OTH REGENSBURG

Modulhandbuch

für den Masterstudiengang

Elektromobilität und Energienetze (M.Sc.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2019

Wintersemester 2026/27

erstellt am 21.09.2026

von Sandra Schäffer

Fakultät Elektro- und Informationstechnik

Vorspann

1. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

Die Module sind alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Veranstaltungen zugeordnet deren Beschreibung jeweils direkt im Anschluss an das Modul folgt. Durch Klicken auf die Einträge im Inhaltsverzeichnis gelangt man direkt zur jeweiligen Beschreibung im Modulhandbuch.

Die Angaben bezüglich des Gesamtzeitaufwands je Modul setzen sich aus den Kriterien Präsenzzeit in Vorlesungen, Vor- und Nachbereitung, Eigenstudium sowie ggf. Projektarbeit und Präsentation zusammen. Zugrunde liegt dabei der für den Studiengang festgelegte zeitliche Aufwand von 30 Stunden pro Credit und Semester.

2. Lernziele

Das Modulhandbuch führt die Lernziele der einzelnen Module anhand von erworbenen Kompetenzen auf. Diese sind unterteilt in „Fachkompetenz“ (Wissen, Fertigkeiten) und „Persönliche Kompetenz“ (Sozialkompetenz, Selbständigkeit). Jede Kompetenz ist durch einen Klammerausdruck (1-3) einer Niveaustufe zugewiesen. Die drei Niveaustufen gliedern sich in „Kennen“ (Niveaustufe 1), „Können“ (Niveaustufe 2) und „Verstehen und Anwenden“ (Niveaustufe 3).

Neben der Vermittlung neuer fachlicher Kompetenzen ist die Vermittlung von persönlichen Kompetenzen selbstverständlich integraler Bestandteil einer jeden Lehrveranstaltung bzw. eines Hochschulstudiums im Allgemeinen. Sofern in der Beschreibung eines Moduls nicht weiter präzisiert, sind die Studierenden nach der erfolgreichen Absolvierung eines Moduls in der Lage

- den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisen daraus abzuleiten (3),
- zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),
- wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).

Des Weiteren gilt insbesondere für Laborpraktika-Module, dass die Studierenden nach der erfolgreichen Absolvierung in der Lage sind

- die fünf Sicherheitsregeln zu kennen (1) und anzuwenden (2)
- einen risikobewussten Umgang mit elektrischer Spannung zu pflegen (2), Auswirkungen auf die eigene Gesundheit hin zu beurteilen (3) und bei Bedarf entsprechende Sicherheitsmaßnahmen durchzuführen (2).

3. Standardhilfsmittel

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer

Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ explizit angegeben. Bei Prüfungen mit dem Vermerk „keine“ sind die Standard-Hilfsmittel zugelassen. Die in der Fakultät Elektro- und Informationstechnik zugelassenen Taschenrechner ("Standardtaschenrechner") sind: Casio FX-991, Casio FX-991 PLUS, Casio FX-991DE X (zu erwerben z.B. über die Fachschaft). Sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt sind ausschließlich diese Modelle als Hilfsmittel erlaubt (sofern Taschenrechner bei einer Veranstaltung als Hilfsmittel zugelassen sind). Papier erhalten Sie bei Bedarf von der Prüfungsaufsicht. Beachten Sie bitte auch, dass jedwede Nutzung kommunikationstauglicher Geräte (Telefone, Uhren, Brillen, etc.) verboten ist.

4. Verwendbarkeit der Module

Die im Modulhandbuch aufgeführten Module gelten für den Studiengang des Modulhandbuchs. Eine weitere Verwendung darüber hinaus ist durch den Wahlpflichtmodulkatalog der jeweiligen Studiengänge definiert.

Modulliste

Studienabschnitt 1:

Elektrische Traktions-Antriebe (Electric Traction Drives)....5
Elektrische Traktions-Antriebe....6
Elektromobilität (Electromobility)....8
Elektromobilität....9
Fachspezifisches Wahlpflichtmodul Informations- und Kommunikationstechnik (Mandatory General Scientific Elective Module Information and Communication Technology)....11
AD-/DA-Wandler....12
Elektromagnetische Verträglichkeit....16
Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems)....19
Fortgeschrittene Signalverarbeitung....22
Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit....24
Netzwerke für eingebettete Systeme....29
Vertiefung Microcontroller (Master)....31
Intelligente Stromnetze (Intelligent Powergrids)....33
Intelligente Stromnetze....34
Leistungselektronik und Energiespeicher (Power Electronics and Energy Storage Systems)....37
Leistungselektronik und Energiespeicher....38
Masterarbeit (Master Thesis)....40
Masterarbeit Präsentation....41
Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung....42
Numerische Mathematik (Numerical Mathematics)....44
Numerische Mathematik....45
Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)....47
Theoretische Elektrotechnik....48
Vertiefungsmodule (Advanced Modules)....51
Besondere netztechnische Betriebsmittel....52
Bordnetze und mobile Energiespeicher....54
Geregelte Elektrische Antriebe....56
Multiphysikalische Modellierung und Simulation....60
Netzstabilität und Netzregelung....62
Netz- und Elektrizitätswirtschaft....64
Simulation elektrischer Netze und Geräte....66
Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug....68
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung (Probability Calculation, Statistics and Optimization)....70
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung....71
Wissenschaftliches Projektmodul (Project Modul)....73
Wissenschaftliche Projektarbeit....75
Wissenschaftliches Seminar....77

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Elektrische Traktions-Antriebe (Electric Traction Drives)	4

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Thomas Kühner	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
Elektrische Maschinen Elektrische Antriebe

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Elektrische Traktions-Antriebe	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Elektrische Traktions-Antriebe	**ETA**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Thomas Kühner	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger Prof. Dr. Thomas Kühner	nur im Wintersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Praktikum	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

Entwurf, Berechnung und Regelung hocheffizienter elektrischer Antriebe

- Berechnung des nichtlinearen magnetischen Kreises
- Berechnung aller Impedanzen des Ersatzschaltbildes
- Auswirkungen der Stromverdrängung
- Berechnung sämtlicher Einzelverluste
- Besonderheiten beim mobilen Einsatz von elektrischen Antrieben
- Zusammenwirken zwischen Maschine, Stellglied und Regler

Messtechnische Untersuchung von speziellen elektrischen Antrieben:

- Betriebsverhalten von feldorientiert geregelten Asynchronmaschinen und permanenterregten Synchronmaschinen am Spannungszwischenkreisumrichter
- Doppeltgespeiste Asynchronmaschine zur Einspeisung in das elektrische Energieversorgungsnetz
- Messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades nach Norm
- IEC 60034-2-1 am Beispiel von Asynchronmotoren der Wirkungsgradklasse IE2 nach IEC 60034-30

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Anforderungen an den elektrischen Antrieb aus dem geforderten Betrieb des Gesamtsystems abzuleiten (3) • Drehstromwicklungen auszulegen (3) • die Auswirkungen nichtlinearer Effekte wie magnetische Sättigung und Stromverdrängung zu benennen (1) und zu berechnen (2) • die Wechselwirkungen zwischen elektrischer Maschine, Stromrichter und Regelung zu benennen (1) und zu beurteilen (3) • Messungen an elektrischen Antrieben zu planen (1), durchzuführen (2) und die Messergebnisse zu beurteilen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen, im Praktikum Versuchsbeschreibungen
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, im Praktikum Maschinensätze und Messgeräte
Literatur
• Binder, Andreas: Elektrische Maschinen und Antriebe; Übungsbuch: Aufgaben mit Lösungsweg, Berlin [u.a.], Springer, 2012 • Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen, München [u.a.], Hanser, 2013 • Nürnberg, Werner: Die Asynchronmaschine; ihre Theorie und Berechnung unter besonderer Berücksichtigung der Keilstab- und Doppelkäfigläufer, Berlin, Springer, 1963 • Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe, Berlin [u.a.], Springer • Müller, Germar et al.: Berechnung elektrischer Maschinen, Wiley Verlag, 2008

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Elektromobilität (Electromobility)	6

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
Elektrische Antriebe

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Elektromobilität	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Elektromobilität	**EMO**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Anton Haumer Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Robert Huber	nur im Sommersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht, Übungen	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Fahrzeug- und Antriebsstrang-Architekturen
- Fahrwiderstände und Fahrzeugdynamik
- Bordnetz und Fahrzeugvernetzung
- Maschinentypen: Asynchronmaschine, permanentmagnet-erregte Synchronmaschine, synchrone Reluktanzmaschine
- Leistungselektronik und Regelung: Feldorientierte Regelung, BLDC
- Fahrzyklen, Energieverbrauch über Fahrzyklen
- Thermal Managment im Electric Vehicle: Heizen und Kühlen
- Energiespeicher und Energiequellen
- Ladeinfrastruktur und Induktives LadenModellierung und Simulation

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- einen Überblick über das System Elektrofahrzeug zu geben (1)
- geeignete Antriebe (Getriebe, elektrische Maschine und Stromrichter) für ein Elektrofahrzeug zu projektieren (2)
- geeignete Energiespeicher für ein Elektrofahrzeug zu spezifizieren (2)
- Elektrofahrzeuge zu modellieren und zu simulieren (3)

- den Energieverbrauch und die Reichweite von Elektrofahrzeugsystemen zu berechnen (2) und zu beurteilen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur

- Karle, Anton: Elektromobilität – Grundlagen und Praxis, Hanser 2015
- Tschöke, Helmut: Die Elektrifizierung des Antriebsstranges, Springer 2015
- Hofmann, Peter: Hybridfahrzeuge, Springer 2014

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Fachspezifisches Wahlpflichtmodul Informations- und Kommunikationstechnik (Mandatory General Scientific Elective Module Information and Communication Technology)	8

Modulverantwortliche/r	Fakultät
N.N.	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	AD-/DA-Wandler	4 SWS	5
2.	Elektromagnetische Verträglichkeit	4 SWS	5
3.	Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems)	4 SWS	5
4.	Fortgeschrittene Signalverarbeitung	4 SWS	5
5.	Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit	4 SWS	5
6.	Netzwerke für eingebettete Systeme	4 SWS	5
7.	Vertiefung Microcontroller (Master)	4 SWS	5

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
AD-/DA-Wandler	**ADA**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Martin Schubert	nur im Sommersemester
Lehrform	
50% seminar teaching and 50% practical training	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch/Englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	62h Vor- und Nachbereitung, 32h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

Deutsch

Teil A: Seminaristische Präsenzlehre

1. Wertdiskretisierung (Quantisierung)
   + Kenntnis allgemeiner D/A- und A/D-Wandlungsprinzipien
   + Auswahl der an der besten geeigneten Architektur für eine bestimmte Anwendung
2. Zeitdiskretisierung (Sampling)
   + Zeitbereichsbetrachtungen: mathematisches Modell und technische Umsetzung
   + Überlegungen zum Frequenzbereich
   + Kriterien von Nyquist und Shannon
   + Aliasing
   + Räumliches Sampling und räumliches Aliasing
3. Charakterisierung
   + Kenntnis gängiger Qualitätskriterien und Fähigkeiten zu deren Anwendung
4. Modellierung
   + Modellierung von DACs und ADCs in Werte-, Zeit- und Frequenzbereich
   + Modellierung statischer linearer und nichtlinearer I/O-Kennlinien
   + Charakterisierung und Modellierung im Werte-, Zeit- und Frequenzbereich mit Matlab
5. Rauschen
   + Berechnung der erreichbaren Auflösung aus dem Signal-Rausch-Verhältnis,
   + Rechnen mit Rauschbudgets
   + Die wichtigsten Rauschquellen und deren Verhaltensmodelle

Teil B: Praktikum im Labor

1. Gegebene Übungen
2. Gruppenorientierte Projekte
   + Charakterisierung eines A/D- oder D/A-Wandlers
   + Kommunikation mit einem ADC über seine SPI-Schnittstelle unter Verwendung von VHDL

English

Part A: Seminaristic Classroom Teaching

1. Value-Discretization (Quantization)
   + Knowing common D/A and A/D conversion principles
   + Selection of most appropriate architecture for a given application
2. Time-Discretization (Sampling)
   + Time domain considerations: mathematical model and technical realization
   + Frequency domain considerations
   + Criteria of Nyquist and Shannon
   + Aliasing
   + Spatial sampling and spatial aliasing
3. Characterization
   + Knowledge of commonly used quality criteria and skills to apply them
4. Modelling
   + Modelling DACs and ADCs in value, time and frequency domain
   + Modeling static linear and non-linear I/O characteristics
   + Characterization and modeling in value, time and frequency domain with Matlab
5. Noise
   + Relating signal-to-noise ratio to resolution,
   + Noise budged computation
   + The most important noise sources and respective behavioral models

Part B: Practical Training in the Laboratory
1. Given exercises
2. Group oriented projects
   + Characterization of an A/D or D/A Converter
   + Communicating with an ADC Operating its SPI Interface With VHDL.

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
- die wichtigsten A/D- und D/A-Wandler-Architekturen aufzuzählen (1), zu verstehen (2) und einer Entwurfsaufgabe die passende Architektur zuzuordnen (3).
- den Vorgang der Zeitdiskretisierung zu erläutern (1), aus ihm folgende Effekte wie Aliasing zu verstehen (2) und Antialiasing-Filter zu berechnen (3).
- die üblichen Qualitätskriterien für A/D u. D/A-Wandler aufzuzählen (1) und Kriterien wie ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL anzuwenden und zu berechnen (3).
- einfache Verhaltensmodelle für A/D- und D/A-Wandler zu erstellen und in Simulationsprogrammen zu verwenden (3).
- mindestens 6 verschiedene Rauschquellen aufzuzählen (1), deren Rauschleistung zu berechnen (3), ein Gesamt-Rauschbudget zu erstellen und damit die Einhaltung geforderter Qualitätskriterien wie SNR oder SINAD zu überprüfen (3).

English:
After successfully completing this module, the students are able to …

- list the most important A/D and D/A converter architectures (1), understand them (2) and assign the appropriate architecture to a design task (3),
- to explain the process of time discretization (1), to understand the following effects such as aliasing (2) and to calculate antialiasing filters (3),
- list the usual quality criteria for A/D and D/A converters (1) and apply and calculate criteria such as ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL (3),
- create simple behavioral models for A/D and D/A converters and use them in simulation programs (3),
- list at least 6 different noise sources (1), calculate their noise power (3), create an overall noise budget and check compliance with required quality criteria such as SNR or SINAD (3).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste

Lehrmedien

Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)

Literatur

[1] The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2004
[2] R. Lerch, Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestütze Verfahren,Springer Verfahren, 2007
[3] K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalysemit Matlab-Übungen, Vieweg + Teubner, 2009
[4] J.C. Candy, G.C. Temes, 1st paper in "Oversampling Delta-Sigma Data Converters,Theory, Design and Simulations", IEEE Press, IEEE Order #PC02741-1, ISBN0-87942-285-8, 1991
[5] S.R. Norsworthy, R. Schreier, G.C. Temes, "Delta-Sigma Data Converters", IEEE Press,1996, IEEE Order Number PC3954, ISBN 0-7803-1045-4
[6] C.A. Leme, "Oversampling Interface for IC Sensors", Physical Electronics Laboratory, ETH Zurich, Diss. ETH Nr. 10416

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Documents English, teaching language is German or English depending on students.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Elektromagnetische Verträglichkeit	**EMV**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Thomas Stücke	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Thomas Stücke	nur im Sommersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praxis im EMV-Labor	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	Vor- und Nachbereitung 60 h; Prüfungsvorbereitung 30 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
Teil 1: Theorie • Einführung, Begriffe, Problembeschreibung • Störungsbeschreibung in analogen und digitalen Systemen • Klassifizierung und spektrale Darstellung von Störquellen der EMV-Umgebung • Beeinflussungswege: Kopplungsarten, Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen Teil 2: Praxis • Einleitung • Grundlagen angewandter EMV: Pulse und Transiente, Elektrostatische Entladungen,Elektromagnetische Wellen • Filterung, Schirmung, Erdung: Modelle, Störsignale im Zeitbereich und Frequenzbereich, Störenergien leitungsgeführt und gestrahlt • Entstörmaßnahmen: Passive und aktive Entstörung, HF-Bauteile in der Realität, Rechnen im logarithmischen Maßstab • Messen und Prüfen: EMV-Messgeräte, FFT-Messtechnik, Störaussendung und Störfestigkeit, Besonderheiten der E-Mobility, Einflüsse der Messumgebung, EMV-Simulation, Werkzeuge in der Entwicklung (Pre-Compliance) • Praktika der Messtechnik: typische Versuchsanordnungen von EMV-Messungen • EMV-Entwicklung und Planung: Schaltplan- und Layouterstellung mit Beispielen • Dokumentation der EMV
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Grundprinzipien der EMV zu beschreiben, die unterschiedlichen Verkopplungsarten zu erklären, interne u. externe EMV zu unterscheiden und Ursachen elektromagnetischer Unverträglichkeit zu klassifizieren (2) • Störquellen bezüglich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, typische Störsignale im Zeit- und Frequenzbereich darzustellen sowie die Umrechnung zwischen beiden Darstellungsformen mittels EMV-Tafel und Nomogramm auszuführen (3) • die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Leiterstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Verkopplung von kurzen und langen Leitungen (3) • die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Antennenstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Feldeinkopplung in kurze Leitungen (3) • Störspannungen durch Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen analytisch und unter Anwendung von Näherungen zu berechnen (3) • abhängig vom Impedanzniveau die passende Filtertopologie auszuwählen sowie Schirmungen und Erdungen richtig auszuführen (3) • den Aufbau eines Messempfängers einschließlich FFT-Messmethode zu erklären, Schmalband- und Breitbandstörer voneinander zu unterscheiden sowie die Unterschiede der Messdetektoren zu beschreiben (2) • die typischen Messaufbauten zur leitungs- und feldgebundenen Störemissionsmessung am Beispiel für den Automotivbereich zu erklären (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentationsfolien, Skript, Übungen, Literaturliste
Lehrmedien
Rechner, Beamer, Tafel, Versuchsaufbau im EMV-Labor
Literatur
• Durcansky, G., „EMV-gerechtes Gerätedesign“, Franzis-Verlag • Gonschorek, K.H., Singer, H., Anke, D. u.a., „Elektromagnetische Verträglichkeit - Grundlagen, Analysen, Maßnahmen“, Teubner-Verlag • Schwab, A., „Elektromagnetische Verträglichkeit“, Springer-Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Elektronische Schaltungen und Systeme (Electronic Circuits and Systems)	**ESS**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Martin Schubert	in jedem Semester
Lehrform	
50% theory & computer-aided simulation, 50% practical training in the lab	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch/Englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h campus program	62h preparation and follow-up; 32h exam preparation

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
Part A: Seminaristic Classroom Teaching with Computer-Aided Simulation 1. Introduction and Overview 2. Main Example: A Switch-Mode Step-Down Converter 3. A/D and D/A Converter Modeling 4. Control Loops 4.1 LTI Feedback Loops 4.2 Matlab/Simulink Modeling 4.3 Fuzzy as Non-Linear Control Loop Example 5. Analog PID Controller Setup für DC/DC Conversion 6. Digitization of Analog PID Controllers 7. Embedded (Hardware/Software Codesign) Aspects **Part B: Practical Training in the Laboratory** • Getting Started with DE1-SoC Board According to Instruction • Getting Started with DC/DC Buck Converter Board According to Instruction • Characterization of DC/DC Buck Converter Board According to Instruction • Group oriented: related projects
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, **After successfully completing this module, the students are able to …** • create top-level mixed analog/digital electronic systems using Matlab/Simulink (3), and to optimize control loops employing model based design (MDB). • calculate PID control parameters on the base of open-loop gain measurements “by hand” as well as to define a Fuzzy logic solution. • identify required modules of the system (2) and create linear and time-invariant (LTI) analog and/or digital models of them (3). • handle digital hardware by modifying and compiling VHDL code (3) and downloading it into an FPGA (2). • handle analog hardware by reading and understanding (2) its schematic and PCB layout. • operate complex measuring equipment in the lab and use it in a qualified manner, e.g. for open-loop gain measurements according to the method of Middlebrook (2). • extract LTI model parameters for analog / digital hardware blocks from circuit schematics (3), appropriate for higher level simulation, e.g. using Matlab/Simulink. • read FPGA internal signals using embedded (hardware/software codesign) techniques.
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste
Lehrmedien
Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)

Literatur

[1] V-Model, available: https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model
[2] Agile software development, available:https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development
[3] Scrum software development, available: https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)[4] M. Schubert, Linear Feedback Loops, available: https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf.
[5] H. Mann, H. Schiffelgen R. Froriep, K. Webers, Einführung in die Regelungstechnik, Carl Hanser Verlag München 2019, ISBN 978-3-446-45002-B, E-Book-ISBN: 978-3-446-45694-5
[6] Buck Converter, available: https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter
[7] Robert Sheehan, Understanding and Applying Current-Mode Control Theory, Texas Instruments Literature Number: SNVA555, available: http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf
[8] Henry J. Zhang, Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies, Analog Devices, Application Note 140, Oct. 2013, available: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf.
[9] Eagle design software available: https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software).
[10] Simulink User's Guide, available: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf.
[11] Matlab, available: https://de.mathworks.com/help/matlab/.
[12] Middlebrook's and Rosenstark's loop gain measurements, EDN, Dec. 26, 2018, available: https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Verpflichtende Voraussetzungen: Technical Bachelor degree
Empfohlene Vorkenntnisse: Documents English, teaching language is German or English depending on students.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Fortgeschrittene Signalverarbeitung	**FSV**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Peter Kuczynski	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Peter Kuczynski	nur im Wintersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht, Übungen

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	Vor- und Nachbereitung: 56 h; Prüfungsvorbereitung: 38 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Abtastratenerhöhung (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor), spezielle Entwurfsverfahren für digitale Filter
- spezielle Anwendungen der DFT in der Praxis (schnelle Faltung, Zweikanal-DFT,Spektralschätzung, Interpolation)
- Energiesignale und Leistungssignale
- Grundlagen der Signalverarbeitung stochastischer Signale
- Korrelation, Leistungsdichtespektrum, Energiedichtespektrum
- Anwendung von Rauschen als Testsignal bzw. Referenzsignal
- Schätzung der Korrelationsfunktionen in der Praxis
- Adaptive Filter (Wiener-Filter), Optimierung nach der Methode der kleinsten mittlerenFehlerquadrate, spezielle Lösungsmethoden
- Anwendungen von adaptiven Filtern (Systemidentifikation, inverse Modellierung, Störunterdrückung, Unterdrückung periodischer Interferenz, LPC-Analyse, Sprachmodellierung)
- Wiener-Lee-Beziehungen und deren Anwendungen in der Praxis
- Anwendung von Simulationsprogrammen Matlab und Simulink
- Hilbert-Transformation, analytisches Signal

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Verfahren zur Erhöhung der Abtastraten (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor) zu entwickeln und zu realisieren (3) • ausgewählte fortgeschrittene Verfahren der Signalverarbeitung mithilfe der DFT zu entwickeln, zu realisieren und zu bewerten (3) • die fundamentalen theoretischen Beziehungen der Signalverarbeitung stochastischer Signale zu verstehen und diese anzuwenden (3) • adaptive Filter theoretisch zu verstehen, sie anzuwenden und die Lösungs- bzw. Optimierungsverfahren zu bewerten (3) • die Wirkungsweise der grundlegenden Anwendungen adaptiver Filter zu verstehen und zu bewerten (3). • die Theorie der Hilbert-Transformation zu verstehen und deren Anwendung zu kennen (3) • die lineare Prädiktion zur Codierung von Sprachsignalen zu verstehen und anzuwenden (3) • die theoretisch behandelten Verfahren der fortgeschrittenen Signalverarbeitung mithilfe von MATLAB und Simulink zu realisieren und zu bewerten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Hilfsblätter zur Vorlesung
Lehrmedien
Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer
Literatur
Oppenheim, Schafer: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall 1989

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit	**FS**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Jürgen Mottok	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Jürgen Mottok Sebastian Renner (LB)	in jedem Semester
Lehrform	
Wissenschaftliches Seminar mit Übungsanteil (mit Teamarbeit)	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
45 h (Seminar, Workshops, Vorträge, Präsentationen, ...)	105 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

I. Funktionale Sicherheit (eng. Functional Safety)

System

- Normen und Richtlinien (IEC 61508, ISO 26262, …)
- Kenngrößen der Risiko- und Zuverlässigkeitsanalyse
- Maßnahmen zur Risikobestimmung (Gefahrenanalyse, Wahrscheinlichkeitsanalyse)
- Risikomatrix
- Risikograph
- FMEDA und Fehlerbaumanalyse
- Ereignisbaumanalyse
- Layer of Protection Analyse (LOPA)
- Zuverlässigkeitsblock-Analyse
- Markov-Modell
- Lebenszyklusbetrachtung eines Sicherheitssystems
- Common Cause Failure
- Prooftest

Software

- Normen und Richtlinien
- Entwicklungsprozess
- Patterns für fehlertolerante Software
- Diversität und Codierung
- Geeigneter Einsatz von Programmiersprachen
- Coding Guidelines (MISRA C, MISRA C++), Safety Bibliotheken

II. IT-Sicherheit (engl. IT-Security)

System

- Grundlagen
- Schutzziele und Bedrohungen
- Internet-(Un)Sicherheit
- Security Engineering
- Bewertungskriterien
- Sicherheitsmodelle
- Basistechnologien
- Kryptographische Verfahren (Symmetrische/ asymmetrische Verschlüsselung) und Krypto-Analyse
- Hashfunktionen und elektronische Signaturen
- Schlüsselmanagement
- System- und Anwendungssicherheit
- Basis von Angriffstechniken und Systemhärtung
- Authentifikation
- Zugriffskontrolle
- Sicherheit in Netzen (Firewall, …)
- Sichere und mobile drahtlose Kommunikation

Software (Basiswissen sichere Software)

- „Secure Software Engineering“
- Secure Design Pattern
- Krypto-Bibliotheken und Implementierungstechniken
- Sicheres Programmieren
- Software auf Sicherheit testen

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Begriffe aus den Domänen IT-Security und Functional Safety zu interpretieren und zu erklären. Sie lernen etablierte wissenschaftliche Methoden zur Bestimmung von Systemrisiken und der Systemzuverlässigkeit kennen. Das Modul stellt außerdem relevante Standards und Normen aus dem Themenfeld Sicherheit (IT-Security, Functional Safety) vor und vermittelt den richtigen Umgang mit diesen in der Praxis. Studierende kennen zum Ende des Kurses die aktuell wichtigsten kryptographischen Verfahren und können formulieren, auf welchen mathematischen Problemen diese fußen. Ebenso werden die Konzepte der diversitären Redundanz vermittelt, die als Architekturprinzipien einer funktional sicheren Software- und Systemarchitektur angewandt werden.

In anwendungsnahen Übungen werden potentielle, durch Programmierfehler verursachte Sicherheitslücken untersucht. Das Verständnis für ausgewählte Algorithmen wird durch einfache, manuelle Berechnungen gestärkt. Anhand der durchgeführten Übungen, können zuvor in der Vorlesung besprochene Limitierungen bestimmter Sicherheitskonzepte anschaulich reflektiert werden

Kenntnisse

- Verständnis grundlegender Begriffe aus den Bereichen IT-Security und Safety
- Methoden zur Evaluierung der Systemzuverlässigkeit
- Kennen wichtiger Normen aus dem Umfeld Safety/IT-Security
- Funktionsweise und mathematischer Hintergrund kryptographischer Verfahren
- Konzepte zum Aufbau von Vertrauen in öffentlichen Netzwerken
- Basistechniken zur Absicherung von Datenverkehr vor Angreifern

Fertigkeiten

- Durchführen einer Risikoanalyse für ein gegebenes System
- Auswählen und Anwenden sicherer Software- und Systemarchitekturen
- Auswählen und Anwenden passender sicherer Coding-Guidelines
- Bewerten kryptographischer Algorithmen hinsichtlich ihrer Eignung für unterschiedliche Einsatzzwecke
- Untersuchen von Quellcode hinsichtlich möglicher Schwachstellen oder Inkompatibilitäten mit gewählten Standards
- Verwenden von bestehenden Bibliotheken zur Integration kryptographischer Verfahren in umfangreichere Software-Projekte

Die Diskussion der Kompetenzen erfolgt entlang dem Kompetenzgitter nach Erpenbeck (Erpenbeck 2017).

Fach- und Methodenkompetenz

- Evaluierung und Kontextualisierung der Ergebnisse von sicherheitsrelevanten Systemanalysen (3)

- Bedarfsorientierte Auswahl und Extraktion relevanter Richtlinien aus Standards der IT-Security/Functional Safety (3)
- Ausgewählte quantitative und qualitative Verfahren der Funktionalen Sicherheit und IT-Sicherheit ausführen (3)
- Anpassung und Anwendung eines Prozesses zur Etablierung eines sicheren Software-Entwicklungs- und Lebenszyklus (3)
- Erkennen potentieller, offensichtlicher Schwachstellen in Quellcode durch manuelle und automatisierte Analyse (3)
- Konzeptionierung grundlegender Maßnahmen zur Erhöhung der Systemsicherheit (3)
- Analytische Fähigkeiten und Konzeptionsstärke entwickeln (3)
- Beurteilungsvermögen zeigen (3)
- Projektmanagement und Planungsverhalten (3)
- Nachweis von im Studium erworbenen Fachkenntnissen (3)
- Fähigkeit zum systematischen und methodisch korrekten Bearbeiten eines begrenzten Themas (Systematisch-methodisches Vorgehen) (3)
- Nachweis der Selbständigkeit bei der Lösung einer vorgegebenen Aufgabe (Originalität von Lösungsideen) (3)
- Fähigkeit zur Problematisierung und (Selbst-)Kritik (Systematik in der Bewertung der Lösungen) (3)
- Qualität der Ergebnisse - Neuartigkeit, Güte, Zuverlässigkeit (3)
- Fähigkeit zur logischen und prägnanten Argumentation (Beispielsweise Wissenschaftliches Schreiben) (3)
- Formal korrekte Präsentation der Ergebnisse (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die folgenden Kompetenzen, dem Kompetenzraster von Erpenbeck folgend, zu zeigen:

Personale Kompetenzen

- Entwicklung einer normativ-ethischen Einstellung (3)
- Hilfsbereitschaft in einem teamorientierten Arbeiten zeigen (3)
- Zuverlässigkeit im eigenen Team (3)
- Offenheit für veränderte Randbedingungen (3)
- In Selbstmanagement die eigene Arbeit gestalten (3)
- Mit Einsatzbereitschaft Ideen ins Team einbringen (3)

Aktivitäts- und Handlungskompetenz

- Entscheidungsfähigkeit bei mehreren Alternativen entwickeln (3)
- Tatkraft und Gestaltungswille im Forschungsdesign zeigen (3)
- Mit Innovationsfreudigkeit unterschiedliche neue Ideen annehmen (3)
- Zielorientiertes Führen in Teilaufgaben in einem Team (3)
- Ergebnisorientiertes Handeln entwickeln (3)
- In schwierigen Situationen Beharrlichkeit zeigen (3)
- Impulse in Workshops des Teams geben (3)
- Optimistische Grundhaltungen im Team sich aneignen (3)

Sozial- kommunikative Kompetenzen

- Konfliktlösungsfähigkeit zeigen (3)

- Integrationsfähigkeit zeigen und verschiedene Positionen bei der Aufgabenbearbeitung zuzulassen (3)
- Die eigene Teamfähigkeit weiter entwickeln (3)
- Die eigene Problemlösungsfähigkeit entwickeln (3)
- Verständnisbereitschaft zeigen im dialogischen Diskurs (3)
- Mit Experimentierfreude neue Ideen zulassen und ausprobieren (3)
- Die eigene Sprachgewandtheit im Team ausreifen (3)
- Beziehungsmanagement im Team entwickeln (3)
- Pflichtgefühl in den Aufgaben zeigen (3)

Angebotene Lehrunterlagen

Skript, Foliensatz, Literaturverweise

Lehrmedien

- Übungsaufgaben
- Aktuelle Paper

Literatur

Ein Quellenverzeichnis findet sich im digitalen Kursraum moodle.

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Vorkenntnisse in Software Engineering und Programmierung (bspw. C/C++)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Netzwerke für eingebettete Systeme	**NES**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Norbert Balbierer	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Norbert Balbierer	nur im Sommersemester

Lehrform
seminaristischer Unterricht, Übungen, Übungsanteil > 10 %

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
Vorlesung: 56 h	Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 62 h, Prüfungsvorbereitung: 32 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Grundlagen von Computernetzwerken und Bussystemen
- ISO/OSI-Schichtenmodell
- Feldbusse
- CAN und Ethernet (OSI L1 & L2)
- Anwendungen und Beispiele zum CAN-Bus
- Internetprotokolle (TCP/IP) bei eingebetteten Systemen
- Programmierung von TCP/IP-Netzwerkanwendungen (Socket-API)
- Vorlesungbegleitende Bespiele und Übungen

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Feldbusse und Netzwerke einordnen zu können, deren Einsatzbereiche zu kennen und passende Systeme auswählen zu können (2)
- Netzwerktechnik (Schicht 1 und 2) zu verstehen (2)
- die Internetprotokolle (TCP/IP) zu kennen und deren Funktionsweise zu verstehen (2)
- den CAN-Bus grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)
- 802.3 Ethernet grundlegend verstehen und verwenden zu können (3)

- Anwendungen programmieren zu können, die unter Verwendung der Socket-API über TCP/IP kommunizieren (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript/Tafelbild, Linux man-pages, Lehrbücher, Konfigurationsdateien und Programme
Lehrmedien
Rechner / Beamer, Tafel, Beispiele mit Ethernet- und CAN-fähiger Hardware (Raspberry Pi, STM32H743, ESP32 o.ä.)
Literatur
Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson James Kurose & Keith Ross, Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz, Pearson

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Vertiefung Microcontroller (Master)	**VMCM**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Stefan Krämer	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Stefan Krämer	in jedem Semester

Lehrform
Selbstständige Bearbeitung eines Entwicklungsprojektes

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	Vor-/Nachbereitung 74h, Prüfungsvorbereitung 20h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Internet-Recherche nach dem aktuellen Stand der Technik
- Umsetzung von komplexer Projekte mit Mikrocontrollern verschiedener Hersteller mit ARM-Derivaten (Cortex M0, M3, M4), Schaltungsentwurf ggf. mit -simulation
- Schaltungsentwurf (analog/ digital) / Leiterplatten-Design / mechanischer Aufbau (löten auch kleine SMD-Bauteile) - Prototypenaufbau / Software-Erstellung (Assembler / C / RTX-Keil)
- EI-WIKI-Eintrag erstellen und Projekt präsentieren

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- mit Entwicklungsumgebung zu arbeiten (3)
- HW- und SW-Vorgaben mittels geeigneter Hardware umsetzen zu können (2)
- Schaltplan und Leiterplatte erstellen (z. B. mit EAGLE) zu können (2)
- Entwicklungsprozesses und erstellte SW dokumentieren zu können (Doxygen) (2)
- Ergebnisse präsentieren zu können (Zwischen- und Endpräsentation) (2)
- Online-Dokumentation erstellen zu können (EI-Wiki) (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • systematisch an Probleme herangehen zu können (2) • selbstkritisch Ergebnisse diskutieren und kontrollieren zu können (1) • im Team arbeiten zu können (2)
Angebotene Lehrunterlagen
EI-Wiki (Vorherige Projekte)
Lehrmedien
Rechner, Beamer, Tafel, Flipchart, Evaluationboards, Logikanalyzer, Mikroskop, 3D-Drucker, Lötarbeitsplatz, EI-Wiki
Literatur
• Datenblätter (englisch) des benutzten Prozessors • Assembly language programming, ARM Cortex M3, Vincent Mahout, Wiley, 2012 • ARM assembly language with hardware experiments, Ara Elahi, Trevor Arjeski, Springer, 2015 • Introduction to ARM Cortex-M microcontrollers, Jonathan W. Valvano, 2015, Vol. 1englischsprachige Original-Datenblätter des Prozessorherstellers

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Intelligente Stromnetze (Intelligent Powergrids)	3

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Matthias Haslbeck	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
EN und EV

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Intelligente Stromnetze	4 SWS	5

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Intelligente Stromnetze	**ISN**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Matthias Haslbeck	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Matthias Haslbeck	nur im Wintersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Praktikum	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	Vor- und Nachbereitung: 62 h, Prüfungsvorbereitung: 32 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

0 EINFÜHRUNG INTELLIGENTE STROMNETZE
0.1 Definition / Einordnung Begriffe „int. Stromnetze / SmartGrid“
0.2 Treiber/Gründe für die Notwendigkeit int. Stromnetze in Deutschland
0.3 Herausforderungen für das deutsche Stromnetz

1 AUFBAU des deutschen Stromnetzes
1.1 Allg. Begriffe
1.2 Spannungsebenen
1.3 Netztopologien
1.4 Elemente je Spannungsebene
1.5 Versorgungszuverlässigkeit / Störungen
1.6 Übertragungsnetz: Aufgaben / Netzformen und Bsp.
1.7 Verteilungsnetz: Aufgaben / Netzformen und Bsp.

2 STRÖME UND SPANNUNGEN IM DREHSTROMNETZ
2.1 Spannungsprofil in Netzen
2.1.1 Spannungsfall oder Spannungsdifferenz?
2.1.2 Spannungsgrenzwerte
2.1.3 Spannungsgleichung als Funktion von Wirk- und Blindleistung
2.1.4 Maßnahmen zur Verbesserung der Spannungshaltung
2.2 Stromverteilung in einfachen Netzen
2.3 Stromverteilung in vermaschten Netzen
2.3.1 Wiederholung (Stromverteilung, Momente...)
2.3.2 Knotenpotenzialverfahren
2.3.3 Stromitertationsverfahren
2.3.4 Newton-(Raphson)-Verfahren
2.3.5 Bedeutung der Jacobi-Matrix für die Spannungsregelung

3 KURZSCHLUSSSTROMBERECHNUNG
3.1 Kurzschlussstromberechnung symmetrischer Fehler (3polig)
3.1.1 Kurzschlussstromverlauf im Zeitbereich
3.1.2 Normberechnungsverfahren mit Korrekturfaktoren für Impedanzen und Faktoren für Stoß-, Ausschalt und Dauer-KS-Strom
3.1.3 Netz mit mehreren Kurzschlussstromquellen
3.2 Kurzschlussstromberechnung unsymmetrischer Fehler
3.2.1 Unsymmetrische Belastung
3.2.2 Symmetrische Komponenten
3.2.3 Komponentenimpedanzen von Betriebsmitteln
3.2.4 Berechnungsverfahren
3.2.5 Berechnung der Kurzschlussströme
3.3 Erdschlussstromberechnung und Sternpunkterdung
3.3.1 Netze ohne Sternpunkterdung (isolierter Sternpunkt)
3.3.2 Netze mit Resonanz-Sternpunkterdung
3.3.3 Netze mit starrer oder niederohmiger Sternpunkterdung

4 AUSGEWÄHLTE BEISPIELE INTELLIGENTER ANSÄTZE, REGELVERFAHREN UND BETRIEBSMITTEL
4.1 Spannungshaltung und Blindleistung
4.2 Übertragbare Leistung und Leistungsflusssteuerung mittels Regeltransformatoren
4.3 Frequenzhaltung und Wirkleistung

4.4 weitere flexible Inhalte

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Grundlagen zu Aufbau und Betrieb des deutschen Stromnetzes (u.a. Netzbetriebsmittel, Spannungsebenen, Netzformen) (1) zu kennen
- die Treiber und Herausforderung für die Planung und den Betrieb von intelligenten Netzen mit hoher dezentraler Energieeinspeisung (u.a. Energie- und Klimawende mit stärkerer Elektrifizierung aller Sektoren, dezentrale Energieerzeugung mit Lastflussumkehr) (2) zu kennen
- grundlegende Methoden und Verfahren zur Auslegung bzw. Bewertung von Netzen anwenden (u. a. Spannungs- und Stromgrenzwerte, Lastflussberechnung mittels verschiedener Verfahren, Kurzschlussstromberechnung für sym. und unsym. Fehler) (3) zu können
- ausgewählte Beispiele intelligenter Ansätze, Regelverfahren und Betriebsmittel zu kennen und diese anwenden (3) und verstehen zu können

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Skripten, Folien, Übungsaufgaben

Lehrmedien

Tafel, Rechner/Beamer

Literatur

- Flossdorf, Hilgarth: Elektrische Energieverteilung, Vieweg+Teubner, 2005
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer, 2004
- Balzer, Nelles, Tuttas: Kurzschlussstromberechnung, VDE-Verlag, 2009

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Leistungselektronik und Energiespeicher (Power Electronics and Energy Storage Systems)	5

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Grundkenntnisse in Elektronik und Schaltungstechnik

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Leistungselektronik und Energiespeicher	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Leistungselektronik und Energiespeicher	**LEE**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Manfred Bruckmann	nur im Sommersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht, Übungen, Vorträge von Studierenden, Teamprojekt

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS		5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	64 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität
- Leistungselektronische Systeme für energietechnische Anwendungen
- Vertiefung Leistungselektronik: Vektormodulation für Drehstromantriebe. Dimensionierung von Umrichtern.
- Besonderheiten bei Stromrichtern für mobile und stationäre Anwendungen: Verluste, Hill Hold Problematik, Lastwechselfestigkeit, Zuverlässigkeit
- Energiespeicher: Batterien, Doppelschichtkondensatoren, Brennstoffzellen und ihre zugehörigen leistungselektronischen Schaltungen
- Ladungsbalancerschaltung für Batteriesysteme
- Netzfreundliche Ladeschaltungen für Energiespeichersysteme.
- Selbstständige Konzeptionierung von stationären und mobilen Systemen mit Energiespeichen im Rahmen eines Teamprojektes.
- Analyse ausgewählter Themen in englischsprachigen Veröffentlichungen
- Grundlagen Multilevelumrichter für Anwendungen in Energienetzen / Antrieben: Aufbau Funktion und Modulation.

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität sowie energietechnische Anwendungen zu benennen (1), den Aufbau und das Betriebsverhalten zu erklären (1) und eine Schaltungstopologie auf ihren Einsatz hin zu bewerten (2),
- leistungselektronische Systeme für die Elektromobilität sowie energietechnische Anwendungen auszuwählen zu dimensionieren (2),
- die zu den Energiespeichern passenden leistungselektronischen Schaltungen auszuwählen (2) und deren Bestimmungsgrößen zu berechnen.(2)
- Ausgewählte leistungselektronische Problemstellungen mit Hilfe geeigneter Berechnungsmethoden als auch mit Hilfe von Simulation zu lösen.(3)
- Leistungselektronische Systeme bezüglich ihrer Vorteile als auch ihrer Einsatzgrenzen zu bewerten.(3)
- Im Rahmen eines Projektteams ein leistungselektronisches Systeme für z.B. einen Hybridantrieb zu konzeptionieren (3) und die geeigneten Bauelemente (2) auszuwählen und die Ergebnisse in einer Präsentation vorzustellen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Skript, Übungsaufgaben, Arbeitsblätter, Literaturliste

Lehrmedien

Beamer, Tafel, Rechner

Literatur

- Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and Design, John Wiley and Sons,
- Erickson, Maksimovic: Fundamentals of Power Electronics, KluwerAcademic Publishers
- D. Schröder: Elektrische Antriebe 4: Leistungselektronische Schaltungen, 1. Auflage, Springer Verlag,
- Jossen, Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Reichardt Verlag,

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Masterarbeit (Master Thesis)	12

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3	1	Pflicht	30

Verpflichtende Voraussetzungen
Das Thema der Masterarbeit kann frühestens ausgegeben werden, wenn im Studienfortschritt 45 Credits erreicht wurden.

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Masterarbeit Präsentation		6
2.	Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung		24

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen
Anforderung an dual Studierende: Die Masterarbeit wird als externe Arbeit beim Praxispartner durchgeführt. Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor. Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg.

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Masterarbeit Präsentation	**MP**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz
Betreuender Professor-betreuende Professorin	

Lehrform
Selbständige ingenieurmäßige Präsentation eines wissenschaftlichen Projektes unter Anleitung durch den jeweiligen betreuenden Dozenten.

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3		Deutsch	6

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	180 h

Studien- und Prüfungsleistung
mündlicher Prüfungsvortrag (max. 45 Minuten)

Inhalte
• Schriftliche Aufarbeitung und Dokumentation der Masterarbeit. Dies erfordert sowohl die Durchführung von Literatur-Recherchen als auch das Verfassen wissenschaftlicher Texte. • Mündliche Präsentation und Begründung der erarbeiteten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang sind geeignete Vortragstechniken zu erlernen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen Grundlagen und ihre fachübergreifenden Zusammenhänge mündlich darzustellen, zu präsentieren und selbständig zu begründen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Literatur
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Masterarbeit schriftliche Ausarbeitung	**MA**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz
Betreuender Professor-betreuende Professorin	

Lehrform
Eigenständige Ingenieurarbeit nach wissenschaftlichen Methoden mit Dokumentation unter fachlicher Anleitung der jeweils betreuenden Dozenten.

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3		Deutsch	24

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	Erstellung der Masterarbeit: 720 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Masterarbeit

Inhalte
• Selbständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines praxisorientierten Projektes bzw. Problems auf Basis einer wissenschaftlichen Vorgehensweise. Ausgangpunkt ist dabei eine theoretische, konstruktive experimentelle Aufgabenstellung. • Das Thema ist in Absprache mit dem jeweiligen betreuenden Dozenten wählbar und kann sowohl an der Hochschule als auch extern in einem Unternehmen bearbeitet werden. • Die gewählte Aufgabenstellung soll im Bereich „Elektromobilität“ und/oder „Energienetze“ angesiedelt sein, so dass der Studierende ein Problem bzw. Projekt aus der im Master spezifischen Fachrichtung bearbeiten muss. • Der Studierende zeigt mit der Erstellung der Masterarbeit, dass er in der Lage ist, sein Fachwissen und die im Studium erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten problemlösungsorientiert anzuwenden. Dabei ist auch eine fächerübergreifende Betrachtung sowie eine gesellschaftskritische Hinterfragung des Themenfeldes und derzu erarbeitenden Problemlösung erforderlich. • Die Masterarbeit unterscheidet sich von der Bachelorarbeit sowohl im Umfang als auchin der Komplexität der Problemstellung.
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • sowohl fachliche Einzelheiten als auch fachübergreifende Zusammenhänge zu verstehen (3)

- Ergebnisse nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Anforderungen aufzubereiten und zu dokumentieren (3)
- ein größeres ingenieurwissenschaftliches Projekt innerhalb einer vorgegeben Frist selbständig zu bearbeiten (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
sämtliche Manuskripte, Übungsaufgaben etc. des Studienverlaufs
Lehrmedien
alle erforderlichen Unterlagen zur Themenbearbeitung
Literatur
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Numerische Mathematik (Numerical Mathematics)	1

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik

Zuordnung zu weiteren Studiengängen
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Numerische Mathematik	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Numerische Mathematik	**NUM**

Verantwortliche/r	Fakultät
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	nur im Sommersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praktikum im Computerraum

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	60 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Rechengenauigkeit
- Kondition und Fehlerkontrollen, Vektor- und Matrixnorm
- Nullstellenverfahren
- Lösung großer linearer Gleichungssysteme
- Interpolation und Approximation, Splines
- Fourier-Analyse
- Numerische Integration
- Lösungsmethoden von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- bei numerischen Rechnungen aller behandelten Arten abzuschätzen wie groß die auftretenden Fehler sind und wovon diese abhängen. (2)
- verschiedene bekannte Lösungsverfahren für verschiedene Problemtypen zu kennen (1) und für eine konkrete Problemstellung ein passendes Verfahren auszuwählen (2)
- die Unterschiede und Vor- bzw. Nachteile zwischen klassischen und numerischen Lösungsverfahren von Anfangs- bzw. Randwertproblemen aufzulisten (1) und im Falle von numerischen Lösung ein zur Aufgabenstellung passendes Verfahren zu wählen (2)

- bei ihnen unbekannten numerischen Verfahren aus prinzipiell bekannten Teilbereichen der Numerik hinsichtlich ihrer Qualität zu analysieren (3)
- zu erkennen bei welchen Arten von Problemen die Verwendung eines numerischen Verfahrens sinnvoll sein könnte oder eben auch nicht. (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2)
- zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1)
- die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1)
- durch ein tieferes Verständnis von Numerik und damit auch von durch numerische Rechnungen bzw. Simulationen erhaltenen Resultate und Erkenntnisse zu bewerten und damit zu einem verantwortungsvollen Umgang mit von computergestützter Wissenschaft zu gelangen. (3)

Angebotene Lehrunterlagen

Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, mathematische Software, Literaturliste

Lehrmedien

Tafel, Overheadprojektor, Beamer, Software

Literatur

- Dahmen, D; Reusken, A: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer (2008)
- Huckle, T; Schneider, S: Numerische Methoden, Springer (2006)
- Hermann, M: Numerische Mathematik, Oldenbourg (2011)
- Press, W; Teukolski, S; Vetterling, W; Flannery, B: Numerical recipies, Cambridge University Press (2007)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)	3

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	Elektro- und Informationstechnik

Zuordnung zu weiteren Studiengängen
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
Overview of fundamental quantities in vector analysis and their significance. Correct calculation of fundamental quantities in vector analysis. Knowledge, skills, and competencies acquired in a course on fields, waves, and transmission lines worth at least 5 ECTS credits.

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Theoretische Elektrotechnik	4 SWS	5

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen
Bitte beachten: Bei diesem Modul handelt es sich im Master Elektro- und Informationstechnik um ein Pflichtmodul. Im Master Elektromobiltät und Energienetze handelt es sich um ein Wahlpflichtmodul - entweder das Modul "Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik, Optimierung" oder das Modul "Theoretische Elektrotechnik" ist zu belegen.

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Theoretische Elektrotechnik	**TET**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Mikhail Chamonine Prof. Dr. Oliver Sterz	in jedem Semester
Lehrform	
Seminar-style instruction with approx. 15% practical exercises.	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	4 SWS	Englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h preparation and follow-up, 32 h exam preparation

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
- Introduction • Maxwell's equations in differential and integral form. • Classification of electromagnetic problems. • Classification of differential equations and boundary conditions. • Helmholtz's theorem. • Uniqueness theorem. - Electrostatics • Electric potential. • Laplace and Poisson equations. • Work and energy in electrostatics. • Conducting bodies. • Potentials of various charge distributions. Multipole expansion. • Specific solution methods for the Laplace equation. - Magnetostatics • Magnetic potentials. • Continuity conditions. • Multipole expansion for the vector potential. • Inductance. - Electric and magnetic fields in matter • Field of a polarized object. • Field of a magnetized object. - Slowly time-varying fields • Skin effect, eddy currents. - Conservation laws • Charge conservation. • Energy conservation. Poynting's theorem. • Maxwell stress tensor. • Angular momentum. - Electromagnetic waves • Wave equation. • Plane waves. Solutions for various materials. Skin depth. • Refraction and reflection. Surface wave. • Waveguides. - Radiation • Dipole radiation.
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Upon successful completion of the sub-module, students will be able to: • understand fundamental concepts and technical terms in electrodynamics. (1) • understand conservation laws. (1)

- mathematically describe electromagnetic phenomena based on fundamental physical quantities using the fundamental equations of electromagnetism (Maxwell's equations) and solve these equations. (2)
- draw qualitative conclusions based on a limited number of physical concepts and laws. (2)
- understand and apply Maxwell's equations to calculate field distributions. (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
Upon successful completion of the sub-module, students will be able to acquire the competencies listed in the introductory section under "2. Learning Objectives" (see page 2 of the module handbook).

Angebotene Lehrunterlagen

Practice exercises, reading list

Lehrmedien

Blackboard, overhead projector, computer, projector

Literatur

David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2017.
Heino Henke, Elektromagnetische Felder, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015.
M. Nahvi, J.A. Edminister, Electromagnetics, Fifth Edition, McGraw Hill, 2019.
Matthew N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics with MATLAB®, CRC Press, Boca Raton, USA, 2009.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Vertiefungsmodule (Advanced Modules)	9, 10, 11

Modulverantwortliche/r	Fakultät
N.N.	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Besondere netztechnische Betriebsmittel	4 SWS	5
2.	Bordnetze und mobile Energiespeicher	4 SWS	5
3.	Geregelte Elektrische Antriebe	4 SWS	5
4.	Multiphysikalische Modellierung und Simulation	4 SWS	5
5.	Netzstabilität und Netzregelung	4 SWS	5
6.	Netz- und Elektrizitätswirtschaft	4 SWS	5
7.	Simulation elektrischer Netze und Geräte	4 SWS	5
8.	Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Besondere netztechnische Betriebsmittel	**BNB**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Matthias Haslbeck	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Manfred Bruckmann Prof. Dr. Matthias Haslbeck	nur im Sommersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	Vor-/Nachbereitungszeit/Prüfungsvorbereitung: 90 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)
- FACTS
- Regel- und Phasenschiebertransformatoren
- Rotierende Phasenschieber
- Wechselrichter
- Lastflusssteuerung durch besondere netztechnische Betriebsmittel

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Aufbau und Wirkungsweise der besonderen netztechnischen Betriebsmittel (BNB) beschreiben zu können (1)
- Den Einfluss der BNB auf den Lastfluss berechnen zu können (3)
- Die Auswirkungen der BNB auf die Netzplanung und den Netzbetrieb zu verstehen und deren Anwendung auswählen zu können (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, punktueller Einsatz des Lastflussberechnungsprogramms PowerFactory
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Empfohlene Vorkenntnisse: Elektrische Energieverteilung bzw. elektrische Netztechnik, als Vertiefung zur Vorlesung ISN geeignet

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Bordnetze und mobile Energiespeicher	**BME**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Robert Huber	nur im Sommersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht, Übungen	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Funktion und Aufbau elektrischer Bordnetze
- Spannungsebenen und deren Kopplung
- Funktionsweise und Betriebseigenschaften von Li-Ionen-Batterien
- Batteriemanagement-Systeme
- Ladeinfrastruktur
- Funktionsweise und Betriebseigenschaften von Brennstoffzellen
- Alternative mobile Energiespeicher

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den Aufbau von Bordnetzen zu beschreiben (1)
- Spannungsebenen der Bordnetze geeignet auszuwählen (2)
- geeignete Energiespeicher für ein Elektrofahrzeug auszuwählen (3)
- geeignete Modelle für Energiespeicher für die Beurteilung des Gesamtsystems zu erstellen (3)
- Funktion und Aufbau von Batteriemanagementsystemen zu beschreiben (1)
- geeignete Ladeinfrastruktur zu beschreiben (1) und auszuwählen (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
• Kurzweil, Peter und Dietlmeier, Otto K.: Elektrochemische Speicher, Springer Vieweg 2015 • Kurzweil, Peter: Brennstoffzellentechnik, Springer Vieweg 2016 • Reif, K.: Batterien, Bordnetze und Vernetzung, Vieweg+Teubner 2010

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	**TM-Kurzbezeichnung**
Geregelte Elektrische Antriebe	**GEA**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Manfred Bruckmann Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Manfred Bruckmann Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	nur im Wintersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Simulationen

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	56 h Vor- und Nachbereitung, 38 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

Teil A (2 SWS): Leistungselektronische Steller (Prof. Bruckmann)

Gleichstromsteller, Drehstromsteller, Istwerterfassung, Ansteuerung

1. Leistungselektronische Steller
   - Leistungsteile für DC Brushless - DC Drehstrommotoren
   - Leistungsteile für Reluktanzmotoren
   - Leistungsteile für Schrittmotoren
   - Spannungsschwellen Stromschwellen Isolationskoordination

2. Istwerterfassung

   - Sensoren für die Strommessung
   - Sensoren für die Spannungsmessung
   - Sensoren für Lage und Drehzahlmessung, Hallsenoren.
   - Dazu gehörige Schaltungen bzw. Prinzipien.

3. Potenzialtrennung

   - Anforderungen
   - Potenzialtrennung analog,
   - Potenzialtrennung digital,

4. Ansteuerung und Schutz

   - Anforderungen
   - Lösungsansätze
   - Praktisches Beispiel einer ausgeführten Schaltung

5. Praktische Beispiele

   - Studentisches Projekt 1
   - Studentisches Projekt 2
   - Studentisches Projekt 3
   - Studentisches Projekt 4

Teil B (2 SWS): Regelung elektrischer Antriebe (Prof. Hopfensperger)

1. Grundlagen
   - Komponenten eines Antriebsystems
   - Translatorische, rotatorische Bewegung, mechanische Bewegungsgleichung
   - Bestimmung Massenträgheitsmoment

2. Regelung der Gleichstrommaschine (GM)

   - Modellbildung GM
   - Regelungstechnische Modellbildung von Stromrichtern
   - Auslegung des Ankerstromreglers
   - Auslegung des Drehzahlreglers

3. Drehfeldantriebe

- Drehfelderzeugung
- Raumzeigerbeschreibung
- Systemgleichungen

4. Regelung der Synchronmaschine (SM)

- Beschreibung der SM im polradfesten Bezugssystem
- Regelungstechnische Struktur der SM
- Auslegung des Stromreglers
- Auslegung des Drehzahlreglers

5. Regelung der Asynchronmaschine (ASM)

- Regelungstechnisches Modell einer ASM
- Spannungsmodell
- Strommodell
- Feldorientierte Regelung der spannungsgespeisten ASM

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- leistungselektronische Stellglieder für die Regelung elektrischer Antriebe zu benennen (1), den Aufbau und das Betriebsverhalten zu erklären (1) und eine Schaltungstopologie auf ihren Einsatz hin zu bewerten (2),
- eine Auslegung von leistungselektronischen Stellgliedern vorzunehmen (2),
- den Aufbau und die Inbetriebnahme eines drehzahlgeregelten Antriebs in selbständiger Teamarbeit vorzunehmen (3),
- Modulationsverfahren zu bewerten (2),
- Systemgleichungen von elektrischer Antriebsmaschinen aufzustellen (2) und einen Wirkungsplan als Basis für eine Simulation herzuleiten (2),
- Strom- und Drehzahlregelkreise in Abhängigkeit der Systemparameter zu dimensionieren (2),
- applikationsspezifische Anforderungen einzuschätzen (3) und dafür ein Antriebssystem zu entwerfen (2).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Übungsaufgaben, Arbeitsblätter

Lehrmedien

Tafelbild, Präsentation, Übungsbeispiele

Literatur
Teil A: wird während der Vorlesung bekannt gegeben Teil B: • Nuß, U.; Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe, VDE-Verlag, 2010, ISBN:978-3-8007-3218-0 • Probst, U.; Servoantriebe in der Automatisierungstechnik, Vieweg, 2011, ISBN978-3-8348-0927-8 • Quang, N. P., Dittrich, J.-A.; Vector Control of Three-Phase AC Machines, Springer Verlag • Schröder D.; Elektrische Antriebe, Springer Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Multiphysikalische Modellierung und Simulation	**MMS**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Thomas Kühner	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Thomas Kühner	nur im Sommersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht, 50 % Übungen am Rechner

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch/Englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
Modelica ist eine freie, objektorientierte, akausale und gleichungsbasierte Modellierungssprache für komplexe physikalische Systeme der Elektrotechnik, Mechanik, Antriebstechnik, Mechatronik, Thermodynamik und Regelungstechnik. • Prinzipien der Modellierung und Simulation • Modellierungs- und Simulationsumgebungen: OpenModelica und Dymola • Grundlegende Modelica-Syntax • Fortgeschrittene Modelica-Funktionalität • Elektrische und Mechanische Modellierung • Thermodynamische Modellierung und Regelungstechnik • Effiziente Organisation von Parameter-DatensätzenFunctional Mockup Interface: Export von multiphysikalischen Modellen für den Import in andere Entwicklungswerkzeuge wie z.B. Simulink
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Modellierungs- und Simulationsumgebungen zu benennen (1) • Modelle aus in Bibliotheken vorhandenen Komponenten aufzubauen (2)

- das Verhalten von Systemen mit Hilfe geeigneter Modelle zu untersuchen und zu beurteilen (3)
- Simulationen durchzuführen und die Ergebnisse zu validieren (3)
- eigene Modelle für Komponenten zu entwickeln (2), zu validieren (3) und in Bibliotheken zu organisieren (2)
- Modelle als Functional Mockup Unit zu exportieren und in Simulink zu verwenden (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Präsentation, Beiblätter, Tafelbild, Übungen

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Tafel

Literatur

- Fritzson, Peter: Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach, Wiley, 2014
- Kral, Christian: Modelica – Objektorientierte Modellbildung von Drehfeldmaschinen, Hanser 2019

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Documents English, teaching language is German or English depending on students.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Netzstabilität und Netzregelung	**NSR**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Oliver Brückl	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Oliver Brückl	nur im Wintersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	66 h Vor- und Nachbereitung, 24 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Begriffe der Netzstabilität
- Dynamik der Frequenzhaltung und Lastabwurf/Kaskade
- Regelleistung (Ursachen, Arten, Abruf, Dimensionierung)
- Gesicherte Leistung (Bestimmung)
- Engpassmanagement
- Kurzschlussleistung und Polradwinkelstabilität
- Spannungshaltung/Blindleistung, Spannungskollaps
- Netzwiederaufbau

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Begrifflichkeiten der Netzstabilität erklären zu können (1)
- die verschiedenen Stabilitätsphänomene beschreiben zu können (1) und in ihren Grundzügen berechnen zu können (3)
- den Regelleistungsbedarf sowie die gesicherter Leistung wahrscheinlichkeitstheoretisch ermitteln zu können (3)
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Netzstabilität einsetzen zu können (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer
Literatur
-
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Empfohlene Vorkenntnisse: El. Energieverteilung bzw. el. Netztechnik, Netzplanung und Netzregelung

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Netz- und Elektrizitätswirtschaft	**NEW**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Oliver Brückl	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Oliver Brückl	nur im Sommersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht mit 10-15 % Übungsanteil

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	66 h Vor- und Nachbereitung, 24 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Grundlagen des Stromhandels (Bilanzkreise, Strombörse, Produkte, Preisbildung, Grenzhandel)
- Beschaffung von Regelleistung und anderen Systemdienstleistungen
- Regulierung
- Einspeisemanagement/Redispatch
- Verlustenergiebeschaffung
- Netzentgelt- und Abgabensystem

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Aufbau und Funktionsweise des Stromhandels erklären zu können (1)
- den Zusammenhang und Wechselwirkungen zwischen Markt und Regulierung zu verstehen (3)
- die Abgabensystematik darlegen zu können (1) und deren Einfluss auf ein system- und netzdienliches Verhalten der Netznutzer zu verstehen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Präsentationsunterlagen und Übungen
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer
Literatur

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Simulation elektrischer Netze und Geräte	**SEN**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Franz Fuchs	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Franz Fuchs Prof. Dr. Matthias Haslbeck	nur im Wintersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht mit Übungen im CIP Pool	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	56 h Vor- und Nachbereitung, 38 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

A) Simulation elektrischer Netze

- Grundlagen der Planung elektrischer Netze
- Aufgabenstellungen zur Planung elektrische Netze in der Industrie und Forschung
- Numerische Verfahren zur Lastflussberechnung von Stromnetzen
- Einsatzfälle iterative Lastflussberechnungen in der Industrie und Forschung
- Einführung in die Berechnung elektrischer Energieverteilungsnetze mit der Software „PowerFactory“
- Berechnung ausgewählter Fallbeispiele unter Verwendung der Software „PowerFactory“

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
A) Simulation elektrischer Netze

- praxisnah die Methoden und Verfahren der Netzplanung von Netzen anwenden zu können (2)
- einen Netzplan zu erstellen, Netzplanungsrechnungen durchzuführen und zu interpretieren (3)

- das Verfahren der Kurzschlussstromberechnung für symmetrische und unsymmetrische Kurzschlüsse nach der VDE 0102 (2002-07) simulationstechnisch anzuwenden (3)
- die Spannungshaltung und die Wirk- und Blindleistungsflüsse in Netzen unter Berücksichtigung von regelbaren Transformatoren zu verstehen und zu simulieren (3)
- zeitreihenbasierte Simulationen durchführen (1)

B) Simulation elektrischer Geräte
· Grundlagen des elektrischen Feldes
· Grundlagen der Feldberechnung
· Numerische Lösungsverfahren für elektrische Felder
· Numerische Feldberechnung mittels Methode der Finiten Elemente
· Einsatzmöglichkeiten numerischer Simulationsverfahren in der Industrie
· Aufgabenstellung zur Simulation elektrischer Felder in der Hochspannungstechnik
· Grundsätzliche Vorgehensweise bei der numerischen Feldberechnung
· Einführung in die Berechnung elektrostatischer Felder mit der FEM-Software „COMSOL“
· Berechnung der elektrischen Feldverteilung an ausgewählten Beispielen

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen

Folien, Übungsaufgaben, Inhalte von SEN ergänzen, praxisnah die Inhalte der Vorlesung ISN

Lehrmedien

Rechner, Simulationsprogramme

Literatur

- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer, 2004
- Balzer, Nelles, Tuttas: Kurzschlussstromberechnung, VDE-Verlag, 200
- Küchler, A: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 2017
- Schwab, A. J.: Begriffe der Feldtheorie; Springer-Verlag, 2019

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Das Modul besteht aus zwei Teilen:
- A: Simulation elektrischer Netze (Prof.Dr. Matthias Haslbeck)
- B: Simulation elektrischer Geräte (Prof.Dr. Franz Fuchs)

Empfohlene Voraussetzungen für die einzelnen Teile:

- für A: ISN
- für B: Hochspannungstechnik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Thermisches Betriebsmanagement im Fahrzeug	**TBF**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Robert Huber	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Robert Huber	nur im Wintersemester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht, Übungen	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56 h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Energieflüsse und Wärmemanagement im Fahrzeug
- Grundlagen Strömungsrechnung, Wärme- und Stofftransport als Basis zur Berechnung von Kühlkreisläufen
- Grundlagen Wärme- und Kältetechnik
- Aufbau und Kühlkonzepte von Hochvoltspeichersystemen
- Batteriemanagementsysteme für Hochvoltspeichersysteme
- Betriebsstrategie und Betriebssicherheit von Hochvoltspeichersystemen
- Kühlungsbedarf von elektrischen Maschinen und Leistungselektronik
- Thermisches Betriebsmanagement von elektrischen Maschinen und Invertern

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Komponenten sowie die Notwendigkeit, Nutzen und Herausforderungen des Wärmemanagements zu kennen (1)
- Energieflüsse, Wärme- und Stoffströme im Fahrzeug zu analysieren und zu beschreiben (2)
- einfache Wärmemanagementsysteme zu berechnen und auszulegen (3)
- Funktion und Aufbau von Batteriemanagementsystemen zu beschreiben (2)
- einfache Batteriemanagementsystemen zu entwerfen (3)

- das thermische Verhalten von Antriebskomponenten im Elektrofahrzeug zu analysieren (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentation, Beiblätter, Vorlesungsmitschrift, Übungen
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
Vorlesungsunterlage

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung (Probability Calculation, Statistics and Optimization)	2

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik

Zuordnung zu weiteren Studiengängen
Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	1	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung	4 SWS	5

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Optimierung	**WSO**

Verantwortliche/r	Fakultät
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	Informatik und Mathematik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Dr. Gabriela X-Tapken (LBA)	nur im Wintersemester

Lehrform
Seminaristischer Unterricht mit Übungen

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1	4 SWS	Deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	60 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung z.B. Kenngrößen, Verteilungen, bedingte Wahrscheinlichkeiten
- Beschreibende Statistik z.B. Kenngrößen, graphische Darstellungen
- Schließende Statistik z.B. Tests, Konfidenzbereiche, Regression
- Optimierung z.B. Methoden zur Optimierung von Graphen und Netzwerken, Gradientenverfahren

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Denkweise der Wahrscheinlichkeitstheorie zu verstehen (2)
- mit bedingten Wahrscheinlichkeiten umzugehen (2)
- statistische Daten für Fachexperten oder Laien verständlich aufzubereiten (1) und zu analysieren (3)
- einen Überblick über vorhandene Optimierungsverfahren verschiedener Bereiche zu geben (1) und ein zur Anwendung passendes Verfahren auszuwählen und anzuwenden (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2) • zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1) • die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1) • durch ein tieferes Verständnis von Wahrscheinlichkeitstheorie/Statistik öffentliche Statistiken zu interpretieren und einzuordnen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Lückenskript, Übungsaufgaben und Lösungen, Literaturliste
Lehrmedien
Tafel, Overheadprojektor, Beamer
Literatur
• Büchter, A.; Henn, H.-W.: Elementare Stochastik, Springer • Georgii, H.: Stochastik, De Gruyter Lehrbuch (2015) • Henze, N. Stochastik für Einsteiger, Springer Spektrum (2018) • Neumann, K, Morlock, M: Combinatorial Optimization, Hanser-Verlag (2002) • Domschke, W., Drexl, A.: Eine Einführung in Operations Research, Springer (2011)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Wissenschaftliches Projektmodul (Project Modul)	7

Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	1	Pflicht	10

Empfohlene Vorkenntnisse
Grundlagen des ingenieurmäßigen Arbeitens aus einem vorhergehenden Bachelorstudium

Inhalte

Das wissenschaftlilche Projektmodul besteht aus zwei Teilmodulen, die zeitlich und thematisch unabhängig voneinander belegt bzw. bearbeitet werden können:

1) Die wissenschaftliche Projektarbeit (WPA) ist eine wissenschaftliche Arbeit, die in Abstimmung mit der Aufgabenstellerin / dem Aufgabensteller losgelöst vom Semesterzeitraum in einem Labor der Fakultät durchgeführt wird. Mögliche Projektthemen erfragen Sie bitte bei den Professorinnen/Professoren Ihres interessierten Fachgebietes.
2) Das wissenschaftliche Projektseminar (WSE) setzt sich aus einem wissenschaftlichen Vortrag und einer Literaturbewertung zu einem ausgewählten Thema zusammen und wird jedes Semester im Vorlesungszeitraum angeboten.

- Erarbeitung ausgewählter Themen im Bereich Elektromobilität, Energienetze,Leistungselektronik, Energiespeicher
- Projektorganisation, Projektstrukturierung, Projekt-Controlling
- Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse
- Datenerhebung und -darstellung, Schwachstellenanalyse
- Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung im Team unter Berücksichtigung von methodischen, systemtechnischen und wertanalytischen Vorgehensweisen
- Systematische Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projektes

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- eine wissenschaftliche Projektarbeit zu planen (2), durchzuführen (2), zu dokumentieren (2) und zu präsentieren (2),
- ein ausgewähltes Thema im Rahmen eines wissenschaftlichen Seminars aufzubereiten (2), relevante Literatur zu recherchieren (2) und auszuwählen (3), inhaltlich zu präsentieren (2) und eine Literaturbewertung zu verfassen (2).

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Wissenschaftliche Projektarbeit	2 SWS	8
2.	Wissenschaftliches Seminar	2 SWS	2

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen
Anforderung an dual Studierende: Die Projektarbeit muss beim Praxispartner durchgeführt werden. Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor. Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg.

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wissenschaftliche Projektarbeit		**WPA**
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Betreuender Professor-betreuende Professorin	in jedem Semester	
Lehrform		
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	2 SWS	Deutsch	8

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
28 h	Selbständige Projektarbeit: 212 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
Durchführung eines Entwicklungsprojektes im Bereich der Elektromobilität, Energienetze,Leistungselektronik oder Energiespeicher. Dieses Projekt beinhaltet folgende Teilarbeiten: • Projektorganisation, Projektstrukturierung, Projekt-Controlling • Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse • Datenerhebung und -darstellung, Schwachstellenanalyse • Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung im Team unter Berücksichtigung von methodischen, systemtechnischen und wertanalytischen Vorgehensweisen • Systematische Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projektes
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • das im Studium erworbene Wissen anwendungsspezifisch einzusetzen (2), • ein wissenschaftliches Projekt inhaltlich zu planen (2), den Projektfortschritt zu kontrollieren (2) und ggfs. Projektprioritäten zu setzen (3), • die Projektergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Arbeit zu dokumentieren (2) und zu präsentieren (2).

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).
Angebotene Lehrunterlagen
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher
Lehrmedien
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
• Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung", Beuth Verlag, 2009 • Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens", UTB, 2011

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Wissenschaftliches Seminar	**WSE**

Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	Elektro- und Informationstechnik
Lehrende/r / Dozierende/r	**Angebotsfrequenz**
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Prof. Dr. Bernhard Hopfensperger	nur im Wintersemester

Lehrform
Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2	2 SWS	Deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
28 h	Literaturrecherche und Seminarvortrag: 32 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte

- Selbständige Erarbeitung eines ausgewählten Themas aus dem Bereich Elektromobilität, Energienetze, Leistungselektronik oder Energiespeicher durch die Studierenden.
- Sichtung und Analyse von vorhandenen Publikationen und Zusammenstellung dieser.
- Aufbereitung der Ergebnisse und Darstellung dieser durch eine schriftliche Ausarbeitung und eine Präsentation vor Mitstudierenden und Betreuern

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Literatur für das ausgewählte Thema zu recherchieren (2), zu sichten (2), auf ihre Relevanz hin zu bewerten (3),
- das erarbeitete Thema aufzubereiten (2) und zu präsentieren (2),
- die gesichtete Literatur zu bewerten (3) und zu dokumentieren (2).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,
die im Vorspann unter "2. Lernziele" erwähnten Kompetenzen zu erwerben (siehe Seite 2 des Modulhandbuchs).

Angebotene Lehrunterlagen
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher
Lehrmedien
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
• Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung" Beuth Verlag, 2009 • Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens"UTB, 2011

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden