaffenberger, W.; Ströbele, W.: ``Energiewirtschaft``, Vahlen Verlag (ISBN 3-486-24315-2)
 - P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X .
 - C. Rehtanz, Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems, Springer 2014
 - ausgewählte Fachpublikationen
-

Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen

Englische Modulbezeichnung	Design and Technologie of Electrical Machines
Kürzel	EEM
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Wolfgang Meyer
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">- Kenntnis über die Funktionsweise und das stationäres Betriebsverhalten folgender elektrischer Maschinen: Synchronmaschine, Asynchronmaschine und Gleichstrommaschine (VO Antriebstechnik oder elektrische Maschinen)- Grundlagen der komplexen Wechselstromlehre (VO ET2)
Lehrsprache	deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Übung

Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen

- Inhalte
- Grundlagen des Entwurfs elektrischer Maschinen
 - Bestimmung und Bedeutung der Hauptabmessungen
 - Wicklungsgesetze, Auslegung und Berechnung von verteilten und konzentrierten Wicklungen
 - elektromagnetische, thermische und mechanische Entwurfsrichtwerte
 - Analytische und numerische Berechnungsgrundlagen von Gleichstrom, Synchron- und Asynchronmaschinen
 - magnetische Netzwerke
 - Eigenschaften der im Elektromaschinenbau verwendeten Halbzeuge (Dynamobleche, Composite-Materialien, Isolierungen, Permanentmagnete)
 - Verlustmechanismen in elektrischen Maschinen (Methoden zur Nachrechnung, Eisenverluste, Kupferverluste, Zusatzverluste)
 - Kühlmethode elektromechanischer Wandler
 - Produktionsschritte und verschiedene Fertigungstechnologien für elektrische Maschinen mit Einfluss auf den Wirkungsgrad.
 - Einzelkomponenten elektromechanischer Wandler (flussführendes Material, Wicklungen, Gehäuse, Welle, Lager, Bürstenapparat, Anschlusskasten, Ventilator)
 - DIN Normen zu der im Elektromaschinenbau verwendeten Halbzeuge und für elektromechanische Wandler.
 - Auftretenden Fehlerbilder, die Wartung und Instandsetzung elektrischer Aktoren
-

Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen

Qualifikations- ziele

Kenntnisse:

- Sie kennen den mechanischen Aufbau und die Einzelteile einer elektrischen Maschine.
- Sie kennen elektromagnetische, thermische und mechanische Entwurfsrichtwerte
- Sie kennen den grundsätzlichen Entwurfsvorgang für elektromechanische Wandler
- Studierende kennen die Produktionsschritte eines elektromechanischen Wandlers und erwerben fachsprachliche Kenntnisse.
- Sie kennen die typischen Fehlerbilder und wissen welche Wartungs- und Instandsetzungsmöglichkeiten für elektromechanische Wandler zu Verfügung stehen.
- Die Studierenden kennen die verschiedenen Verlustmechanismen (Eisenverluste, Kupferverluste, Zusatzverluste) in elektrischen Maschinen und wissen, welche Kühlmethoden technisch Anwendung finden.

Fertigkeiten:

- Die Studierenden sind in der Lage selbständig den Entwurf einer elektrischen Maschine durchzuführen.
- Die Studierenden sind in der Lage die Hauptabmessungen einer elektrischen Maschine abzuschätzen und ein entsprechendes Wicklungsschema zu entwerfen.
- Die Studierenden sind in der Lage den magnetischen Kreis elektromechanischer Wandler zu dimensionieren.
- Die Studierenden sind in der Lage die entsprechenden Normen zu verwenden und damit die Einzelkomponenten einer Maschine zu klassifizieren.

Kompetenzen:

- Die Studierenden sind in der Lage, eine Maschine hinsichtlich ihrer Designkriterien sowie unterschiedliche Nachrechnungsmethoden für elektromechanische Wandler zu bewerten.
- Sie verstehen die Materialeigenschaften der im Elektromaschinenbau verwendeten Halbzeuge und sind in der Lage deren Einsatz im Hinblick auf den Wirkungsgrad zu bewerten.
- Die Studierenden können die verwendeten Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Einzelverluste im Zusammenhang mit der Konstruktionsweise der Maschine bewerten.

Entwurf und Technologie elektrischer Maschinen

Literatur	Folgende Literatur wird empfohlen: - W. Meyer, "Automatisierter Entwurf elektromechanischer Wandler", Hironymus München, 2009 - G. Jonas, "Grundlagen zur Auslegung und Berechnung elektrischer Maschinen", VDE Verlag, Berlin Offenbach, 2001 - R. Richter, "Lehrbuch elektrischer Wicklungen", G. Braunsche Hofdruckerrei und Verlag GmbH, Karlsruhe, 1952 - G. Müller, B. Ponick: Grundlagen elektrischer Maschinen: Elektrische Maschinen 1, 2005. - G. Müller, B. Ponick: Theorie elektrischer Maschinen, 2009. - G. Müller, K. Vogt, B. Ponick: Berechnung elektrischer Maschinen: Elektrische Maschinen 2, 2007. - R. Tzscheutschler: Technologie des Elektromaschinenbaus, 1990
-----------	---

IIoT and Robotics

Englische Modulbezeichnung	IIoT and Robotics
Kürzel	IIoTROB
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr.-Ing. Christoph Zeuke
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	IIoT and Robotics
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	Robot Systems Engineering, Embedded Systems I, Embedded Systems II
Lehrsprache	deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Praktikum

IloT and Robotics

Inhalte

Einführung in IloT und Robotik:

- Definitionen, Entwicklungsgeschichte und aktuelle Trends im Bereich Industrial Internet of Things (IloT) und Robotik.
- Abgrenzung der Anwendungsfelder und Synergien zwischen IloT und Robotik.

Sensortechnologien für IloT und Robotik:

- Fortgeschrittene Sensortechnologien: Einsatz und Integration in industriellen und robotischen Anwendungen.
- Sensorfusion und moderne Sensormodelle für präzise Datenerfassung.

Kommunikationstechnologien und -protokolle:

- Drahtlose und Drahtgebundene Kommunikationstechnologien für IloT und Robotik-Anwendungen.
- Einsatz effizienter Kommunikationsprotokolle für verteilte Systeme.

Cloud-Infrastrukturen in IloT und Robotik:

- Grundlagen der Cloud-Infrastrukturen und deren Bedeutung im IloT und der Robotik.
- On-Premises Lösungen und Strategien für die Integration von Cloud-Diensten.

Datenmanagement und Algorithmen:

- Datenqualität, -speicherung und -auswertung in IloT und Robotik-Anwendungen.
- Visualisierungstechniken und Einsatz von Machine Learning zur intelligenten Datenauswertung.
- Statische und Dynamische Modellierung von Regelungssystemen

Prozessregelung und Automatisierung:

- Konzepte und Anwendungen der Prozessregelung im Kontext von IloT und Robotik.
- Steuerung und Automatisierung von Prozessen durch den Einsatz von Robotik und IloT.
- Echtzeitfähige Regelungssysteme

IIoT and Robotics

Inhalte

Laborprojekte und Praxisanwendungen:

- Praktische Umsetzung von IIoT- und Robotik-Projekten im Labor.
- Anwendung von Simulationstools und Hardwareplattformen.

Zukunftsperspektiven und Herausforderungen:

- Aussicht auf zukünftige Entwicklungen im Bereich IIoT und Robotik.
- Diskussion über ethische und gesellschaftliche Aspekte, Sicherheitsfragen und Herausforderungen in der Forschung und Industrie.

Sie erfahren, wie sich das IIoT und die Robotik auf die aktuelle und zukünftige Produktion auswirkt, welche Chancen und Risiken bestehen und vor allem, wie Sie es mitgestalten und eigene Projekte umsetzen können. Sie entwickeln einen vollständig automatisierten Fertigungsprozess, von der Erfassung der notwendigen Sensordaten bis hin zur Ansteuerung einer Roboterzelle und optimieren den Fertigungsprozess mit aktuellen Methoden und Werkzeugen.

IIoT and Robotics

Qualifikations- ziele

Kenntnisse:

- Studenten können Fachbegriffe und Aufbau des IIoT wiedergeben.
- Anwendungen sowie technologische Grenzen und Risiken können benannt werden.
- Sie kennen das Vorgehen zur Entwicklung und Einführung eines IIoT-Devices und die Rollen der beteiligten Personen.
- Geeignete Verfahren zur Verknüpfung von Sensoren und Aktoren sind bekannt.
- Sie kennen die regelungstechnischen Funktionalitäten von Robotik.

Fertigkeiten:

- Studenten können den Stand der Technik recherchieren und sich in neue Standards aus dem Bereich IIoT und Robotik einarbeiten.
- Sie sind in der Lage eigene industrietaugliche Anwendungen in geeigneter Form zu beschreiben und deren Realisierung voranzutreiben.
- Sie können Daten mittels eines IIoT-Devices erfassen, aufarbeiten, übertragen, geeignet auswerten und visualisieren.
- Sie können die erfassten Daten gezielt zur Steuerung und Prozessregelung einsetzen.

Kompetenzen:

- Studenten können IoT und Robotik Lösungen charakterisieren und bewerten.
 - Neue Anwendungsfelder können evaluiert und vorgeschlagen werden.
 - Sie sind in der Lage, notwendige Organisationsstrukturen zu entwerfen und vorhandenen Prozesse in geeigneter Weise zu transferieren.
 - Studenten können komplexe Aufgaben analysieren und bewerten, sowie ihr Laborprojekt in Form einer wissenschaftlichen Veröffentlichung zusammenfassen und verteidigen.
-

IloT and Robotics

- Literatur
- Vorlesungsskript, Versuchsanleitungen, Dokumentationen zu verwendeten Controllern, Sensoren, Frameworks ...
 - Weyrich, M.; Industrielle Automatisierungs- und Informationstechnik, IT-Architekturen, Kommunikation und Software zur Systemgestaltung; Springer-Verlag 2023
 - Mareczek, J.; Grundlagen der Roboter-Manipulatoren - Band 2, Pfad- und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung ; Springer-Verlag 2020
 - Mareczek, J.; Grundlagen der Roboter-Manipulatoren - Band 1, Modellbildung von Kinematik und Dynamik ; Springer-Verlag 2020
 - Ergänzende aktuelle Fachliteratur
-

Leistungselektronik und Stromversorgungstechnik

Englische Modulbezeichnung	Power Electronics and Power Supply Design
Kürzel	LE
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Matthias Ritter
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Leistungselektronik und Stromversorgungstechnik
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematisches und elektrotechnisches Grundwissen
Lehrsprache	deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Übung
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundsaltungen der DC/DC-Stromversorgungstechnik - Resonante und weichschaltende DC/DC-Wandler - Aufbau und Ansteuerung ein- und mehrphasiger Wechselrichter - Grundlagen moderner Leistungshalbleiter - Schaltverhalten von Leistungshalbleitern - EMV-gerechtes Platinenlayout in DC/DC-Wandler - Dimensionierung passiver Bauelemente in der Leistungselektronik - Verfahren zur Ansteuerung von Leistungshalbleitern - Interne Messtechnik in der Leistungselektronik - Simulation leistungselektronischer Schaltungen

Leistungselektronik und Stromversorgungstechnik

Qualifikations-
ziele

Kenntnisse:

- Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise verschiedener DC/DC-Wandler-Topologien
- Sie kennen den grundsätzlichen Entwurfsvorgang für DC/DC-Wandler-Topologien
- Sie kennen verschiedene Topologien und Ansteuerverfahren von Wechselrichtern
- Sie kennen die verschiedenen Verlustmechanismen in aktiven und passiven Bauelementen und wissen, welche Kühlmethoden technisch Anwendung finden.
- Sie kennen die typischen Fehlerbilder in der Leistungselektronik und können mögliche Ursachen bestimmen

Fertigkeiten:

- Sie sind in der Lage, selbständig die aktiven und passiven Komponenten leistungselektronischer Schaltungen zu dimensionieren.
- Sie sind in der Lage, ein thermisches Ersatzschaltbild für leistungselektronische Bauelemente aufzustellen.
- Sie sind in der Lage, eine geeignete Treiberschaltung für Leistungshalbleiter auszuwählen

Kompetenzen:

- Sie sind in der Lage, verschiedene DC/DC-Topologien hinsichtlich ihrer Designkriterien zu bewerten
 - Sie können den Einfluss von Platzierung und Layout auf die elektromagnetische Verträglichkeit leistungselektronischer Schaltungen bewerten
 - Sie können bei der BauteilAuswahl für leistungselektronische Schaltungen Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit anwenden
-

Leistungselektronik und Stromversorgungstechnik

- Literatur
- R. W. Erickson and D. Maksimović, Fundamentals of Power Electronics. Springer Nature, 2020.
 - U. Schlienz, Schaltnetzteile und ihre Peripherie. 2020. doi: 10.1007/978-3-658-29490-8.
 - A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. ISLE Verlag, 2015, ISBN 978-3-938843-85-7
-

Safety

Kürzel	IS2S3
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Wolfgang Zeller
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Safety
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	Introduction to Safety, Security and Human Machine Interaction
Lehrsprache	Deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht

Safety

Inhalte

Einführung

- Anwendungsbeispiele, heutige Bedeutung, Zielsetzung

Mathematische Grundlagen

- Zufallsereignisse und Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Ausfallverhalten technischer Systeme und Verteilungsfunktionen
- Markov Modellierung

Methoden der Risikoanalyse und -bewertung

- FMEA und FMEDA
- Fehlerbäume

Sicherheitsrelevante Systemarchitekturen und deren Berechnung

- ein- und mehrkanalige Systeme
- Berechnung charakteristische Größen zur Beschreibung von Ausfallwahrscheinlichkeit und Diagnosedeckungsgrad

Methoden zur Vermeidung von Fehlern gemeinsamer Ursache

- technische und organisatorische Maßnahmen
- Eingang in die Berechnung des Ausfallverhaltens

Entwicklung sicherheitsrelevanter Steuerungssoftware

- Grundlegende Verfahren zur Vermeidung von systematischen Fehlern
- Eingang in die methodische Entwicklung und den Nachweis sicherheitsrelevanter Steuerungssysteme

Methoden der Verifikation und Validierung

- Grundlagen des Testens und zum Nachweis der Eigenschaften sicherheitsrelevanter Steuerungen
- rechnerunterstützte Methoden

Exemplarische Anwendung der mathematischen und methodischen Grundlagen

- Produktionsmaschinen (Betriebsarten)
- Industrieroboter (Mensch-Maschine-Kollaboration)
- Kraftfahrzeugtechnik (autonomes Fahren)

Safety

Qualifikations-
ziele

Kenntnisse:

- Studierende kennen die mathematischen und theoretischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und des Ausfallverhaltens technischer System.
- Sie können das methodische Vorgehen zur Gestaltung von Sicherheitsfunktionen anhand relevanter Basis-Normen skizzieren.

Fertigkeiten:

- Studierende können die funktionale Sicherheit von Steuerungen gemäß gesetzlicher wie normativer Anforderungen rechnerisch nachzuweisen.
- Darauf aufbauend sind Studierende in der Lage, Verfahren zum methodischen Vorgehen und zum Nachweis der Eigenschaften von sicherheitsrelevanten Systemen gezielt anzuwenden.

Kompetenzen:

- Anhand praktischer Anwendungsfälle aus verschiedenen Bereichen erlangen Studierende die Fähigkeit, das Basiswissen auf branchenspezifischen Fragestellungen erfolgreich zu übertragen.
 - Sie können funktionale Sicherheit von Steuerungen nach technischen und auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten eigenständig beurteilen.
-

Safety

Literatur

- Vortragsfolien, Begleit- und Übungsmaterial in moodle
 - Goble, W.: Control Systems Safety Evaluation and Reliability, Instrument Society of America, 2010, ASIN: B017R2U3LO
 - Börcsök, Josef: Funktionale Sicherheit - Grundzüge sicherheitstechnischer Systeme, 5. überarb. Aufl., VDE Verlag, Berlin, 2021. ISBN 978-3800753574
 - Smith, David u. Simpson, Kenneth G. L.: Safety Critical Systems Handbook - A Straightforward Guide to Functional Safety, IEC 61508 and Related Standards, 3rd edition, Elsevier, 2010. ISBN 978-0080967813
 - IEC 61508: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer elektronischer Systeme, Teil 1 bis 7, Beuth 2011.
-

Selected Topics on RF Design

ID	RF
Study section	Technical required elective modules
Responsible lecturer	Prof. Dr. Michael Zedler
Mandatory/elective	Elective
Rotation	Winter term, annually additionally Summer term 2026
Duration	1 Semester
Course	Selected Topics on RF Design
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Workload	Total 5 CP x 25 h = 125 h thereof attendance 47 h, self-study 78 h
Study/Examination Performance	according to Syllabus and Examination Regulations and Record of Examinations Schedule
Marking	according §20 APO in its relevant version
Prerequisites	Basic course on RF basics (transmission line theory, S-parameters, Smith-Chart, matching circuits, filters)
Teaching language	English
Teaching/Learning method	seminar-like lecture, practical exercises
Contents	<p>System engineering, architecture RF Modules</p> <ul style="list-style-type: none"> - e.g., synthesiser/exciter, Dowcon/Upcon <p>RF Components</p> <ul style="list-style-type: none"> - e.g., PA, mixer, passives <p>Assembly and interconnection technology RF test and measurement</p> <ul style="list-style-type: none"> - linear/non-linear characterisation - noise characterisation

Selected Topics on RF Design

Module objectives

Knowledge:

Students gain in-depth theoretical understanding of advanced RF design concepts

- Principles of RF system engineering and architectures
- Functionality and design of RF modules like synthesisers/exciters and down/upconverters in transceivers
- Properties of RF components (from A-amplifier to Z-zero bias Schottky detector)
- Assembly technologies, including substrates (LTCC, PCB), bonding (wire, flip-chip), chip packaging
- RF measurement methods (linear/non-linear, noise, EVM)
- Current trends, e.g., 5G/6G, mmWave

Skills:

Students apply RF concepts practically through simulation

- Design and analyse RF architectures using tools like MWO or MATLAB (e.g., link budgets/level plans)
- Design and simulate PA stages using MWO (e.g., for frequency response, gain compression, PAE)
- Testing components like power transistors/PAs, de-embedding data
- Approach interdisciplinary problems, e.g., thermal and mechanical integration

Competences:

- Plan and execute tests, analyse errors, and optimise based on results
- Communicate complex topics via presentations/reports and adapt to new technologies
- Work effectively in a team
- Be able to think and work on different levels of abstraction

Literature

- Grebennikov - RF and Microwave Power Amplifier Design
 - Walker et al - Handbook of RF and Microwave Power Amplifiers
-

Sichere Implementierung auf Microcontrollern

Englische Modulbezeichnung	Secure Implementation on Microcontrollers
Kürzel	IS2S5
Modulbereich	Technische Wahlpflichtmodule
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Helia Hollmann
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Sommersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Sichere Implementierung auf Microcontrollern
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 47 h, Selbststudium 78 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	Deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Praktikum
Inhalte	<ol style="list-style-type: none">1. Kryptographische Grundlagen (Hash, Symmetrische und Asymmetrische Kryptoalgorithmen)2. Invasive und nicht invasive Angriffe auf Mikrocontroller3. Techniken, um Mikrocontroller gegen Angriffe abzusichern4. C-Implementierungen auf Mikrocontrollern5. Entwicklung sicherer Software

Sichere Implementierung auf Microcontrollern

Qualifikations-
ziele

Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffen Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar.

In dieser Vorlesung soll fundiertes Wissen über Angriffsmöglichkeiten auf Mikrocontroller vermittelt werden und es werden die Möglichkeiten untersucht, Mikrocontroller mittels Softwareimplementierungen zu schützen. In praktischen Übungen soll dieses Wissen selbständig in Kleingruppen umgesetzt werden und Angriffe können mit Hilfe bereitgestellter Chip-Whisperer® durchgeführt werden, um implementierte Gegenmaßnahmen auf die Probe zu stellen.

Sichere Implementierung auf Microcontrollern

Literatur

- Mangard, S., Oswald, E., Popp, T. (2007). Power Analysis Attacks: Revealing the Secrets of Smart Cards. Niederlande: Springer US.
 - Woudenberg, J. v., O'Flynn, C. (2021). The Hardware Hacking Handbook: Breaking Embedded Security with Hardware Attacks. USA: No Starch Press.
 - Kocher, P., Jaffe, J., Jun, B. (1999). Differential Power Analysis. In: Wiener, M. (eds) Advances in Cryptology --- CRYPTO' 99. CRYPTO 1999. Lecture Notes in Computer Science, vol 1666. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/3-540-48405-1_25
 - Kocher, P., Jaffe, J., Jun, B. et al. Introduction to differential power analysis. J Cryptogr Eng 1, 5--27 (2011). <https://doi.org/10.1007/s13389-011-0006-y>
 - E. Brier, C. Clavier, and F. Olivier. Correlation Power Analysis with a Leakage Model. In M. Joye and J.-J. Quisquater, editors, Cryptographic Hardware and Embedded Systems -- CHES 2004, volume 3156 of Lecture Notes in Computer Science, pages 16--29. Springer, 2004
 - Mangard, S., Oswald, E., Popp, T., „Power Analysis Attacks: Revealing the Secrets of Smart Cards``, Niederlande: Springer US, 2007.
 - Woudenberg, J. v., O'Flynn, C., „The Hardware Hacking Handbook: Breaking Embedded Security with Hardware Attacks``, USA: No Starch Press, 2021.
 - Kocher, P., Jaffe, J., Jun, B., „Differential Power Analysis``, in: Wiener, M. (eds) Advances in Cryptology --- CRYPTO' 99. CRYPTO 1999, Lecture Notes in Computer Science, vol 1666. Springer, Berlin, Heidelberg,
https://doi.org/10.1007/3-540-48405-1_25
 - E. Brier, C. Clavier, and F. Olivier, „Correlation Power Analysis with a Leakage Model``, in M. Joye and J.-J. Quisquater, editors, Cryptographic Hardware and Embedded Systems - CHES 2004, volume 3156 of Lecture Notes in Computer Science, pages 16--29. Springer, 2004
-

Product Development and Management

Englische Modulbezeichnung	Product Development and Management
Kürzel	PM
Modulbereich	Interdisziplinäre Vertiefung
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Martina Königbauer
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Entwicklungsmethodik
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 45 h, Selbststudium 80 h
Prüfungsform	laut SPO und Liste der Leistungsnachweise
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	englisch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Übung

Product Development and Management

Inhalte	<p>Die Studierenden erlernen Planungs- und Führungsmethoden für Produktentwicklung und -management. Dabei beschäftigen sie sich mit Voraussetzungen, die für deren Einsatz gegeben sein müssen, mit den Folgen die daraus resultieren. Hinzu kommt die Beschäftigung mit dem Zusammenhang dieser Methoden und Konzepte im Rahmen eines Produktentstehungsprozesses. Themen: - Ansätze der Produktentwicklung - Management by- Ansätze - Design for- Ansätze - Prototypingverfahren - Wesentliche Entscheidungen der an der Produktentwicklung beteiligten Disziplinen, z.B. Produktmanagement, Innovationsmanagement, Qualitätsmanagement, Vertrieb, Einkauf, Projektmanagement, Nachhaltigkeitsmanagement, etc.) - Wesentliche Schnittstellen und Problemstellungen zwischen den an der Produktentwicklung beteiligten Disziplinen Übungen werden individuell und in Teams bearbeitet.</p>
Qualifikationsziele	<p>Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none">- Studierende kennen unterschiedliche Ansätze der Produktentwicklung sowie ihre Vorteile und Nachteile in unterschiedlichen Kontexten- Studierende kennen die wesentlichen Einflüsse und Entscheidungen, die in unterschiedlichen Phasen des Produktentstehungsprozesses relevant sind. <p>Fertigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none">- Studierende können je nach Kontext passende Management- und Führungstechniken identifizieren und anwenden.- Studierende können eigenständig Entscheidungen in der Produktentwicklung und im Produktmanagement vorbereiten. <p>Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Studierende können den Einfluss der oben genannten Managementbereiche auf Produktentwicklung und -management bewerten.- Studierende können einen systematischen Produktentstehungsprozess für ein Beispielprodukt konzipieren und visualisieren.

Product Development and Management

- Literatur
- Lindemann, U.; Handbuch Produktentwicklung, Carl Hanser Verlag, München 2016
 - Lindemann, U.; Handbuch Produktentwicklung, Carl Hanser Verlag, München 2016
 - Lemser, F.: Strategisches Produktmanagement, Books on Demand; 2. Edition (2018)
 - Lippold, D.: Die 75 wichtigsten Management- und Beratungstools: Von der BCG-Matrix zu den agilen Tools, De Gruyter Oldenbourg; 1. Edition (2020)
 - Folien mit Verweisen auf Webseiten
-

Research Methods

Englische Modulbezeichnung	Research Methods
Kürzel	RM
Modulbereich	Interdisziplinäre Vertiefung
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Wolfgang Zeller
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Wintersemester, jährlich
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Research Methods
CP / SWS	5 CP, 4 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 45 h, Selbststudium 80 h
Prüfungsform	laut SPO und Liste der Leistungsnachweise
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	deutsch / englisch
Lehr-/Lernmethoden	Seminaristischer Unterricht, Übung
Inhalte	Das Modul „Research Methods“ vermittelt grundlegende und fortgeschrittene qualitative und quantitative Methoden der wissenschaftlichen Arbeit mit besonderem Bezug zur Forschungstätigkeit, z. B. verschiedene Forschungsdesigns, Datenerhebungsmethoden sowie statistische Analyseverfahren. Zudem werden ethische Aspekte der Forschung und Prinzipien der wissenschaftlichen Integrität thematisiert. Ein weiterer Fokus liegt auf der Anwendung von Normen im technischen Kontext. Übungen werden individuell und in Teams bearbeitet.

Research Methods

Qualifikations-
ziele

Kenntnisse:

- Studierende kennen unterschiedliche Methoden wissenschaftlichen Arbeitens.
- Studierende kennen die für ihre Forschung relevanten Normen.
- Studierende kennen relevante ethische Grundlagen.

Fertigkeiten:

- Studierende können unterschiedliche Methoden wissenschaftlichen Arbeitens anwenden.
- Studierende können je nach Kontext passende Normen identifizieren und anwenden.
- Studierende können ethische Entscheidungen treffen und begründen.

Kompetenzen:

- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, eigene Forschungsprojekte zu planen, geeignete Methoden auszuwählen, Daten mit modernen Analysetools zu erheben und auszuwerten sowie Forschungsergebnisse fundiert zu präsentieren und zu interpretieren.

Literatur

Wird im Unterricht bekanntgegeben.

Weitere Mastermodule der Hochschule Augsburg

Englische Modul-
bezeichnung Master Modules

BESCHREIBUNG Weitere Module im Umfang von max. 10 CP können aus dem
hochschulweiten Angebot für Masterkurse gewählt werden.
Spezifische Informationen sind den Modulhandbüchern der je-
weiligen Fakultät zu entnehmen.

Masterprojekt 1

Englische Modulbezeichnung	Master Project 1
Kürzel	MP1
Modulbereich	Projekte
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Claudia Meitinger
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Sommersemester
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Masterprojekt 1
CP / SWS	10 CP
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 10 CP x 25 h = 250 h davon Präsenzzeit 30 h, Selbststudium (hier: praktische Umsetzung eines Projekts) 220 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	deutsch/englisch
Lehr-/Lernmethoden	Projektarbeit
Inhalte	Die Studierenden führen in kleinen Teams Entwicklungsprojekte durch, die Inhalte aus Veranstaltungen des Studiums aufgreifen und vertiefen. Durch die Umsetzung eines Projekts vertiefen die Studierenden nicht nur ihre theoretischen Kenntnisse im jeweiligen Thema, sondern auch praxisrelevante Fähigkeiten in Bezug auf Ressourcenplanung und -einsatz und Zeitmanagement. Die Zusammenarbeit in kleinen Gruppen fördert die Teamarbeit und Kommunikationskompetenz der Studierenden. Die Aufgaben der Studierenden umfassen auch die Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse.

Masterprojekt 1

Qualifikations-
ziele

Fertigkeiten:

- Studierende können den Stand der Technik zu einem gegebenen Thema recherchieren.
- Studierende sind in der Lage, eine gegebene Aufgabenstellung in Anforderungen und ein Systemkonzept umzusetzen und dies in geeigneter Form zu beschreiben.
- Studierende können sich in ein neues Themengebiet einarbeiten und den Stand der Technik auf eine gegebene Aufgabenstellung anwenden.
- Studierende können in einem Team einen realistischen Projektplan erstellen und ein Projekt darauf basierend umsetzen.
- Studierende können sich in einem Team organisieren und Aufgaben gleichmäßig und kompetenzorientiert aufteilen.
- Studierende können einen respektvollen und lösungsorientierten Umgang im Team pflegen.

Kompetenzen:

- Studierende können ein technisches System auf Basis von Anforderungen und einem Systemkonzept systematisch realisieren.
- Studierende können ihre technische Umsetzung evaluieren und kritisch reflektieren.
- Studierende können ihren Projektfortschritt und technische Fragestellungen für die Betreuerin/den Betreuer in geeigneter Weise für regelmäßige Besprechungen aufbereiten und diskutieren.
- Studierende können ihr Projekt schriftlich dokumentieren.
- Studierende können die technischen Inhalte ihres Projekts präsentieren und kritisch diskutieren.

Literatur

- Projektspezifische Literatur in Absprache mit Betreuerin/Betreuer
-

Masterprojekt 2

Englische Modulbezeichnung	Master Project 2
Kürzel	MP2
Modulbereich	Projekte
Modulverantwortliche:r	Prof. Dr. Christine Schwaegerl
Pflicht/Wahl	Wahlpflicht
Turnus	Winter- und Sommersemester
Dauer	1 Semester
Lehrveranstaltung	Projekt 2
CP / SWS	5 CP
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 5 CP x 25 h = 125 h davon Präsenzzeit 15 h, Selbststudium (hier: praktische Umsetzung eines Projekts) 110 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Lehrsprache	deutsch
Lehr-/Lernmethoden	Projektarbeit, begleitet durch seminaristischen Unterricht
Inhalte	Im Rahmen eines kleinen Forschungsprojekts soll der aktuelle Stand der Technik erarbeitet und dargestellt werden. Auf dieser Grundlage wird ein spezifisches Forschungsthema detailliert untersucht und vorangetrieben. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Versuchsplanung und Validierung gelegt, um die Robustheit und Verlässlichkeit der Ergebnisse sicherzustellen. Die gewonnenen Ergebnisse werden im Rahmen einer wissenschaftlich Veröffentlichung dargestellt und eingehend diskutiert. Dabei erhalten Sie die Gelegenheit, die Theorie und wissenschaftlichen Methoden, die durch begleitende Impulsvorträge und Selbststudium vermittelt wurden, praktisch zu erproben. Dieses Projekt legt somit den Grundstein für eine erfolgreiche Masterarbeit.

Masterprojekt 2

Qualifikations- ziele	<p>Kenntnisse: - Vertiefte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik im relevanten Forschungsbereich. - Verständnis für die Planung und Durchführung von Forschungsprojekten unter Berücksichtigung von Versuchsplanung und Validierung. - Fähigkeit zur kritischen Erfassung, Darstellung und Diskussion von Forschungsergebnissen in wissenschaftlichen Veröffentlichungen. - Praktische Anwendung von wissenschaftlichen Methoden im Rahmen des Forschungsprojekts.</p> <p>Fertigkeiten: - Anwendung von Versuchsplanung und Validierungstechniken zur Sicherstellung der Robustheit und Verlässlichkeit von Forschungsergebnissen. - Umsetzung einer detaillierten Untersuchung und Fortentwicklung eines spezifischen Forschungsthemas. - Praktische Erprobung und Anwendung von wissenschaftlichen Methoden im Rahmen des Forschungsprojekts. - Erstellung und Verfassen einer wissenschaftlichen Veröffentlichung.</p> <p>Kompetenzen: - Fähigkeit zur eigenständigen Forschung und Vertiefung in relevante wissenschaftliche Themen. - Teamfähigkeit und Zusammenarbeit in einem kleinen Forschungsprojekt. - Kritisches Denken und analytische Fähigkeiten zur umfassenden Bewertung von Forschungsergebnissen. - Professionelle Kommunikation von Forschungsergebnissen in schriftlicher Form und mündlichen Diskussionen. - Vorbereitung und Aufbau einer soliden Basis für die erfolgreiche Umsetzung einer Masterarbeit.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Vorlesungsskript- Ergänzende aktuelle Fachliteratur

Masterarbeit

Englische Modulbezeichnung	Master Thesis
Kürzel	MA
Modulbereich	Masterarbeit
Modulverantwortliche:r	Professorinnen und Professoren der am Studiengang beteiligten Fakultät(en)
Pflicht/Wahl	Pflicht
Turnus	Semesterzyklus
Dauer	6 Monate
CP / SWS	30 CP
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand 30 CP x 25 h = 750 h
Prüfungsform	laut SPO und Studienplan
Benotung	gemäß §20 der APO in der jeweils gültigen Fassung
Empfohlene Voraussetzungen	gemäß §9 der SPO
Lehrsprache	deutsch oder englisch (vgl. SPO)
Inhalte	Für die Masterarbeit wird für jeden Studierenden ein individuelles Thema vergeben. Sie kann in den Laboren der Technischen Hochschule Augsburg, im Rahmen von Forschungsprojekten oder in Kooperation mit Unternehmen oder Forschungseinrichtungen bearbeitet werden. Jede:r Studierende wird von einem fachlich geeigneten Betreuer bzw. einer fachlich geeigneten Betreuerin mit Prüfungsberechtigung bei der Bearbeitung begleitet.
Qualifikationsziele	Mit der Masterarbeit wird die Fähigkeit nachgewiesen, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein fachliches Problem bzw. eine fachliche Aufgabenstellung selbständig nach ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.
Literatur	Fachliteratur gemäß dem individuellen Thema der Masterarbeit