



Modulhandbuch

Master Elektro- und Informationstechnik

Fakultät Elektrotechnik und Medientechnik

Prüfungsordnung 26.11.2020

Stand: Dienstag 22.11.2022 10:02

.....	1
.....	1
• MET-01 Fortgeschrittene Programmier Techniken	4
• MET-02 Numerische Methoden	7
• MET-03 Fremdsprachenkurs Master	10
• MET-04 Wahlpflichtmodule.....	13
▶ ET 26 Regelungstechnik 2	15
▶ ET 30 Leistungselektronik	16
▶ ET 34 Hochfrequenzelektronik	18
▶ ET 37 Nachrichtenübertragungstechnik 2	20
▶ MET 1204 Batteries and Supercaps	23
▶ MET 1204 Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik	23
▶ MET 1204 Fortgeschrittene Schaltungstechnik.....	25
▶ MET 1204 Stromversorgungsschaltungen	27
▶ MET 1204 Wahlpflichtfächer	30
▶ MET 1204 Regenerative Energien (Erzeugung und Verteilung)	30
▶ MET 1204 Optische Mess- und Sensortechnik	33
▶ MET 1204 Medizinische Anwendungen elektromagnetischer Wellen ...	34
• MET-05 Spezielle mathematische Methoden.....	35
• MET-06 Ausgewählte Themen der Betriebs- und Personalführung.....	39
• MET-07 Mastermodul.....	42
▶ MET 3102 Masterseminar	44
▶ MET 3103 Masterarbeit	44
• MET-08 Ausgewählte Themen der Optoelektronik und Lasertechnologie	46
• MET-09 Ausgewählte Themen der Mikro- und Nanoelektronik 52	
• MET-10 Systeme der Hochfrequenz- und Funktechnik.....	55
• MET-11 Spezielle Bauelemente und Schaltungen.....	58
• MET-12 Signale und Systeme der Nachrichtentechnik	62



- ***MET-13 Höhere Modellbildung und Simulation67***
- ***MET-14 Ausgewählte Themen der Regelungstechnik.....73***
- ***MET-15 Ausgewählte Themen der berührungslosen Sensorik
76***
- ***MET-16 Automobile und industrielle elektrische
Antriebssysteme.....79***
- ***MET-17 Fortgeschrittene Automatisierungstechnik83***



MET-01 FORTGESCHRITTENE PROGRAMMIERTECHNIKEN

Modul Nr.	MET-01
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Wölfel
Kursnummer und Kursname	MET 1101 Fortgeschrittene Programmieretechniken
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	Klausur
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden erweitern ihre Fähigkeiten in der Softwareprogrammierung und lernen in Teamarbeit komplexe Programme zu entwerfen und zu warten. Sie lernen anhand eines komplexen Softwareprojekts das Zusammenspiel von Entwurf, Wartung und Weiterentwicklung.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen die grundlegenden Funktionen sowie das Einsatzgebiet einer Versionskontrollsoftware und können die zugehörigen Softwarewerkzeuge im Rahmen eines Entwicklungsprozesses zuverlässig bedienen.

Die Studierenden entwickeln ihre Kenntnisse im Bereich der objektorientierten Programmierung weiter und können dieses Programmierparadigma gezielt einsetzen um komplexe Probleme zu lösen. Sie kennen die grundlegenden UML Werkzeuge und können diese anwenden um für einfache Probleme eine geeignete Softwarearchitektur zu entwerfen.

Die Studierenden kennen gängige Entwurfsmuster und können diese an geeigneter Stelle in ihrem eigenen Code umsetzen. Sie kennen die Entwicklungsmethode der



testgetriebenen Entwicklung und können eigene Softwaretests erstellen, mittels derer sie die Zuverlässigkeit der von ihnen entwickelten Software abschätzen können.

Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage ein Softwareprojekt zu realisieren und weiterzuentwickeln. Sie können sich in eine bereits bestehende Codebasis zielgerichtet einarbeiten und Ansatzpunkte für Erweiterungen identifizieren. Sie können die notwendigen Anforderungen für diese Erweiterungen analysieren und passende Lösungen entwickeln.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden setzen in Teamarbeit ein komplexes Softwareprojekt um. Sie können den Entwicklungsprozess angemessen mit Mitgliedern ihres Entwicklungsteams koordinieren. Sie sind in der Lage Feedback zu ihrer Arbeit angemessen umzusetzen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master); gemeinsames Studium, beide Schwerpunkte

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Informatik Grundkenntnisse sowie Beherrschung einer objektorientierten Programmiersprache

Inhalt

Umgang mit Versionskontrollsystemen

Software-Entwicklungsprozesse

Anforderungsanalyse

Softwarearchitektur mit UML

Software Entwurfsmuster

Unit-Tests



Test-driven development

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht mit praktischen Übungen

Besonderes

Mitarbeit in Open-Source Projekten

Empfohlene Literaturliste

R. Martin: Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship, 1. Auflage, Prentice Hall 2008.

M. Fowler: Patterns of Enterprise Application Architecture, 1. Auflage, Addison Wesley 2002.

E. Gamma / R. Helm / R. Johnson / J. Vlissides: Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software, 1. Auflage, Prentice Hall 1994.

A. Hunt / David Thomas / W. Cunningham: The Pragmatic Programmer. From Journeyman to Master, 1. Auflage, Addison Wesley 1999.



MET-02 NUMERISCHE METHODEN

Modul Nr.	MET-02
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Reinhard Schlosser
Kursnummer und Kursname	MET 1102 Numerische Methoden
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Bei der mathematischen Behandlung von technischen Problemstellungen treten häufig die folgenden Teilaufgaben auf: Das Lösen von linearen Gleichungssystemen, Interpolation und Extrapolation, das Lösen von nichtlinearen Gleichungen und nichtlinearen Gleichungssystemen, die Berechnung von bestimmten Integralen, das Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen und gewöhnlichen Differentialgleichungssystemen. Im Modul lernen die Studierenden diese Teilaufgaben mit Hilfe von numerischen Methoden zu lösen. Nach absolvieren des Moduls haben die Studierenden folgende Ziele erreicht: Sie wissen welche grundlegenden numerischen Methoden es zu obigen Teilaufgaben gibt, sie verstehen wie, warum und wann sie funktionieren, sie können die zu den Methoden gehörenden Algorithmen programmieren und in Beispielen und Aufgaben anwenden. Sie können unterschiedliche Methoden, die aber demselben Zweck dienen, analysieren und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile (Einfachheit, Genauigkeit, Rechenzeit, Robustheit) bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:



Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master); gemeinsames Studium, beide Schwerpunkte

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Zwissemestriger Standardkurs über Differential- und Integralrechnung, Vektor- und Matrizenrechnung

Inhalt

Lineare Gleichungssysteme (direkte Methoden)

Interpolation und Extrapolation

Nichtlineare Gleichungen und nichtlineare Gleichungssysteme

Lineare Gleichungssysteme (iterative Verfahren)

Berechnung von bestimmten Integralen

Gewöhnliche Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme

Lehr- und Lernmethoden

Im Vortrag werden die numerischen Methoden motiviert, hergeleitet und auf illustrierende, instruktive Beispiele angewendet. Dabei werden analytisch lösbare Beispiele wann immer möglich bevorzugt, um an den numerischen Ergebnissen die Genauigkeit und die Konvergenzgeschwindigkeit der numerischen Methoden anschaulich zu machen. Zu jeder Methode wird ein Pseudoalgorithmus formuliert. Dieser soll den Student motivieren das numerische Verfahren in einer Programmiersprache seiner Wahl zu implementieren und an den präsentierten Beispielen zu testen. In der Regel werden zu einer Problemstellung mehrere alternative numerische Methoden hergeleitet. Ein Leitbeispiel dient dann zum Vergleich.

Empfohlene Literaturliste

H. Schwarz: Numerische Mathematik, 4. Auflage. Teubner, Stuttgart 1997.

H. Schwarz: Numerical Analysis. John Wiley & Sons, New York 1989.

J. Faires / R. Burden: Numerische Methoden. Näherungsverfahren und ihre praktische Anwendung. Spektrum, Heidelberg 1995.



R. Burden / J. Faires / A. Burden: Numerical Analysis, 10th Edition. Cengage Learning, Boston 2015.

E. Cheney / D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing, 7th Edition. Brokes/Cole, Boston 2012.



MET-03 FREMDSPRACHENKURS MASTER

Modul Nr.	MET-03
Modulverantwortliche/r	Tanja Mertadana
Kursnummer und Kursname	MET 1103 Fremdsprachenkurs Master
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 60 Stunden Gesamt: 120 Stunden
Prüfungsarten	Siehe Prüfungsplan AWP und Sprachen
Gewichtung der Note	4/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Deutsch

Qualifikationsziele des Moduls

Das Modul Fremdsprachenkurs Master zielt darauf ab, den Studierenden spezialisierte Sprachkenntnisse zu vermitteln, die für eine selbständige Tätigkeit in einem globalisierten Bereich der Elektro- und Informationstechnik notwendig sind.

In diesem Zusammenhang setzt das Modul auf die Vermittlung der vier Sprachfertigkeiten (Hören, Lesen, Sprechen und Schreiben). Im Mittelpunkt des Moduls stehen die Optimierung der Sprach- und Kommunikationsfähigkeiten sowie die Entwicklung eines klaren Verständnisses für die Feinheiten der textlichen und dialogbezogenen Bedeutungen. Durch eine Vielzahl von aufgabenbezogenen Sprech-, Hör- und Schreibübungen verbessern die Studierenden ihre aktive und passive Sprachkompetenz und Fähigkeit, klare, prägnante und zusammenhängende Texte zu verfassen - sei es in Form von E-Mails oder Berichten. Besonderer Wert wird auf die Verbesserung der rhetorischen Kompetenz der Studierenden gelegt.

Studierende, die kein abgeschlossenes und zertifiziertes Deutsch B2 Niveau haben, belegen Deutsch als Fremdsprache. Im Rahmen dieses Fremdsprachenkurses muss mindestens die Kursstufe B1/ 1. + 2. Teil erfolgreich absolviert werden (Deutsch A2 ist Zulassungsvoraussetzung).

Studierende, die ein abgeschlossenes und zertifiziertes Deutsch B2 Niveau haben oder deren Muttersprache Deutsch ist, können eine beliebige Fremdsprache aus dem Angebot des AWP- und Sprachenzentrums wählen.

In Englisch muss die Niveaustufe C1 belegt werden, bei jeder anderen Sprache ist die



Niveaustufe frei wählbar!

Die Studierenden erreichen im Modul Fremdsprachenkurs Master folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Sie verfügen über ein fachspezifisches Sprachwissen, um über aktuelle Geschehnisse und Trends im Bereich der Elektro- und Informationstechnik zu kommunizieren. Sie können ihre Kenntnisse in angemessener schriftlicher Form in der Zielsprache zum Ausdruck bringen.

Methodenkompetenz

Die Studierenden lernen den Erwerb von Fachterminologie und grammatikalischer Inhalte besser zu strukturieren und üben, wie man eine neue Sprache verinnerlicht, um einen optimalen Lernnutzen zu erzielen.

Soziale Kompetenz

Die Studierenden trainieren ihre sozialen Kompetenzen der Teamfähigkeit, Zuverlässigkeit und des Verhandlungsgeschicks. Sie verfügen über kommunikative Fertigkeiten gemeinsam mit anderen Lösungen zu erarbeiten. Sie reflektieren ihre Lernerfahrungen aus eigenständigen Projekten und Teamarbeit.

Persönliche Kompetenz

Vermittlung von fundierten Sprachkenntnissen und Sozialkompetenzen, die für die persönliche Weiterentwicklung und die zukünftige Arbeitswelt elementar wichtig sind.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen ist gewährleistet

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Deutsch:

Zum Studienstart werden die Deutschkenntnisse der Studierenden durch einen Einstufungstest ermittelt. Je nach Ergebnis werden die Studierenden in einen ihrem Sprachniveau entsprechenden Kurs eingeteilt. Nach erfolgreichem Abschluss eines Kurses können die Studierenden im folgenden Semester einen aufbauenden Deutschkurs besuchen, bis mindestens das Deutschniveau B1/ 1. + 2. Teil erreicht ist.

Andere Sprache:



Für weiterführende Sprachkurse muss die geforderte Sprachkompetenz vorliegen (durch z.B. erfolgreiche Belegung des vorhergehenden Niveaus).

Inhalt

Die Inhalte können der entsprechenden Kursbeschreibung auf der Homepage des AWP- und Sprachenzentrums entnommen werden:

<https://www.th-deg.de/de/studierende/sprachkurse-awp-faecher#sprachangebot>

Lehr- und Lernmethoden

Die Lehr- und Lernmethoden können der entsprechenden Kursbeschreibung auf der Homepage des AWP- und Sprachenzentrums entnommen werden:

<https://www.th-deg.de/de/studierende/sprachkurse-awp-faecher#sprachangebot>

Besonderes

In allen Sprachkursen herrscht eine Anwesenheitspflicht von 75%, um an der Prüfung teilnehmen zu dürfen.

Empfohlene Literaturliste

Literaturempfehlungen können der entsprechenden Kursbeschreibung auf der Homepage des AWP- und Sprachenzentrums entnommen werden:

<https://www.th-deg.de/de/studierende/sprachkurse-awp-faecher#sprachangebot>



MET-04 WAHLPFLICHTMODULE

Modul Nr.	MET-04
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Werner Bogner
Kursnummer und Kursname	ET 26 Regelungstechnik 2 ET 30 Leistungselektronik ET 34 Hochfrequenzelektronik ET 37 Nachrichtenübertragungstechnik 2 MET 1204 Batteries and Supercaps MET 1204 Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik MET 1204 Fortgeschrittene Schaltungstechnik MET 1204 Stromversorgungsschaltungen MET 1204 Wahlpflichtfächer MET 1204 Regenerative Energien (Erzeugung und Verteilung) MET 1204 Optische Mess- und Sensortechnik MET 1204 Medizinische Anwendungen elektromagnetischer Wellen
Lehrende	Michael Benisch Prof. Dr. Werner Bogner Prof. Dr. Jens Ebbecke Prof. Dr. Otto Kreuzer Prof. Dr. Nikolaus Müller Prof. Dr. Michael Sternad Prof. Dr. Matthias Wuschek
Semester	1, 2
Dauer des Moduls	2 Semester
Häufigkeit des Moduls	jedes Semester
Art der Lehrveranstaltungen	FWP, Kern- / Wahlpflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	56
ECTS	15
Workload	Präsenzzeit: 300 Stunden Selbststudium: 450 Stunden Gesamt: 750 Stunden
Gewichtung der Note	15/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Deutsch, Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Diverse, je nach gewählter Lehrveranstaltung

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:



Siehe Beschreibungen der wählbaren Lehrveranstaltungen

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Wahlfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master); gemeinsames Studium, beide Vertiefungsrichtungen

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhalt

Diverse, je nach gewählter Lehrveranstaltung

Lehrveranstaltungen können aus dem Wahlpflichtfächerkatalog für das Masterstudium Elektro- und Informationstechnik gewählt werden. Dieser ist unter https://www.th-deg.de/Fakultäten/emt/ET-master/wahl_der_wahlpflichtfaecher_met.pdf einsehbar. Die Modulbeschreibungen finden sich in den Modulhandbüchern der jeweiligen Studiengänge.

Es müssen insgesamt Lehrveranstaltungen im Umfang von 15 ECTS ausgewählt werden.

Lehr- und Lernmethoden

Diverse, je nach gewählter Lehrveranstaltung

Siehe Beschreibungen der wählbaren Lehrveranstaltungen

Besonderes

Studierende, die die Vertiefungsrichtung "ENS" wählen, jedoch im Bachelorstudium nicht die Fächer "Hochfrequenzelektronik" und "Nachrichtentechnik 2" aus der Vertiefungsrichtung "Nachrichtentechnik" belegt hatten, müssen hier zur Vertiefung des Basiswissens die Fächer "Hochfrequenzelektronik" und "Nachrichtentechnik 2" aus dem Bachelorstudiengang Elektro- und Informationstechnik belegen (Harmonisierungskurse).

Studierende, die die Vertiefungsrichtung "AT" wählen, jedoch im Bachelorstudium nicht die Fächer "Leistungselektronik" und "Regelungstechnik 2" aus der Vertiefungsrichtung "Automatisierungstechnik" belegt hatten, müssen hier zur



Vertiefung des Basiswissens die Fächer "Leistungselektronik" und "Regelungstechnik 2" aus dem Bachelorstudiengang Elektro- und Informations-technik belegen (Harmonisierungskurse).

Alle anderen Studierenden und Studierende die den Bachelor nicht im Bachelorstudiengang Elektro- und Informationstechnik der THD erworben haben, müssen Wahlpflichtfächer aus dem im Studienplan aufgelisteten Wahlpflichtfächerkatalog wählen.

Empfohlene Literaturliste

Siehe Beschreibungen der wählbaren Lehrveranstaltungen

▶ ET 26 REGELUNGSTECHNIK 2

Ziele

Ziel ist es, dass die Studierenden ihr regelungstechnisches Wissen verbreitern und für typische Aufgaben in der Industrie vorbereitet werden.

Nach Absolvieren des Fachs haben die Studierenden folgende Lernziele erreicht:

Sie können Wurzelortskurven konstruieren und damit Regler entwickeln

Sie können die besonderen Effekte eines digitalen Reglers erklären

Sie kennen die Grundzüge der Analyse von Regelkreisen mit Schaltreglern

Sie können Regelstrecken im Zustandsraum darstellen

Sie können dynamische Strecken in Matlab/Simulink modellieren und deren Verhalten damit analysieren

Inhalt

1. Wurzelortskurven
 - 1.1. Konstruktionsregeln
 - 1.2. Analyse und Synthese von Regelkreisen
2. Digitale Regelungen
 - 2.1. Beschreibung im z-Bereich
 - 2.2. Quasikontinuierlicher Entwurf
3. Schaltregler
 - 3.1. Analyse für Strecken erster Ordnung



- 3.2. Analyse für Strecken zweiter Ordnung
- 4. Regelung im Zustandsraum
 - 4.1. Aufstellen von Zustandsgleichungen
 - 4.2. Entwurf nach dem Polvorgabeverfahren

Prüfungsarten

schr. P. 120 Min.

Methoden

Seminaristischer Unterricht, Übungen

Empfohlene Literaturliste

- J. Lunze: Regelungstechnik 1, 10. Auflage. Springer/Vieweg 2014.
- H. Lutz / W. Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik, 10. Auflage. Verlag Harri Deutsch 2014.
- H. Mann / H. Schiffelgen / R. Froriep / K. Webers: Einführung in die Regelungstechnik, 12. Auflage. Hanser Verlag 2019.
- M. Reuter / S. Zacher: Regelungstechnik für Ingenieure, 15. Auflage. Springer/Vieweg 2017.
- G. Schulz / K. Graf : Regelungstechnik I, 5. Auflage. DeGruyter Studium 2015.
- G. Schulz / K. Graf : Regelungstechnik II, 3. Auflage. DeGruyter Studium 2013.
- R.C. Dorf / R.H. Bishop: Modern Control Systems, 13. Auflage. Pearson 2017.

▶ ET 30 LEISTUNGSELEKTRONIK

Ziele

Die Veranstaltung befasst sich mit der Leistungselektronik, deren Bauelementen, Schaltungen und Anwendungen.

Im Fach Leistungselektronik lernen die Studierenden die Anwendung der Bauelemente und Schaltung der Leistungselektronik und deren Anwendungsmöglichkeiten.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz



Die Studierenden lernen Aufbau und Wirkungsweise von passiven und aktiven Bauelementen der Leistungselektronik. Hierbei stehen die parasitären Eigenschaften im Vordergrund.

Die Schaltungen sind in netzgeführte und selbstgeführte Schaltungen untergliedert. Hier kennen die Studierenden neben den Schaltungen selbst auch die Wirkungsweise als auch deren Auslegung. Die selbstgeführten Schaltungen bilden den Schwerpunkt.

Methodenkompetenz

Die Studierenden erlernen die strukturelle Zusammensetzung von Komponenten in der Schaltungstechnik als auch in der Systemtechnik. Sie können die Methodik der Komponentenauslegung auf eine Vielzahl von Schaltungen anwenden.

Persönliche Kompetenz

Die persönliche Kompetenz liegt in der detaillierten Anwendung mathematischer und technischer Verfahren.

Inhalt

1. Bauelemente
 - 1.1. Kondensatoren
 - 1.2. Drosseln
 - 1.3. Transformatoren
 - 1.4. Dioden
 - 1.5. MOSFET
 - 1.6. IGBT
 - 1.7. Thyristor
2. Netzgeführte Stromrichter
 - 2.1. Übersicht
 - 2.2. Mittelpunktschaltungen
 - 2.3. Brückenschaltungen
 - 2.4. Direktumrichter
3. Selbstgeführte Stromrichter
 - 3.1. Gleichstromstellergrundschaltungen
 - 3.2. Mehrquadrantenumrichter



- 3.3. Einphasige Pulsumrichter
- 3.4. Dreiphasige Pulsumrichter
- 3.5. Anwendungen für Pulsumrichter
- 3.6. Mehrstufenumrichter
- 3.7. Matrixconverter

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Vorlesung als seminaristischer Unterricht, drei Praktikumsversuche

In der Vorlesung wird als Software das Simulationsprogramm LTspice genutzt, die das Selbststudium sehr gut unterstützen können.

Empfohlene Literaturliste

F. Zach: Leistungselektronik, Band I und Band II, 5. Auflage. Springer/Vieweg 2015.

J. Specovius: Grundkurs Leistungselektronik, 9. Auflage. Springer/Vieweg 2018.

D. Schröder / R. Marquardt: Leistungselektronische Schaltungen: Funktion, Auslegung und Anwendung, 4. Auflage. Springer/Vieweg 2019.

▶ ET 34 HOCHFREQUENZELEKTRONIK

Ziele

Das Fach Hochfrequenzelektronik setzen sich die Studierenden grundsätzlich mit den Besonderheiten von Hochfrequenz-Bauelementen und -Schaltungen mit Focus auf Hochfrequenzverstärker auseinander. Sie erlernen die nötigen Schritte, um eigenständig Hochfrequenz-Bauelemente einzusetzen und sind in der Lage damit Schaltungen zu entwerfen, zu analysieren, zu optimieren und zu beurteilen.

Die Studierenden lernen die nötigen Schritte, um eigenständig Hochfrequenz-Bauelemente und Hochfrequenz-Leitungen anzuwenden sowie Hochfrequenz-Verstärker zu entwickeln. Sie sind in der Lage Hochfrequenz-Schaltungen zu analysieren und zu beurteilen. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, Hochfrequenz-Halbleiterverstärker zu entwerfen, zu simulieren und zu optimieren.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz



Die Studierenden kennen die wichtigsten modernen Bauelemente der Hochfrequenztechnik und verstehen deren Funktionsweise.

Die Studierenden verstehen die Besonderheiten von Hochfrequenz-Schaltungen, können diese beschreiben und sind mit Streuparametern und deren Anwendung vertraut. Sie kennen Programme zur Simulation von Hochfrequenzschaltungen und Hochfrequenz-Strukturen.

Die Studierenden kennen verschiedene Leitungsstrukturen für Hochfrequenzanwendungen und können diese dimensionieren, bewerten und für die Anwendung auswählen.

Methodenkompetenz

Die Studierenden können moderne Bauelemente der Hochfrequenztechnik analysieren und anwenden. Sie können die Einsatzmöglichkeiten dieser Bauelemente beurteilen.

Die Studierenden haben die Fähigkeit, Hochfrequenz-Schaltungen zu analysieren und anzuwenden, insbesondere auch Hochfrequenzverstärker anzupassen und zu optimieren. Sie haben die Fähigkeit, einfache Hochfrequenz-Schaltungen zu entwerfen und zu dimensionieren.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage Hochfrequenz-Bauelemente und -Schaltungen kritisch zu bewerten.

Inhalt

1. Aktive Bauelemente der HF-Technik
2. Leitungen (Wellenleiter)
 - 2.1. TEM-Wellenleiter
 - 2.2. Grundlagen der Leitungstheorie
 - 2.3. Hohlleiter
 - 2.4. Planare Mikrowellenleitungen - Streifenleitung
3. Grundlagen der HF-Schaltungsentwicklung
 - 3.1. Leitungstransformation
 - 3.2. Darstellung und Dimensionierung linearer Schaltungen

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.



Methoden

seminaristischer Unterricht mit Übungen, Rechnersimulationen

Empfohlene Literaturliste

Tietze / Schenk / Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik, 16. Auflage. Springer Verlag 2019.

H. H. Meinke / F. W. Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 5. Auflage. Springer Verlag, Berlin 1992.

W. Bächtold: Mikrowellenelektronik. Vieweg Verlag, Braunschweig 2002.

W. Bächtold: Mikrowellentechnik. Vieweg Verlag, Braunschweig 1999.

B. Huder: Grundlagen der Hochfrequenz-Schaltungstechnik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, Berlin 2018.

E. Voges: Hochfrequenztechnik, 2. Auflage, 3. Auflage. Hüthig Verlag, Bonn, 2004

H. Heuermann: Hochfrequenztechnik. 3. Auflage, Springer Verlag, 2018

Vetter: Schaltungstechnische Praxis. Verlag Technik 2001.

Kurz / Mathis: Oszillatoren. Hüthig Verlag 1994.

Maas: The RF and Microwave Circuit Handbook. Artech House 1998.

Cripps: RF Power Amplifiers for Wireless Communications, 2nd edition. Artech House 2006.

Pozar: Microwave and RF Design of Wireless Systems. John Wiley & Sons 2001.

▶ ET 37 NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSTECHNIK 2

Ziele

Im Fach Nachrichtenübertragungstechnik 2 setzen sich die Studierenden zunächst mit dem gestörten Nachrichtenübertragungskanal auseinander. Sie lernen dabei wichtige Beschreibungsgrößen für Verzerrungen, Nebensprechen und Rauschen kennen. Im nächsten Schritt werden wichtige analoge Modulationsverfahren vorgestellt, wobei sowohl deren Beschreibungsgrößen und Signalform sowie Beispiele für Modulatoren und Demodulatoren vorgestellt und erläutert werden. Danach werden wichtige Verfahren der digitalen Modulation eines Sinusträgers (ASK, FSK, MSK, M-PSK, M-QAM) vorgestellt und untereinander verglichen. Für alle wichtigen analogen und digitalen Modulationsverfahren lernen die Studierenden wesentliche praktische Anwendungsfelder kennen. Nach einer Vorstellung der Spread Spectrum Übertragung erfolgt eine Einführung in die Sender- und Empfängertechnik.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen und verstehen wichtige bei einer Signalübertragung auftretende Störphänomene sowie deren Beschreibungsgrößen.

Die Studierenden kennen und verstehen wichtige Verfahren der analogen bzw. digitalen Modulation eines Sinusträgers und können diese bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit vergleichen.

Die Studierenden kennen und verstehen elementare Verfahren zur Spread Spectrum Signalübertragung

Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise der verschiedenen Baugruppen im Sender und Empfänger. Sie kennen die Vor- und Nachteile eines Überlagerungsempfängers im Vergleich zum Geradeausempfänger.

Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, einfache analog bzw. modulierte Übertragungsstrecken zu dimensionieren (insbesondere bezüglich Bandbreitenbedarf und Störfestigkeit).

Die Studierenden können die Funktionsweise von elementaren Schaltungen zur Erzeugung modulierter Signale bzw. zur Demodulation erläutern.

Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Recherche und Weiterentwicklung von vorhandenem Basiswissen.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Verfahren der analogen und digitalen Modulationsverfahren zu erläutern, argumentativ zu begründen und kritisch zu bewerten.

Inhalt

1. Einführung in die Vorlesung
2. Der gestörte Übertragungskanal
 - 2.1. Einführung
 - 2.2. Rechnen mit logarithmischen Größen
 - 2.3. Lineare und nichtlineare Verzerrungen
 - 2.4. Nebensprechen
 - 2.5. Rauschen



3. Einführung in die modulierte Signalübertragung
 - 3.1. Vorteile der modulierten Signalübertragung
 - 3.2. Übersicht über gebräuchliche Modulationsverfahren
 - 3.3. Lineare und nichtlineare Modulationsverfahren
 - 3.4. Kurzbezeichnungen
4. Analoge Modulationsverfahren
 - 4.1. Der Sinusträger und seine Beschreibung
 - 4.2. Amplitudenmodulation
 - 4.3. Frequenzmodulation
 - 4.4. Quadraturamplitudenmodulation
 - 4.5. Anwendungen
5. Digitale Modulationsverfahren
 - 5.1. Grundlegende Verfahren
 - 5.2. Grundlagen
 - 5.3. Amplitudentastung ASK
 - 5.4. Phasenumtastung PSK
 - 5.5. Frequenzumtastung FSK
 - 5.6. Minimum Shift Keying MSK
 - 5.7. Hybride Modulationsverfahren (QAM)
 - 5.8. Synchronisationsverfahren
 - 5.9. Spread Spectrum Verfahren

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Seminaristischer Unterricht, Übungsaufgaben

Besonderes

Unterstützung durch die E-learning-Plattform



Empfohlene Literaturliste

- J. Göbel: Kommunikationstechnik. Hüthig Verlag.
- E. Herter / W. Lörche: Nachrichtentechnik. Hanser Verlag.
- M. Werner: Nachrichtentechnik. Vieweg Verlag.
- E. Pehl: Digitale und analoge Nachrichtenübertragung. Hüthig Verlag.
- M. Meyer: Kommunikationstechnik. Vieweg Verlag.
- R. Mäusl / J. Göbel: Analoge und digitale Modulationsverfahren. Hüthig Verlag.
- H. Weidenfeller / A. Vlcek: Digitale Modulationsverfahren mit Sinusträger. Springer Verlag.

▶ MET 1204 BATTERIES AND SUPERCAPS

Inhalt

The course should give the participant an introduction into the chemistry and technology of electrochemical power sources. Main topics are the working principles, the function of involved active materials and the application of important present and potential future electrochemical power sources like e.g. alkaline-, lead-acid-, nickel-metal hydride- and lithium-ion batteries as well as electrochemical supercapacitors.

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Grundlagenkenntnisse in Chemie und Physik

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Frontalunterricht mit ausgedehnten Diskussionen

Empfohlene Literaturliste

- [1] Reddy, T. B.; Linden, D., Linden's Handbook of Batteries, 4th ed. Reddy. 2011.
- [2] Daniel, C.; Besenhard, J. O., Handbook of Battery Materials. 2nd ed.; 2011.

▶ MET 1204 DIGITALE FERNSEH- UND HÖRFUNKTECHNIK

Ziele



Die Studierenden bekommen einen guten Einblick in die Anforderungen, Techniken und den Aufbau von Digitalen Fernseh- und Hörfunknetzen.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen und verstehen die Anforderungen und die Struktur von Fernseh- und Hörfunknetzen, den Aufbau und die Physik der in Rundfunknetzen übertragenen Information (Video- und Audiosignale), die Quellcodiermechanismen für Video und Audio und die im Rundfunk verwendeten Modulationsverfahren und die Kanalcodierung. Sie kennen die gängigen Übertragungswege und Übertragungsstandards (DVB, DAB/DAB+).

Methodenkompetenz

Die Studierenden können benötigte Datenraten im Digitalen Fernseh- und Hörfunknetz abschätzen, den Aufbau eines Multiplexsignals beschreiben und die physikalischen Anforderungen an ein Rundfunknetz einschätzen (Störabstände, Pegel).

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden können Anforderungen und Struktur eines Digitalen Fernseh- und Hörfunknetzes erläutern.

Im Fach Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik lernen die Studierenden zunächst den groben Aufbau und die Anforderungen an ein Rundfunknetz (Hörfunk und Fernsehen), sowie den geschichtlichen Hintergrund von Hörfunk und Fernsehen kennen. Ausgehend vom analogen Hörfunk und vom analogen Fernsehen wird dann übergeleitet zum Digitalen Fernseh- und Hörfunk. Die Vorlesung gliedert sich in den Teil „Basisband“ und „Übertragungstechnik“. Im Teil „Basisband“ wird Aufbau, Physik und das Prinzip der Quellcodierung (Video- und Audiokompression) besprochen und das Prinzip des MPEG-2-Transportstrom im Detail diskutiert. Im Teil „Übertragungstechnik“ werden die im Digitalen Rundfunk verwendeten Modulationsverfahren und der Fehlerschutz (Kanalcodierung) erläutert und sämtliche gängigen digitalen Fernseh- und Hörfunkstandards wie DVB-C, DVB-S/S2, DVB-T/T2, DAB/DAB+ usw. erklärt.

Inhalt

Begriffsdefinition „Rundfunk“ = Hörfunk und Fernsehen

Aufbau und Anforderungen an ein Rundfunknetz

Analoger und digitaler Hörfunk

Vom analogen Fernsehen zum digitalen Fernsehen

Aufbau und Physik von Video- und Audiosignalen



Kompression (Quellcodierung) von Video- und Audiosignalen

Begriffe SDTV, HDTV, UHDTV, HDMI, ...

MPEG – Moving Pictures Expert Group

MPEG-2-Transportstrom

Beim Hörfunk und Fernsehen verwendete Modulationsverfahren (AM, FM, QAM, OFDM)

Fehlerschutz/Kanalcodierung beim digitalen Rundfunk

DVB - Digital Video Broadcasting

DVB-C, DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2, DAB/DAB+

Aufbau von Breitbandkabelnetzen

Übertragung von Rundfunksignalen über Satellit, Kabel und terrestrische Netze

Messungen an digitalen Fernseh- und Hörfunksignalen

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Seminaristischer Unterricht, Übungsaufgaben

Empfohlene Literaturliste

W. Fischer, Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis, Springer Verlag

▶ MET 1204 FORTGESCHRITTENE SCHALTUNGSTECHNIK

Ziele

Im Fach Fortgeschrittene Schaltungstechnik erhalten die Studierenden einen Einblick in analoge elektronische Schaltungen.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Professionelle Fähigkeiten:

Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise verschiedener typischer analoger Schaltungen. Sie verstehen die Bedeutung des Arbeitspunktes und können den Arbeitspunkt für verschiedene Schaltkreise dimensionieren. Sie können das Kleinsignalverhalten von Halbleiterschaltungen sowie das Großsignalverhalten dimensionieren und analysieren. Sie können analoge Halbleiterschaltungen für NF und

HF analysieren und anwenden. Die Studierenden kennen Oszillatorschaltungen und können diese dimensionieren und analysieren. Die Studierenden können analoge Halbleiterschaltungen entwerfen.

Methodenkenntnisse:

Die Studierenden sind in der Lage elektronische analoge Schaltungen mit Hilfe von theoretischen Überlegungen und Simulation zu dimensionieren und zu optimieren. Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Schaltkreise zu unterscheiden und die Vor- und Nachteile verschiedener Verstärker und Oszillatoren zu beurteilen. Die Studierenden haben die Fähigkeit, eigenständig vorhandenes Grundwissen zu recherchieren und weiterzuentwickeln. Die Studierenden können die Eigenschaften elektronischer Schaltungen messtechnisch evaluieren.

Soft Skills:

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Eigenschaften analoger elektronischer Schaltungen angemessen zu begründen und kritisch zu bewerten. In Laborteams lernen die Studierenden, ihre Simulations- und Messergebnisse zu belegen. Die Studierenden können ihre Messergebnisse und theoretischen Erkenntnisse aussagekräftig und anschaulich darstellen und erläutern.

Inhalt

1. Vorlesungen zur Einführung in die verschiedenen Themen

- 1.1. Anwendungen von analogen Schaltungen
- 1.2. Dioden und Transistoren
- 1.3. Verstärker
- 1.4. HF-Schaltungen (Oszillatoren, PLL)

2. Laborexperimente

- 2.1. optional: Einführung in die Schaltungssimulation
- 2.2. optional: Einführung in grundlegende elektronische Messgeräte
- 2.3. Diodenschaltungen: Spannungsverdoppler (Villard- und Greinacher-Schaltung), Spannungskaskade, Diode als Schalter
- 2.4. Integrierte Schaltungen: Zeitgeberschaltung NE555
- 2.5. Design eines NF-Verstärkers gemäß Spezifikation
- 2.6. Differenzverstärker: Eigenschaften, Stromquelle, Anwendung
- 2.7. Operationsverstärker



- 2.8. Quasi-lineare NF-Leistungsverstärker: Class A, B, AB-Betrieb, Vorspannung, Ausgangsleistung, Wirkungsgrad
- 2.9. Phasenregelkreis - PLL
- 2.10. HF-Oszillatoren: Phase-Shift-Oszillator, Wien-Brückenoszillator, Colpitts-Oszillator, LC-Oszillator, Franklin-Oszillator
- 2.11. optional: HF-Messungen: Streuparameter und Zeitbereichsreflektometrie

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: Zulassungstest

Laborplätze werden basierend auf dem Test vergeben. Prüfungsinhalt: Allgemeine Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen von Halbleiterbauelementen und Grundlagen elektronischer Netze.

Inhaltlich: Grundlagen der Elektrotechnik, Grundkenntnisse von Festkörpern (Bipolare Transistoren, Dioden), Grundlagen elektronischer Netzwerke

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Praktische Arbeit in Laborversuchen und Unterricht zur Einführung in die verschiedenen Themen

Empfohlene Literaturliste

Tietze / Schenk: Electronic Circuits: Handbook for Design and Application, 2nd edition. Springer Verlag, 2008.

Streetman / Banerjee: Solid State Electronic Devices, 6th edition. Prentice Hall, 2006.

Comer / Comer: Fundamentals of electronic circuit design. Wiley, 2002.

Comer / Comer: Advanced electronic circuits design. Wiley, 2003.

Scherz / Monk: Practical electronics for inventors. McGraw Hill, 2016.

Horowitz / Hill: The art of electronics. 3rd edition. Cambridge University Press, 2015.

▶ MET 1204 STROMVERSORGUNGSSCHALTUNGEN

Ziele



Stromversorgungen sind der Teil der Leistungselektronik, der sich mit Schaltungen zur Versorgung elektronischer Schaltungen im Leistungsbereich von 1 mW für batteriebetriebene Geräte bis in der Regel 1 kW für industrielle Anwendungen befasst. Der Kurs Stromversorgungsschaltungen befasst sich mit aktiven und passiven Komponenten wie Kondensatoren, Magneten und Halbleitern, wie Silizium-basierten MOSFET, GaN oder SiC-Bauelementen. In diesem Kurs lernen die Studierenden, grundlegende Konverter, mit oder ohne Isolation, zu entwerfen. Neben den grundlegenden Methoden und Eigenschaften lernen die Studierenden den Umgang mit parasitären Eigenschaften der Komponenten und Schaltungen. Die Studierenden lernen, Umrichter zu modellieren sowie den Regler im Spannungs- und Strommodus zu konstruieren. Die Studenten verwenden die Software LTspice für Simulationen.

Inhalt

1. Komponenten
 - 1.1. Passive Bauteile
 - 1.1.1. Kondensatoren
 - 1.1.2. Magnetik
 - 1.2. Halbleiter
 - 1.2.1. Dioden
 - 1.2.2. MOSFETs
2. Einfache Wandler
 - 2.1. Abwärtswandler
 - 2.2. Aufwärtswandler
 - 2.3. Buck-Boost Wandler
3. Isolierte Umrichter
 - 3.1. Sperrwandler
 - 3.2. Eintaktflusswandler
 - 3.3. Gegentaktdurchflusswandler
 - 3.4. Full-Bridge Konverter
4. Soft-Switching Konverter
 - 4.1. Übersicht
 - 4.2. Umrichter



- 4.3. ZCS Buck Konverter
- 4.4. ZVT Boost Konverter
- 5. Resonanzwandler
 - 5.1. Übersicht
 - 5.2. LLC Konverter
- 6. EMV
 - 6.1. Rechtliche Anforderungen
 - 6.2. Koppelmechanismen
 - 6.3. Ursprung der Störungen
 - 6.4. EMV-Design
- 7. Modellierung
 - 7.1. State-Space Mittelung
 - 7.2. Übertragungsfunktionen
- 8. Analoge Steuerung
 - 8.1. Steuerungsdesign
 - 8.2. Steuerungsrealisierung
- 9. Digitale Steuerung
 - 9.1. Steuerungsdesign
 - 9.2. Steuerungsrealisierung

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal keine

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Der Kurs basiert auf Theorie, Beispielen und Simulationen. Im theoretischen Teil lernen die Studierenden Bauelemente und Schaltungen sowie deren Eigenschaften kennen. Arbeitsbeispiele erläutern die Theorie. Die Schüler müssen Schaltungen in einer weit verbreiteten Freeware-Simulationsumgebung implementieren. Sie lernen



Schaltungen im Detail kennen und lernen zusätzlich den Umgang mit dem Simulationstool.

Empfohlene Literaturliste

Erickson / Maksimovic: Fundamental of Power Electronics, 2nd edition. Kluwer Academic Publishers, New York, 2004.

Pressman / Billings / Morey: Switching Power Supply Design, McGraw Hill, New York, 2009.

S. Maniktala: Switching Power Supplies A to Z. Elsevier, New York, 2006.

F. Zach: Leistungselektronik, 5. Auflage. Springer/Vieweg, Wiesbaden, 2015.

▶ MET 1204 WAHLPFLICHTFÄCHER

Prüfungsarten

Teil der Modulprüfung

▶ MET 1204 REGENERATIVE ENERGIEN (ERZEUGUNG UND VERTEILUNG)

Ziele

Die Veranstaltung befasst sich mit erneuerbaren Energien, und der Frage, wie eine 100 % erneuerbare und klimaneutrale Versorgung aussehen kann. Zusätzlich wird die Frage erörtert, wie nach einer erfolgreichen Umstellung auf eine rein erneuerbare Energieversorgung die Klimaerwärmung wieder auf ein präindustrielles Niveau zurückgedreht werden kann.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden wissen über die Auswirkungen des Klimawandels Bescheid, wissen, wann im Jahres- und Tagesverlauf wo welche erneuerbare Energieform zur Verfügung steht, und wie diese erneuerbar erzeugte Energie gespeichert und transportiert werden kann. Dabei sind nicht nur technische Fragestellungen entscheidend, sondern auch eine bezahlbare Energieversorgung kann von den Studierenden individuell geplant werden. Neben der Erzeugung wird auch die Nutzung von erneuerbaren Energieformen in allen Lebensbereichen beleuchtet. Eine erneuerbare Mobilität zu Lande, zu Wasser und in der Luft wird neben einer erneuerbaren Beheizung und Kühlung von Gebäuden im Rahmen der Veranstaltung beleuchtet. Mit einer kurzen Projektarbeit wird die eigenständige Recherche trainiert, sowie ein pragmatischer Ansatz zur Problemlösung geübt.

Methodenkompetenz

Im Rahmen des Faches wird eine Projektarbeit durchgeführt. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Recherche und zum eigenständigen Lösen technischer und gesellschaftlicher Fragestellungen. Mit der schriftlichen Prüfung wird dann die Anwendung der erlernten Fach- und Methodenkompetenz auf Fragestellungen der erneuerbaren Energieversorgung abgeprüft.

Persönliche Kompetenz

Die persönliche Kompetenz liegt darin, die globalen Herausforderungen des Klimawandels wahrzunehmen, und als zukünftige Ingenieure die dafür notwendigen Lösungen zu erarbeiten.

Inhalt

1. Overview of the present energy supply and global warming
 - 1.1. Forms and energy usage
 - 1.2. Used Energy Resources (Germany, Europe, worldwide)
 - 1.3. Climate impact of different energy carriers
 - 1.4. Consequences of global warming
 - 1.5. Turning points in the world climate
2. Forms of renewable energies
 - 2.1. Solar energy
 - 2.2. Wind energy
 - 2.3. Geothermal energy
 - 2.4. Hydropower
 - 2.5. Biomass
 - 2.6. Availability comparison per season and location
3. Transport and storage of renewable energy
 - 3.1. Chemical storage
 - 3.2. Thermal storage
 - 3.3. Mechanical storage
 - 3.4. Electrochemical storage



- 3.5. High voltage transmission (HVDC, buried cable, undersea cable, overhead line)
- 4. Capability and limits of a completely renewable energy supply
 - 4.1. Heating and cooling of buildings (fuel cells, heat pumps)
 - 4.2. Passenger transport on land (hydrogen, biofuels, electromobility)
 - 4.3. Freight transport on land (hydrogen, catenary, battery systems)
 - 4.4. Passenger and freight transport by sea
 - 4.5. Passenger and freight transport by air
 - 4.6. Energy requirement for a completely renewable energy supply
- 5. Possibilities to actively stop and reverse the effect of global warming
 - 5.1. CO2 separation and enrichment
 - 5.2. Geoengineering

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Grundkenntnisse der Elektrotechnik, der Physik und des Klimawandels, sowie ein persönliches Interesse gesellschaftliche Problemstellungen anzugehen.

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Tafel, PowerPoint Präsentation, sowie eine eigenständige Erarbeitung und Beantwortung von Fragen zu einer erneuerbaren Energieversorgung im Rahmen einer Projektarbeit.

Empfohlene Literaturliste

Veröffentlichungen des IEEE

R. Wengenmayr, Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Future, Wiley ?VCH 2011. ISBN: 978-3-527-65703-2

S. Ruin, Small-Scale Renewable Energy Systems, CRC Press 2019, ISBN 9780367030971

M. Caponigro, Handbook on renewable energy sources, Ener-supply, http://ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_en.pdf



▶ MET 1204 OPTISCHE MESS- UND SENSORTECHNIK

Ziele

Dieser Kurs gibt den Studierenden einen Überblick über das anwendungsorientierte Feld der optischen Messtechnik mit optischen Sensoren.

Nach Abschluss dieses Kurses haben die Studierenden folgende Punkte gelernt: Sie können die verschiedenen Eigenschaften und Merkmale von optischen Sensoren der optischen Messtechnik erklären.

Die Studierenden können einen geeigneten optischen Sensor für ein gegebenes optisches Problem auswählen.

Sie können zwischen den verschiedenen Anforderungen optischer Messsysteme unterscheiden.

Die Studierenden sind fähig, komplexe Probleme aus dem Gebiet der optischen Messtechnik zu lösen.

Inhalt

1. Basiswissen Optik und optische Komponenten
2. 3D Form-Detektion
3. Temperatur-Messverfahren
4. Optische Messverfahren für Strömungen
5. Mechanische Schwingungen und Bewegungen
6. Oberflächenanalyse
7. Optische Messungen von mechanischer Verspannung
8. Abstands- und Geschwindigkeitsmessung
9. Deformationsanalyse
10. Spezielle Themen der optischen Messtechnik

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

fomal keine Zulassungsbeschränkungen

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.

Methoden

Vorlesung, Seminarähnliche Übungen



Besonderes

Die Vorlesungen werden durch das online-System ILearn unterstützt

Empfohlene Literaturliste

S. Donati: Electro-Optical Instrumentation: Sensing and Measuring with Lasers;
Prentice Hall

K. J. Gåsvik: Optical Metrology; Wiley

M. Schuth + W. Buerakov: Handbuch Optische Messtechnik; Hanser Verlag

G. Booker: Sensors for Ranging and Imaging; Scitech Publishing

▶ **MET 1204 MEDIZINISCHE ANWENDUNGEN
ELEKTROMAGNETISCHER WELLEN**

Prüfungsarten

schr. P. 90 Min.



MET-05 SPEZIELLE MATHEMATISCHE METHODEN

Modul Nr.	MET-05
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Johann Plankl
Kursnummer und Kursname	MET 2101 Spezielle mathematische Methoden
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden setzen sich grundsätzlich mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung auseinander. Sie erlernen die nötigen Schritte, um eigenständige Lösungen für entsprechende Probleme aus dem Ingenieurbereich zu erarbeiten, wobei sie insbesondere auch in die Lage versetzt werden, die Auswahl der entsprechenden Methoden und Rechenverfahren kritisch zu hinterfragen.

Die Studierenden erreichen im folgende Lernziele:

Die Studierenden lernen typische Modelle, Methoden und Aufgaben aus der Ingenieurpraxis kennen, die mit Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik bearbeitet werden können, zusammen mit entsprechenden Lösungsverfahren und -strategien. Eine stochastische Denkweise wird verankert.

Fachkompetenz

Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der Algebra, Analysis und Wahrscheinlichkeitstheorie. Darüber hinaus kennen sie die Konzepte der diskreten und kontinuierlichen Zufallsvariablen. Die Studierenden sind in der Lage konzeptionell und methodisch zu arbeiten. Sie kennen die wichtigsten diskreten und kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und haben diese in praktischen Übungen angewendet. Insbesondere wissen sie, welche Grundannahmen und Modelle hinter den einzelnen Verteilungen stehen. Sie sind daher befähigt, aufgrund einer



Problembeschreibung eine geeignete Wahrscheinlichkeitsverteilung auszuwählen und an Hand dessen systematisch die Lösung zu erarbeiten. Sie verfügen über das Wissen, Daten statistisch zu interpretieren. Summa summarum können die Studierenden praxisnah ihr erworbenes Wissen auf Aufgabenstellungen aus dem Ingenieurwesen anwenden.

Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage je nach Aufgabenstellung aus einer Reihe von Berechnungsmethoden entsprechende Rechenverfahren zu identifizieren und erfolgreich anzuwenden. Sie können mit wissenschaftlichem Taschenrechner und Wahrscheinlichkeitstabellen umgehen und ggf. auch Computeralgebrasoftware einsetzen. Die Studierenden haben die Fähigkeit anhand umfangreicherer Übungsaufgaben eigenständige Recherchen durchzuführen und ihr vorhandenes Wissen selbstständig weiterzuentwickeln.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind sich ihrer Verantwortung als werdender Ingenieur bewußt. Sie sind in der Lage, Problemstellungen untereinander diskursiv zu hinterfragen, die Lösungswege argumentativ zu begründen und die Ergebnisse ihrer Rechnungen kritisch zu bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master); gemeinsames Studium, beide Schwerpunkte

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhalt

1. Set Theory and Probability
 - 1.1. Set Operations and Venn Diagrams
 - 1.2. Applying Set Theory to Probability
 - 1.3. Relative Frequency, 4-Field-Tableau



- 1.4. Probability Axioms
- 1.5. Conditional Probability, Law of Total Probability, Bayes Theorem
- 1.6. Independent Events
- 1.7. Sequential Experiments and Tree Diagrams
- 1.8. Counting Methods (Combinatorics)
- 1.9. Reliability Problems
- 2. Discrete Random Variables
 - 2.1. Discrete Random Variable
 - 2.2. Probability Mass Funktion (PMF)
 - 2.3. Cumulative Distribution Function (CDF)
 - 2.4. Averages
 - 2.5. Functions of a Discrete Random Variable
 - 2.6. Derived Random Variables
 - 2.7. Variance and Standard Deviation
 - 2.8. Important Discrete Probability Mass Functions
- 3. Continuous Random Variables
 - 3.1. Motivation and Overview
 - 3.2. Probability Density Function (PDF)
 - 3.3. Expected Value and Variance in the Continuous Case
 - 3.4. Functions of a Continuous Random Variable
 - 3.5. Special Continuous Probability Distributions

Lehr- und Lernmethoden

Vorlesung und seminaristischer Unterricht im Wechsel, Lösen von Aufgaben während der Vorlesung und eigenständiges erweitertes Training der Rechenkompetenz anhand von wöchentlichen Übungsblättern, ausführliche Lösungen zu den Übungsblättern werden jeweils mit einer Woche zeitversetzt ausgegeben und sind mit den eigenen Lösungen zu vergleichen, bei auftretenden Fragen werden diese in der Vorlesung geklärt.

Besonderes



Auf aktive Beteiligung der Studierenden während der Vorlesung und in der Bearbeitung der Übungsblätter wird insbesondere durch einen diskursiven Stil großer Wert gelegt. Fordern und fördern lautet die Devise, damit sie aus einer anfänglichen passiven Haltung in einen Aktivitätsmodus katapultiert werden.

Empfohlene Literaturliste

H. Schwarzlander: Probability – Concepts and Theory for Engineers. Wiley 2011.

J. A. Gubner: Probability and Random Processes for Electrical and Computer Engineers. Cambridge University Press 2006.

W. W. Hines / D. C. Montgomery / D. M. Goldsman, C. M. Borror: Probability and Statistics in Engineering, 4th ed. Wiley 2003.

A. Papoulis / S. U. Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 4th ed. McGraw-Hill 2002.

R. D. Yates / D. J. Goodman: Probability and Stochastic Processes: A Friendly Introduction for Electrical and Computer Engineers. Wiley 1998.



MET-06 AUSGEWÄHLTE THEMEN DER BETRIEBS- UND PERSONALFÜHRUNG

Modul Nr.	MET-06
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Werner Bogner
Kursnummer und Kursname	MET 3101 Ausgewählte Kapitel der Betriebs- und Personalführung
Semester	3
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch
Lecturer	Hoffmann, Jürgen

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studenten sollen ein realistisches Verständnis davon entwickeln, wie Unternehmen funktionieren und welche Erwartungen an sie als Arbeitnehmer seitens eines Arbeitgebers gestellt werden.

Die Studierenden erreichen im Modul Ausgewählte Kapitel der Betriebs- und Personalführung folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden haben einen Einblick in das unternehmerische Umfeld, in dem sie sich als künftige Ingenieur/innen wiederfinden werden. Sie verstehen die betrieblichen Sachzwänge, unter denen sie als Ingenieur/innen künftig arbeiten werden.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master); gemeinsames Studium, beide Schwerpunkte



Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhalt

Was ist ein Unternehmen und welche Ziele verfolgt es?

Die verschiedenen Funktionen eines Unternehmens:

1. Betriebliches Personalwesen
 - 1.1. Personalbeschaffung
 - 1.2. Personalauswahl
 - 1.3. Mitarbeitervergütung
 - 1.4. Arbeitsverträge - gegenseitige Rechte und Pflichten
 - 1.5. Führen von Mitarbeitern und Teams
2. Betriebliches Marketing
 - 2.1. Positionierung und Geschäftsmodelle
 - 2.2. Planung und Finanzierung
3. Aufbau- und Ablauforganisation
 - 3.1. Geschäftsprozesse
 - 3.2. Datenschutz (DSGVO)
4. Produktentwicklung
 - 4.1. Herausforderungen im Zuge der Digitalisierung
5. Betriebliches Rechnungswesen
 - 5.1. Grundsätze der Finanzbuchhaltung
 - 5.2. Grundsätze der Kostenrechnung

Lehr- und Lernmethoden

Vorlesungen mit Skript, Handreichungen, Übungen, Fallstudien



Empfohlene Literaturliste

W. Benzel / E. Wolz: Businessplan für Existenzgründer. Walhalla Fachverlag, Regensburg 2000.

R. Bleiber: Existenzgründung, 6. Auflage. Haufe-Lexware GmbH & Co. KG., Freiburg 2010.

M. Dowling / H. Drumm: Gründungsmanagement ? vom erfolgreichen Unternehmensstart zu dauerhaftem Wachstum, 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin 2003.

R. Gill: Theory and practice of leadership, 2. Auflage. SAGE Publications Ltd., London 2010.

H. Hungenberg / T. Wulf: Grundlagen der Unternehmensführung, 4. Auflage. Springer Verlag, Berlin 2011.

A. Kieser / P. Walgenbach: Organisation, 6. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2010.

R. Lussier: Management Fundamentals ? Concepts, Applications, Skill Development, 5. Auflage. Cengage Learning, Springfield, Massachusetts, USA 2008.

Thuis, P: Business Administration, 1. Edition, Wolters-Noordhoff B.V., Amsterdam 2014

Derek Torrington et.al. Human Resources Management, 11th Edition, Pearson Education Limited, London 2020

Andrew Thomas, Anne Amrie Ward, Introduction to Financial Accounting, 9th Edition, McGraw-Hill Education (UK) London 2019



MET-07 MASTERMODUL

Modul Nr.	MET-07
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Werner Bogner
Kursnummer und Kursname	MET 3102 Masterseminar MET 3103 Masterarbeit
Semester	3
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jedes Semester
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Master
SWS	2
ECTS	25
Workload	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 720 Stunden Gesamt: 750 Stunden
Gewichtung der Note	25/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Deutsch, Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Das Mastermodul erstreckt sich über ein Studiensemester. Zur Erlangung des Mastergrades ist eine Masterarbeit anzufertigen. In ihr soll der Student seine Fähigkeit nachweisen, die im Studium erworbenen Kenntnisse in einer selbständigen wissenschaftlichen Arbeit auf Projekte aus der Ingenieurspraxis anzuwenden.

Eine Problemstellung soll innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig strukturiert werden, nach wissenschaftlichen Methoden systematisch bearbeitet und schließlich transparent dokumentiert werden.

Die Studierenden erreichen im Mastermodul folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden sind fähig, sich in technische/wirtschaftliche Aufgabenstellungen vertiefend einzuarbeiten, Probleme eigenständig zu analysieren und diese zu lösen. Sie sind in der Lage, auch umfangreiche Aufgaben, in Wechselwirkung mit übergreifenden Abteilungen, zu bearbeiten und zu lösen.

Die Studierenden sind in der Lage, z. T. schwierige technisch-wissenschaftliche Zusammenhänge in den Bereichen Elektrotechnik, Informatik, Mechatronik in englischer Sprache vor einem Fachpublikum in Form eines mündlichen Vortrags darzustellen und Fragen zu ihrem Vortrag in vernünftigem Umfang zu beantworten.

Methodenkompetenz

Die Studierenden haben die Fähigkeit, ein umfangreiches Problem aus dem Gebiet der



Elektro- und Informationstechnik selbständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und zu lösen.

Die Studierenden können nach seminaristischer Vorbereitung am Anfang des Semesters ihren späteren Vortrag dann in Form und Inhalt für ein Fachpublikum verständlich und in einem zeitlich begrenzten Rahmen halten.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage zur selbständigen, eigenverantwortlichen und selbstdisziplinarischen Bearbeitung eines praxisrelevanten, abgrenzbaren (Teil-) Projektes im Umfeld der Elektro- und Informationstechnik unter wissenschaftlich, methodischen Gesichtspunkten. Sie sind weiterhin in der Lage die Ergebnisse in einer schriftlichen, eigenständigen Dokumentation in Form einer wissenschaftlichen Arbeit darzustellen.

Die Präsentationssituation vor Fachpublikum bedeutet ein Vorgriff auf viele ähnliche Situationen im Berufsleben, insbesondere die zeitlichen engen Vorgaben und die Fokussierung auf Kernaussagen, insofern bildet dieses Seminar eine Vorbereitung auf ähnliche Berufssituationen.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master)

Für andere Studiengänge:

Keine

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Nur für Studenten, die im abschließenden 3. Semester sind

Inhalt

Siehe Fächerbeschreibung.

Lehr- und Lernmethoden

Seminararbeit, meist in Kooperation mit Industrieunternehmen

Vertiefte Diskussion der Aufgabenstellung und des Lösungswegs mit den Betreuern des Unternehmens und der Hochschule

Vortrag und Präsentation der Ergebnisse. Seminaristischer Unterricht zur Vorbereitung, Einzelpräsentation, Bewertung anderer Vorträge durch ILearn-Abstimmung



Umgang mit entsprechender Software

Besonderes

Besondere Vorschriften für die Anfertigung der Masterarbeit sind dem Dokument zur Anmeldung der Abschlussarbeit zu entnehmen und einzuhalten.

Empfohlene Literaturliste

Siehe Fächerbeschreibung.

▶ MET 3102 MASTERSEMINAR

Ziele

Mit dem Masterseminar sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, Aufgaben und Resultate aus der Masterarbeit zu präsentieren. Der aktuelle Stand der Technik wird erfasst und in einem Referat mitgeteilt. Die didaktische Vortragsweise und Redegewandtheit werden erlernt.

Inhalt

Präsentationstechniken für komplexe technische Zusammenhänge

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Mindestvoraussetzung: Anmeldung der Masterarbeit muss erfolgt sein, größter Teil der Masterarbeit sollte fertig gestellt worden sein

Prüfungsarten

Präsentation 15 - 45 Min.

Methoden

Seminaristischer Unterricht zur Vorbereitung, Einzelpräsentation, Bewertung anderer Vorträge durch ILearn-Abstimmung

Empfohlene Literaturliste

Aktuelle Hinweise auf entsprechende Literatur und Vorträge im Internet erfolgt über den entsprechenden ILearn-Kurs.

▶ MET 3103 MASTERARBEIT

Ziele



In der Masterarbeit erwerben die Studierenden die Fähigkeit, weitestgehend selbständig eine anwendungsorientierte aber umfangreiche und komplexe Aufgabenstellung aus dem Gebiet der Elektro- und Informationstechnik zu bearbeiten. Hierbei sollen ingenieurwissenschaftliche Prinzipien und Methoden angewendet werden. Die Planung und Abarbeitung der Teilaufgaben ist so zu gestalten, dass ein vorgegebener Zeitrahmen nicht überschritten wird. Die Arbeit wird in wissenschaftlicher Form dokumentiert und präsentiert.

Inhalt

Individuelle Themenstellungen

Prüfungsarten

Masterarbeit

Besonderes

Sprache: Deutsch oder Englisch

Empfohlene Literaturliste

Fachliteratur entsprechend der gestellten Aufgabenstellung

W. Lück: Technik des wissenschaftlichen Arbeitens, 10. Auflage. De Gruyter Oldenbourg Verlag 2008.

U. Eco: Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt, 13. Auflage. UTB Verlag, Wien 2010.

G. Scheld: Anleitung zur Anfertigung von Praktikums-, Seminar- und Diplomarbeiten sowie Bachelor- und Masterarbeiten, 7. Auflage. Fachbibliothek Verlag, Büren 2008.

E. Standop / M. Meyer: Die Form der wissenschaftlichen Arbeit, 18. Auflage. Quelle & Meyer, Wiebelsheim 2008.

W. Rossig / J. Präsich: Wissenschaftliche Arbeiten: Leitfaden für Haus- und Seminararbeiten, Bachelor- und Masterthesis, Diplom- und Magisterarbeiten, Dissertationen, 7. Auflage. teamdruck Weyhe 2008.



MET-08 AUSGEWÄHLTE THEMEN DER OPTOELEKTRONIK UND LASERTECHNOLOGIE

Modul Nr.	MET-08
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Franz Daiminger
	Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)
Kursnummer und Kursname	MET 1105 Ausgewählte Themen der Optoelektronik und Lasertechnologie
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Master
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Grundlegende Kenntnisse der quantenmechanischen Beschreibung von Halbleitern. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der quantenmechanischen Beschreibung des Halbleiters. Sie ist in der Lage sich weitergehende Details selbst anzueignen. Sie ist in der Lage wissenschaftliche Artikel zu schreiben und präzise und korrekte Bezeichnungen anzuwenden.

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über strahlende und nicht-strahlende Rekombinationsprozesse in Halbleitern. Die Studierenden kennen die große Bandbreite an möglichen Rekombinationsprozessen. Mit diesem Wissen sind sie in der Lage das komplexe Verhalten von optoelektronischen Halbleitern zu analysieren und passende Bauelemente für verschiedene Anwendungen auszusuchen.

Die Studierenden haben Kenntnisse über die wesentlichen Eigenschaften der wichtigsten binären, ternären und Quaternären Halbleiterlegierungen. Die



Studierenden haben einen Überblick über die Vielzahl verschiedener Halbleitermaterialien und erkennt die strukturellen Eigenschaften dahinter. Mit diesem Wissen können sie Fragestellungen der Zuverlässigkeit bearbeiten.

Die Studierenden haben Kenntnisse zu speziellen Designs von Leuchtdioden und Halbleiterbauelementen, ihre Vorteile und Nachteile. Die Studierenden verstehen die Gründe für spezielle Designs. Sie erwerben eine Basis auf der sie die Einschränkungen der verschiedenen Leuchtdioden analysieren und abschätzen können.

Die Studierenden besitzen eine Übersicht über den derzeitigen Stand von Hochleistungsleuchtdioden. Damit können sie Leuchtdioden für definierte Anwendungen aussuchen und deren Anwendbarkeit in komplexen Systemen analysieren.

Die Studierenden haben Kenntnisse der Grundlagen der Photometrie. Die Studierenden haben die Basis erworben, um die Einsatzmöglichkeiten von Leuchtdioden abzuschätzen und Anwendungssituationen zu analysieren und zu beurteilen.

Die Studierenden haben einen Überblick über die Alterungsmechanismen und Zuverlässigkeitsprobleme. Die Studierenden haben ein Verständnis für das Problemfeld der Zuverlässigkeit gewonnen. Dadurch sind sie in die Lage Zuverlässigkeitsfragen selbständig zu bearbeiten, Qualitätsprobleme zu analysieren und Bewertungen abzugeben.

Methodenkompetenz

Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der quantenmechanischen Beschreibung des Halbleiters auf verschiedene optoelektronische Bauelemente anwenden. Sie können optoelektronische Bauelemente im Hinblick auf ihre quantenmechanische Wirkungsweise analysieren.

Die Studierenden haben Kenntnisse der optischen und elektrischen Messtechnik zur Charakterisierung von Leuchtdioden und Halbleiterbauelementen und können diese auf verschiedene Bauelemente anwenden. Die Studierenden sind in der Lage selbständig Strategien zu entwickeln, um analytische Fragestellungen zu bearbeiten.

Die Studierenden haben experimentelle Erfahrungen in elektrischen und optischen Messtechniken. Die Studierenden können ihr theoretisches Wissen in praktischer Arbeit umsetzen.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden können in Fachdiskussionen als kompetenter Ingenieur auftreten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:



Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)

Für andere Studiengänge:

Studiengang Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich:

Integral- und Differentialrechnung

Grundlagen der Mechanik und Elektrodynamik

Grundlagen der geometrischen Optik

Grundlagen der Wellenoptik

Grundlagen Halbleitertechnik und elektronische Bauelemente

Inhalt

1. Quantenmechanische Beschreibung des Halbleiters
 - 1.1. Wellenfunktionen und Quantenzahlen
 - 1.2. Energiebandstruktur
 - 1.3. Direkte und indirekte Halbleiter
 - 1.4. Emission von Licht
 - 1.5. Thermische Geschwindigkeit
2. Elektrische Eigenschaften von Halbleitern
 - 2.1. Spektrale Zustandsdichte
 - 2.2. Quantums-Well-Strukturen
 - 2.3. Halbleiterstrukturen 3D,2D,1D,0D
 - 2.4. Thermodynamisches Gleichgewicht, Fermi-Niveau, Quasi-Fermi-Niveau
3. Strahlende und Nicht-Strahlende Rekombinationsprozesse
 - 3.1. Strahlende Band-Band Rekombination
 - 3.2. Shockley-Read-Hall Rekombination
 - 3.3. Rekombination in niederdimensionalen Halbleitern



- 3.4. Rekombination von Exzitonen
- 4. Halbleiterheterostrukturen
 - 4.1. Ladungsträgerinjektion am pn-Übergang
 - 4.2. Konstruktion der Energiebandstruktur von Heteroübergängen
 - 4.3. Verschiedene Heterostrukturen
 - 4.4. Doppel-Heterostruktur
- 5. Elektrische Eigenschaften von Leuchtdioden und Halbleiterlasern
 - 5.1. Ideale und nicht-ideale Strom-Spannungskennlinie
 - 5.2. Ladungsträgerverlust in Doppelheterostrukturen
 - 5.3. Ladungsträgerüberlauf in Doppelheterostrukturen
 - 5.4. Blocking Layers
 - 5.5. Diodenspannung und ihre Temperaturabhängigkeit
- 6. Optische Eigenschaften von Leuchtdioden
 - 6.1. Internal-, extraction-, external- and power –efficiency
 - 6.2. Spontane Emission
- 7. Material Systeme
 - 7.1. GaAsP, GaP, GaAsP:N, GaN:N
 - 7.2. AlGaAs/GaAs
 - 7.3. AlGaInP/GaAs
 - 7.4. GaInN/GaN
 - 7.5. GaInAsP/InP
 - 7.6. GaInAsSb/GaSb
 - 7.7. OLED (organic light emitting diodes)
- 8. Leuchtdioden (LED)
 - 8.1. Allg. Eigenschaften von Hochleistungsleuchtdioden
 - 8.2. Lichtextraktion und Lambertstrahler
 - 8.3. Designaspekte von Hochleistungsleuchtdioden Thermal management of high power LED



9. Lichtwahrnehmung

- 9.1. Eye sensitivity function, radiometrische und photometrische Einheiten
- 9.2. Color matching functions und chromaticity diagram
- 9.3. Weißes Licht und Farbtemperatur
- 9.4. Additive and subtractive Farbmischung
- 9.5. Farbwiedergabe

10. Halbleiter-Photodetektoren

- 10.1. pn-Diode
- 10.2. Solarzelle
- 10.3. Avalange Photodiode (APD)
- 10.4. PIN Diode
- 10.5. Non-semiconductor photodetectors

Lehr- und Lernmethoden

Vorlesung, Übungen, Laborpraktikum

Empfohlene Literaturliste

Li / Zhang: Light Emitting Diodes. Springer Series 2019.

Seong / Han / Amano / Morkoç: III-Nitride Bases Light Emitting Diodes And Applications. Springer Series 2017.

V. Protopopov: Practical Opto-Electronics: An Illustrated Guide For The Laboratory. Springer Series in optical sciences 2014.

S.Kasap: Optoelectronics and Photonics, Principles and Practices, 2nd edition. Prentice Hall, Upper saddle river 2013.

S. Sze: Semiconductor devices, 3rd edition. Wiley Interscience. Hoboken NJ 2013.

F. Schubert: Light Emitting Diodes, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge 2010.

J. Singh: Electronic and Optoelectronics Properties of Semiconductor Structures, 1st edition. Cambridge University Press, Cambridge 2008.

E. Hecht: Optics, 4th edition. Addison-Wesley 2001.



Mc Cluney / Ross: Introduction to Radiometry and Photometry, 1st edition. Artech House, Boston 1994.

M. Bukstab: Applied Photometry Radiometry and Measurement of Optical Loss, 1st edition. Springer, PU 2012.

S. Nakamura: Introduction to Nitride Semiconductor Blue Laser and Light Emitting Diodes, 1st edition. Crc Pr Inc 2000.



MET-09 AUSGEWÄHLTE THEMEN DER MIKRO- UND NANOELEKTRONIK

Modul Nr.	MET-09
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Günther Benstetter
	Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)
Kursnummer und Kursname	MET 2102 Ausgewählte Themen der Mikro- und Nanoelektronik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Modul Ausgewählte Kapitel der Mikro- und Nanoelektronik setzen sich die Studierenden mit aktuellen Themen der Mikro- und Nanoelektronik auseinander. Sie erlernen die nötigen Schritte, um die Technologie und Funktionsweise ausgewählter hochintegrierter elektronischer Bauelemente und Systeme zu analysieren, zu verstehen und deren Zuverlässigkeit zu beurteilen.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Kenntnisse:

Verständnis der Funktionsweise und Technologie von ausgewählten mikro- und nanoelektronischen Bauelementen und Systemen

Kenntnis ausgewählter physikalischer Analyseverfahren zur Charakterisierung von Mikro- und Nanostrukturen

Verständnis der Grundlagen der Zuverlässigkeitsanalytik komplexer Systeme



Fertigkeiten:

Befähigung zur Durchführung und Bewertung physikalischer Analysen und elektrischer Charakterisierungen an mikro- und nanoelektronischen Komponenten

Befähigung zur eigenständigen Planung, Durchführung und Interpretation von Zuverlässigkeitsuntersuchungen an integrierten Bauelementen und Systemen

Kompetenzen:

Befähigung zur Klassifizierung von Halbleitertechnologien und zum Identifizieren einzelner Technologie- und Prozessschritte in komplexen Systemen

Befähigung zur Qualitäts- und Zuverlässigkeitsbewertung hochintegrierter Bauelemente und Systeme

Methodenkompetenz

Basierend auf den erworbenen Analyse- und Problemlösungsfähigkeiten sind die Studierenden in der Lage, ihr methodisches Vorgehen zu transferieren und auf Aufgaben- und Problemstellungen außerhalb der Mikro- und Nanoelektronik anzuwenden.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, sowohl einzeln als auch als Mitglied internationaler Gruppen komplexe Technologien effektiv zu analysieren und zu bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)

Für andere Studiengänge:

Studiengang Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Empfohlen: Allgemeine Physik, Materialwissenschaften und elektronische Bauelemente

Inhaltlich: Grundlagenkenntnisse elektronischer Bauelemente und integrierter Schaltungen



Inhalt

Technologie und Fertigungsverfahren der Mikro- und Nanoelektronik

Analytik hochintegrierter Strukturen

Methoden der Qualitätssicherung

Entwicklungstrends und neue Technologien

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht in Vorlesung, Durchführung von Laborarbeiten in Gruppen

Tafel, PC-Präsentationen & Simulationen, Visualizer/ Beamer

Besonderes

Eigenständiges Arbeiten an Rasterelektronenmikroskop, Rastersondenmikroskop und Waferproben

Empfohlene Literaturliste

M. Lanza: Conductive Atomic Force Microscopy: Applications in Nanomaterials. John Wiley & Sons 2017.

R. Waser: Nanoelectronics and information technology. John Wiley & Sons 2012.

S. Wolf: Microchip manufacturing. Lattice press, Sunset Beach, California 2004.

B. Streetman: Solid State Electronic Devices, 7th edition. Prentice Hall 2014.

S. Sze: Semiconductor Devices, 3rd edition. John Wiley & Sons 2006.



MET-10 SYSTEME DER HOCHFREQUENZ- UND FUNKTECHNIK

Modul Nr.	MET-10
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Wuschek
	Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)
Kursnummer und Kursname	ET 2103 Systeme der Hochfrequenz- und Funktechnik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Modul Systeme der Hochfrequenz- und Funktechnik setzen sich die Studierenden zunächst mit wichtigen Grundlagen der Radartechnik auseinander. Weiterhin lernen sie die Eigenschaften und Anwendungsbereiche der drei grundlegenden Arten von Radarsystemen (Puls, CW, FMCW) kennen. Diese Kenntnisse wenden sie anschließend an, wenn es um die praktische Dimensionierung der wichtigsten Parameter von Radarsystemen geht. Zusätzlich lernen sie Spezialverfahren zur Zielverfolgung kennen und werden in Methoden der Radarsignaltheorie eingeführt. Abschließend lernen sie die Funktionsweise sowie Vor und Nachteile von phasengesteuerten Antennen kennen. Im letzten Teil des Moduls wird in die Grundlagen der bodengestützten Flugnavigationssysteme eingeführt.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Verfahren der Radartechnik.



Die Studierenden kennen und verstehen die Grundprinzipien der Zielverfolgung, der Radarsignalverarbeitung und der phasengesteuerten Antennen.

Die Studierenden kennen die Funktionsweise wichtiger bodengestützter Funknavigationssysteme der Luftfahrt.

Methodenkompetenz

Die Studierenden können die für konkrete technische Aufgabenstellungen am besten geeigneten Radarsysteme auswählen bzw. spezifizieren. Die Studierenden können die wichtigsten Parameter von Radarsystemen dimensionieren. Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Recherche und Weiterentwicklung von vorhandenem Basiswissen.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Eigenschaften von Radar- und Flugnavigationssystemen argumentativ zu begründen und kritisch zu bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)

Für andere Studiengänge:

Studiengang Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal keine

Inhaltlich: Im Bachelorstudiengang ET vermittelte Kenntnisse der Fächer Grundlagen ET, Mathematik und Grundlagen der Nachrichtentechnik.

Inhalt

1. Einführung in die Vorlesung
2. Radartechnik
 - 2.1. Einführung
 - 2.2. Grundlagen



- 2.3. Pulsradar
- 2.4. CW-Radar
- 2.5. FMCW-Radar
- 2.6. Pulsdoppler Radar
- 2.7. Zielverfolgungsradar
- 2.8. Radarsignalverarbeitung
- 2.9. Phasengesteuerte Antennen
- 3. Bodengestützte Funksysteme zur Flugnavigation
 - 3.1. Überblick
 - 3.2. Instrumentenlandesystem (ILS)
 - 3.3. Ungerichtetes Funkfeuer (NDB)
 - 3.4. UKW-Drehfunkfeuer (VOR)
 - 3.5. Distance Measuring Equipment (DME)

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht, Übungsaufgaben

Besonderes

Unterstützung durch die E-Learning-Plattform

Empfohlene Literaturliste

W. Mansfeld: Funkortungs- und Funknavigationsanlagen, Hüthig Verlag

M. I. Skolnik: Introduction to Radar Systems, MHHE Verlag

B. Huder: Einführung in die Radartechnik, Teubner Verlag

J. Göbel: Radartechnik: Grundlagen und Anwendungen, VDE-Verlag



MET-11 SPEZIELLE BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN

Modul Nr.	MET-11
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Werner Bogner
	Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)
Kursnummer und Kursname	MET 2104 Spezielle Bauelemente und Schaltungen
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Master
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Modul Spezielle Bauelemente und Schaltungen setzen sich die Studierenden zunächst am Beispiel von speziellen Bauelemente mit negativem differentiellen Widerstand für Hochfrequenzoszillatoren mit den speziellen physikalischen Grundlagen der Halbleitertechnik auseinander. Weiterhin lernen Sie die Eigenschaften moderner MOS-Bauelemente und deren spezifischen Anforderungen beim Design in integrierter Technik kennen. Sie erlernen die nötigen Schritte und Besonderheiten beim IC-Design sowie das Design von Grundschaltungen für hochintegrierte analoge MOS Schaltungen.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen und verstehen die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente.

Sie kennen verschiedene Halbleiterbauelemente mit negativem differentiellen Widerstand und können deren Eigenschaften analysieren. Die Studierenden haben die Fähigkeit solche Bauelemente als Hochfrequenzoszillatoren anzuwenden.



Die Studierenden kennen den Aufbau und verstehen spezielle Eigenschaften von integrierten MOS-Schaltungen. Sie sind in der Lage Charakterisierungsverfahren anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten.

Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage mittels Simulationen die verschiedenen Eigenschaften von MOS-Transistor-Modellen zu differenzieren. Sie können verschiedene Grundschaltungen und Schaltungskomponenten der integrierten analogen standard CMOS-Technologie anwenden und zu komplexeren Schaltungen zusammenführen und diese Mittels Simulation evaluieren und beurteilen. Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Recherche und Weiterentwicklung von vorhandenem Basiswissen.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage Eigenschaften von verschiedenen elektronischen Bauelementen und analogen MOS-Schaltungen argumentativ zu begründen und kritisch zu bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)

Für andere Studiengänge:

Studiengang Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Im Bachelorstudiengang erworbene Kenntnisse der Fächer Bauelemente, Schaltungstechnik 1, Hochfrequenzelektronik

Inhalt

1. Einführung
2. Negative Conductance Microwave Devices
 - 2.1. Esaki or tunnel diode
 - 2.2. IMPATT - diode



- 2.3. Transferred Electron Devices
- 3. MOSFET
 - 3.1. The ideal MOS-structure
 - 3.2. Basic MOSFET behavior
 - 3.3. Second order effects
 - 3.4. Electrical behavior of short channel MOSFET
 - 3.5. Comparison MOSFET - BJT
- 4. CMOS Technology and Layout Considerations
 - 4.1. Physical structure of MOS-transistor
 - 4.2. Passive Components
 - 4.3. CMOS Considerations
 - 4.4. Layout Considerations
- 5. Active Device Modeling
 - 5.1. (C)MOS Simple Large-Signal Model (LEVEL 1)
 - 5.2. (C)MOS Small-Signal Model
 - 5.3. Computer Simulation Models
- 6. Analog CMOS Subcircuits
 - 6.1. MOS Diode / Active Resistor
 - 6.2. Current Sinks and Sources
 - 6.3. Current Mirrors
 - 6.4. Current and Voltage References
 - 6.5. VT Referenced Source or Bootstrap Reference
 - 6.6. Bandgap Reference
- 7. CMOS Amplifiers
 - 7.1. Inverters
 - 7.2. Differential Amplifier
 - 7.3. Design of CMOS Operational Amplifier



7.4. Output Amplifier

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht, Simulationsbeispiele, Übungsaufgaben

Besonderes

Unterstützung durch die E-Learning-Plattform

Empfohlene Literaturliste

Streetman / Banerjee: Solid State Electronic Devices, 6th edition. Prentice Hall 2006.

Muller / Kamins: Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley&Sons 2003.

Brennan / Brown: Theory of Modern Electronic Semiconductor Devices, John Wiley&Sons 2008.

Sze: Semiconductor Devices, 3rd edition. John Wiley & Sons 2012.

Allen / Holberg: CMOS Analog Circuit Design, 3rd edition. Oxford University Press 2011.

Comer / Comer: Fundamentals of Electronic Circuit Design, John Wiley&Sons 2003.

Razavi: Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd edition. McGraw-Hill Education 2016.



MET-12 SIGNALE UND SYSTEME DER NACHRICHTENTECHNIK

Modul Nr.	MET-12
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Wuschek
	Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)
Kursnummer und Kursname	MET 2105 Signale und Systeme der Nachrichtentechnik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Modul Signale und Systeme der Nachrichtentechnik setzen sich die Studierenden zunächst mit wichtigen Grundlagen der Beschreibung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich auseinander und lernen die wichtigsten Kenngrößen von Signalen kennen. Weiterhin lernen sie die wesentlichen Gesetze der Fouriertransformation und ihre Bedeutung in der Signaltheorie kennen. Diese Kenntnisse wenden sie anschließend an, wenn es um das Übertragungsverhalten von LZI-Systemen im Zeit- und Frequenzbereich geht. Im letzten Teil des Moduls wird in die Grundlagen der Analyse von Zufallssignalen im Zeit und Frequenzbereich eingeführt, sowie vermittelt, wie man das Übertragungsverhalten von LZI-Systemen bei Zufallssignalen beschreiben und ermitteln kann.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen und verstehen wichtige Kenngrößen von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich.



Die Studierenden kennen die wichtigsten Gesetze der Fouriertransformation.

Die Studenten kennen das grundsätzliche Signalübertragungsverhalten von LZI-Systemen im Zeit- und Frequenzbereich.

Die Studierenden kennen wichtige Kenngrößen von Zufallssignalen im Zeit- und Frequenzbereich (Statistische Parameter, Dichte- und Verteilungsfunktionen, Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion, Leistungsspektrum).

Die Studenten kennen das grundsätzliche Signalübertragungsverhalten von LZI-Systemen bei Zufallssignalen.

Methodenkompetenz

Die Studierenden können die wichtigsten Parameter von Signalen bestimmen. Die Studierenden können mittels der Fouriertransformation das Spektrum wichtiger elementarer Signale ermitteln. Die Studenten können das Übertragungsverhalten von elementaren LZI-Systemen im Zeit- und Frequenzbereich rechnerisch ermitteln. Die Studierenden können wichtige Kenngrößen von Zufallssignalen sowie das Übertragungsverhalten von elementaren LZI-Systemen bei Zufallssignalen im Zeit- und Frequenzbereich berechnen. Die Studierenden haben die Fähigkeit zur eigenständigen Recherche und Weiterentwicklung von vorhandenem Basiswissen.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Eigenschaften von deterministischen und zufälligen Signalen sowie von LZI-Systemen im Zeit- und Frequenzbereich argumentativ zu begründen und kritisch zu bewerten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Elektronische und nachrichtentechnische Systeme (ENS)

Für andere Studiengänge:

Studiengang Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Im Bachelorstudiengang ET vermittelte Kenntnisse der Fächer Grundlagen ET, Mathematik und Grundlagen der Nachrichtentechnik.



Inhalt

1. Signale und ihre Kenngrößen
 - 1.1. Signal und Nachricht
 - 1.2. Das Nachrichtenübertragungssystem und seine Signale
 - 1.3. Klassen von Signalen
 - 1.4. Kenngrößen von Signalen
 - 1.5. Testsignale
 - 1.6. Transformation von Signalen im Zeitbereich
 - 1.7. Das Signalspektrum
2. Beziehungen zwischen Signal und Spektrum
 - 2.1. Summationssatz
 - 2.2. Spektrum und Gleichanteil eines Signals
 - 2.3. Impulsfläche und Spektrum
 - 2.4. Spektralflächenbandbreite eines Signals
 - 2.5. Reziprozität zwischen Impulsdauer und Bandbreite bei Impulsen
 - 2.6. Gewichtung eines Signals
 - 2.7. Ähnlichkeitssatz
 - 2.8. Verschiebungssatz (Zeitbereich)
 - 2.9. Verschiebungssatz (Frequenzbereich)
 - 2.10. Gerade und ungerade Signale
 - 2.11. Zuordnungssatz
 - 2.12. Konjugiert komplexe und gespiegelte Signale
 - 2.13. Theorem von Parseval
 - 2.14. Energiesatz
 - 2.15. Vertauschungssatz
 - 2.16. Differentiationssatz (Zeitbereich)
 - 2.17. Differentiationssatz (Frequenzbereich)



- 2.18. Integrationssatz (Zeitbereich)
- 2.19. Integrationssatz (Frequenzbereich)
- 2.20. Faltungssatz (Zeitbereich)
- 2.21. Faltungssatz (Frequenzbereich)
- 3. Grundlegende Übertragungseigenschaften von Nachrichtensystemen
 - 3.1. Theoretische Klassifizierung der Nachrichtensysteme
 - 3.2. Signalübertragungsverhalten von LZI-Systemen im Zeitbereich
 - 3.3. Signalübertragungsverhalten von LZI-Systemen im Frequenzbereich
 - 3.4. Tiefpasssysteme
 - 3.5. Hochpasssysteme
 - 3.6. Bandpasssysteme
 - 3.7. Laufzeitsysteme
- 4. Zufallssignale
 - 4.1. Einleitung
 - 4.2. Augenblickswerteigenschaften von Zufallssignalen
 - 4.3. Zeit- und Spektraleigenschaften von Zufallssignalen
 - 4.4. Übertragung von Zufallssignalen über LZI-Systeme

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht, Übungsaufgaben

Besonderes

Unterstützung durch die E-Learning-Plattform

Empfohlene Literaturliste

J.Prokais / M. Salehi: Communication Systems Engineering, ISBN 0-3130-95007-6

S. Haykin: Communication Systems, ISBN 0-471-17869-1

A. Oppenheim: Signals and Systems, ISBN 0-13-651175-9

Z. Gajic: Linear Dynamic Systems and Signals, ISBN 0-201-61854-0



T. Chon: Statistical Signal Processing, ISBN 1-85233-385-5



MET-13 HÖHERE MODELLBILDUNG UND SIMULATION

Modul Nr.	MET-13
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. László Juhász
	Automatisierungstechnik (AT)
Kursnummer und Kursname	MET 1106 Höhere Modellbildung und Simulation
Semester	1
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 120 Min.
Dauer der Modulprüfung	120 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden setzen sich einerseits mit den Fragestellungen zu Modellbildung, Parameteridentifikation, Simulation und digitalen Regelung von mechatronischer Systemen auseinander. Andererseits lernen sie die Grundlagen und die Anwendungen von Methoden der modellbasierten Reglerentwurf und -Absicherung kennen. Sie erlernen dadurch die nötigen Schritte, um mithilfe von modellbasierten Methoden eigenständige digitale regelungstechnische Lösungen zu entwickeln und abzusichern. Weiterhin sind sie in der Lage solche Lösungen zu verstehen und kritisch zu beurteilen.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage technische Systeme durch mathematische Modelle abzubilden. Die Studierenden kennen die grundlegenden Verfahren zu Parameteridentifikation technischer und mechatronischer Systeme und haben diese in praktischen Übungen angewendet. Sie verfügen über das Wissen, parametrische Modelle von technischen Systemen zu erstellen und experimentell zu verifizieren.



Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse über digitale Regelungen und dessen Anwendung in mechatronischen Entwicklungsprojekten.

Die Studierenden erlernen grundlegende Kenntnis über die Möglichkeiten unterschiedlicher modellbasierter Entwurfsmethoden für digitale Regelungen.

Die Studierenden kennen die einzelnen Elemente des modellbasierten Funktionsentwurfs und Absicherung nach dem V-Zyklus und können die Besonderheiten und Gemeinsamkeiten einzelne Elemente des V-Zyklus verstehen. Des Weiteren sind sie in der Lage die entworfenen Regler mithilfe von Offline- sowie Echtzeitsimulationen entsprechend der Vorgaben des V-Zyklus modellbasiert abzusichern und auf diesem Wege Entwurfsfehler frühzeitig zu erkennen.

Die Studierenden lernen Software-Toolketten aus dem Hause MathWorks und dSPACE kennen und wenden diese anschließend eigenständig für Aufgaben aus dem Bereich der modellbasierter Reglerentwurf und Absicherung an.

Methodenkompetenz

Die Studierenden sind mit der wichtigsten Methoden für die Modellierung technischer und mechatronischer Systeme vertraut und können diese erfolgreich anwenden.

Die Studierenden erlernen Kenntnisse über Methoden der Parameteridentifikation sowohl in Zeit- als auch im Frequenzbereich und wenden diese anschließend für praktische Problemstellungen an.

Des Weiteren sind die Studierenden mit den wichtigsten Methoden dem digitalen Reglerentwurf vertraut und können diese erfolgreich anwenden.

Die Studierenden sind mit der wichtigsten Methoden und Werkzeugen der modellbasierter digitalen Simulation vertraut und setzen diese entsprechend ein. Ins besonders können sie die Stabilitätsbedingungen digitale Simulationsmethoden bei kontinuierlichen und diskreten Systemen korrekt herleiten und bewerten. Sie kennen die Leitfäden für eine gute Grundlage der modellbasiert realisierten Funktionen - bezogen auf deren spätere Anwendung in RCP, HIL und Seriercodegenerierung - und wenden diese Leitfäden eigenständig an. Die erwähnten Ansätze und Techniken haben die Studierenden durch Modellierung, Simulation und Regelung einer beispielhaften Anwendung verdeutlicht und befestigt.

Die Studierenden verstehen was Echtzeitanforderungen bedeuten und sind vertraut mit deren Auswirkung auf das Funktionsentwurf mittels Rapid Control Prototyping. Sowohl die Hardware- als auch die Softwareseitige Anforderungen und Anwendungsmöglichkeiten beim RCP sind für sie bekannt und werden von ihnen erfolgreich eingesetzt. Sie ist in der Lage, Funktionsentwicklung mittels Rapid Control Prototyping für CPU-basierte Systeme erfolgreich durchzuführen und absichern. Dabei widmen sie ein besonderes Augenmerk für die Probleme der Tasking, Konfiguration der I/O und Echtzeitbedingungen.



Die Studierenden kennen die Herausforderungen der Seriercodegenerierung und wendet Optimierungsmethoden und Zahlendarstellung im Digitalrechner eigenständig an, um einen positiven Einfluss auf Rechenzeit und Speicherverbrauch zu erzielen. Sie sind in der Lage ein allgemeines Simulationsmodell selbstständig in ein seriercodegenerierungstaugliches Modell umzuwandeln und die dafür notwendige Schritte (Skalierung, Optimierung) erfolgreich durchzuführen. Sie sind mit der Absicherung und Analyse des generierten Seriercode mittels Code-Coverage, MIL, SIL und PIL-Simulation sowie mit der Integration der Gesamtsteuergerätecode vertraut.

Die Studierenden kennen die Gründe für eine HIL-Simulation und die Techniken die bei einer solchen Simulation angewendet werden. Sie sind mit der Erstellung und Betrieb einer HIL-Anwendung bestens vertraut und kennt die Synergien zwischen Rapid Control Prototyping und HIL. Dabei wenden sie auch die Methoden der Testautomatisierung und Virtualisierung erfolgreich an.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden sind sich ihrer Verantwortung als Entwicklungsingenieur für modellbasierter Reglerentwurf und -Absicherung bewusst. Sie sind in der Lage Arbeitsschritten und Ergebnisse argumentativ zu begründen und kritisch zu bewerten. Sie können in Teams zusammenarbeiten und sich gegenseitig Feedback geben.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik (AT)

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für General Engineering

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Kenntnisse der Systemtheorie linearer Systeme, Kenntnisse physikalischer Grundlagen elektrischer und mechanischer Systeme, grundlegende Kenntnisse analogen und digitalen Regelungen, fortgeschrittene Kenntnisse der Programmiersprache C

Inhalt

1. Grundlagen der mathematische Modellierung technischer Systeme



- 1.1. Allgemeine Methoden der mathematischer Modellierung technischer Systeme
- 1.2. Mathematische Modellierung mechanischer Systeme
- 1.3. Mathematische Modellierung elektrischer Systeme
- 1.4. Mathematische Modellierung hydraulische Systeme
- 1.5. Mathematische Modellierung Wärmeübertragungssysteme
- 1.6. Mathematische Modellierung mechatronische Systeme
- 1.7. Linearisierung nichtlinearer Systeme
- 1.8. Beschreibung technischer Systeme mit durch Zustandsraummodellen
2. Digitale Regelungen
 - 2.1. Diskrete Beschreibung technischer Systeme und der digitaler Regelkreis
 - 2.2. Diskretisierung kontinuierliche Systeme
 - 2.3. Differenzgleichungen und die Z-Transformation
 - 2.4. Stabilität diskreter Systeme
 - 2.5. Entwurfsmethoden für digitale Regelungen
 - 2.6. Diskrete Zustandsraumdarstellungen
3. Parameteridentifikation technischer und mechatronischer Systeme
 - 3.1. Übersicht und Einordnung der Parameteridentifikationsmethoden
 - 3.2. Parameteridentifikation im Zeitbereich
 - 3.3. Parameteridentifikation in Bildbereich
 - 3.4. Methoden der Parameteridentifikation durch Spektroskopie
 - 3.5. Methoden der Parameteridentifikation durch Spektrale Schätzung
4. Elemente der modellbasierter Reglerentwurf und -Absicherung
 - 4.1. Modellbasierte Reglerentwurf und das V-Modell
 - 4.2. Offline Simulation
 - 4.3. Rapid Control Prototyping
 - 4.4. Automatische Seriercodegenerierung
 - 4.5. Hardware-in-the-Loop Simulation



- 4.6. Messen und Kalibrieren
- 5. Praktische Übungen
 - 5.1. Modellbildung und Simulation technischer Systeme: u.A. Beispiel elektrische Drosselklappe
 - 5.2. Modellbasierter Reglerentwurf für Positionsregelung einer elektrischer Drosselklappe
 - 5.3. Absicherung durch RCP an Beispiel eine elektrische Drosselklappe
 - 5.4. Serieneingenerierung für die Regelung einer elektrische Drosselklappe

Lehr- und Lernmethoden

Vorlesung, Rechnerpraktikum, praktische Übungen, Einzel- und Gruppenarbeit

Besonderes

Tutorium wird angeboten

Unterstützung durch die E-Learning-Plattform

Empfohlene Literaturliste

R. Woods / K. Lawrence: Modeling and Simulation of Dynamic Systems. Prentice Hall 1997.

D. Abel / A. Bollig: Rapid Control Prototyping (in German). Springer 2013.

H. Schildt: C++ The Complete Reference, Part I: the C subset. Springer 2013.

Ljung: System Identification: Theory for the User, 2/E. Prentice Hall 1999.

Gajic: Linear Dynamic Systems and Signals. Prentice Hall 2002.

N. Nise: Control Systems Engineering. John Wiley & Sons 2004.

R. Dorf / R. Bishop: Modern Control Systems. Pearson Educational International 2005.

R. Isermann: Grundlegende Methoden, Identifikation dynamischer Systeme, Bd.1. Springer-Verlag 1992.

R. Isermann: Identifikation dynamischer Systeme II. Besondere Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag 1992.

M. Gipsper: Systemdynamik und Simulation. Teubner-Verlag 1999.



R. Nollau: Modellierung und Simulation Technischer Systeme (in German). Springer
2009.



MET-14 AUSGEWÄHLTE THEMEN DER REGELUNGSTECHNIK

Modul Nr.	MET-14
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nikolaus Müller
	Automatisierungstechnik (AT)
Kursnummer und Kursname	MET 2106 Ausgewählte Themen der Regelungstechnik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Studierende sollen befähigt werden, für anspruchsvolle dynamische Strecken mit Hilfe der Zustandsraummethode geeignete Regler und Beobachter entwerfen und als Programm umsetzen zu können.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Sie können dynamische Systeme im Zustandsraum formulieren

Sie können die wichtigen Eigenschaften benennen und diese berechnen

Sie können Regler und Beobachter für niedrige Systemordnung nach dem Polvorgabeverfahren berechnen

Sie können erklären, wie Beobachter wirken und welchen Nutzen sie bringen

Sie können eine zeitdiskrete Darstellung der Strecke bestimmen

Sie können ein Programm für Beobachter und Regler erstellen



Sie können eine Streckenbeschreibung in Matlab/Simulink umsetzen

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik (AT)

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhalt

1. Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum
 - 1.1. Physikalische Modellierung
 - 1.2. Aufstellen der Zustandsdarstellung aus anderen Modellen
 - 1.3. Methoden zur Lösung der Differentialgleichungen
2. Eigenschaften
 - 2.1. Stabilität
 - 2.2. Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
 - 2.3. Normalformen
3. Regelungsentwurf
 - 3.1. Polvorgabeverfahren für Eingrößensysteme
 - 3.2. Polvorgabeverfahren für Mehrgrößensysteme
 - 3.3. Andere Entwurfsverfahren
4. Beobachterentwurf
5. Zeitdiskrete Beschreibung

Lehr- und Lernmethoden

Blended Learning, Seminaristischer Unterricht, Übungen



Empfohlene Literaturliste

R. Dorf / R. Bishop: Modern Control Systems. 13. edition. Pearson, 2017.

K. Ogata: Modern Control Engineering. 5. edition. Pearson, 2010.

N. Nise: Control Systems Engineering. 6. edition. Wiley, 2011.

S. Chapman: Matlab® Programming with Applications for Engineers. Cengage Learning, 2013.



▶ MET-15 AUSGEWÄHLTE THEMEN DER BERÜHRUNGSLOSEN SENSORIK

Modul Nr.	MET-15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Martin Jogwich
	Automatisierungstechnik (AT)
Kursnummer und Kursname	MET 2107 Ausgewählte Themen der berührungslosen Sensorik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Gründliche Kenntnisse und ein vertieftes Verständnis ausgewählter berührungslos arbeitender Sensoren und Sensorsysteme

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Bewertung von Aufgabenstellungen aus der industriellen Praxis in Hinblick auf den Einsatz berührungslos arbeitender Sensoren und Sensorsysteme

Methodenkompetenz

Kenntnis von Strategien zur Lösung dieser Aufgabestellungen, insbesondere im Bereich der analogen und digitalen Bildverarbeitung

Umsetzung dieser Lösungsstrategien anhand praktischer Anwendungsbeispiele

Persönliche Kompetenz

Entwicklung von Strategien zur Bewertung von Sensorikeinsatz im Industrieumfeld



Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik (AT)

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Beherrschung mathematischer Grundlagen und ihrer technischen und wissenschaftlichen Anwendungen, insbes. Trigonometrie, Koordinatensysteme, Vektor- und Matrizenrechnung, Differentiations- und Integralrechnung, geometrische Transformationen, Interpolationstechniken

Beherrschung physikalischer Grundlagen und ihrer technischen und wissenschaftlichen Anwendungen insbes. im Bereich der Erzeugung, Messung und des Transfers elektromagnetischer Strahlung insbesondere im sichtbaren Spektralbereich

Inhalt

Sensorprinzipien der geometrischen Optik (u.a. Triangulation, Lichtschnittverfahren, Bildaufnahme und Bildvorverarbeitung)

Sensorprinzipien der Ausbreitung elektromagnetischer Strahlung (u.a. Laufzeitmessung, Schichtdickenmessung, Photometrie, Fluoreszenz, Interferometrie, Lichtschranken und -tasterelemente)

Sensorprinzipien der Umwandlung elektromagnetischer Strahlung (u.a. Photovervielfacher, Fotoelemente, CCD- und CMOS-Sensoren)

Fallbeispiele technischer Sensoranwendungen

Bearbeitung und Lösung industrieller Aufgabenstellungen mit Hilfe von Bilderfassung, Bildvorverarbeitung und Bildverarbeitung

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht, Software-Workshops, Laborarbeiten

Empfohlene Literaturliste

C. Demant et al: Industrial Image Processing bzw. Industrielle Bildverarbeitung, Springer.



- R. Gonzalez / R. Woods: Digital Image Processing, Prentice Hall.
- J. Haus: Optical Sensors, Wiley-VCH.
- S. Hesse / G. Schnell: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Vieweg.
- A. Hornberg (editor): Handbook of Machine Vision, Wiley-VCH.
- B. Jähne: Digital Image Processing bzw. Digitale Bildverarbeitung, Springer.
- R. Jain / R. Kasturi, B.G / Schunck: Machine Vision, McGraw-Hill Book Company.
- J. Niebuhr / G. Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, Oldenbourg.
- M. Petrou / P. Bosdigoanni: Image Processing, John Wiley & Sons.
- E. Schiessle: Industriesensorik, Vogel Verlag.
- C. Solomon / T. Breckon: Fundamentals of Digital Image Processing.
- C. Steger / M. Ulrich / Chr. Wiedemann: Machine Vision Algorithms and Applications, Wiley-VCH.



MET-16 AUTOMOBILE UND INDUSTRIELLE ELEKTRISCHE ANTRIEBSSYSTEME

Modul Nr.	MET-16
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nikolaus Müller
	Automatisierungstechnik (AT)
Kursnummer und Kursname	MET 2108 Automobile und industrielle elektrische Antriebssysteme
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Das Modul Automobile und industrielle elektrische Antriebssysteme führt in diverse elektrische Antriebssysteme ein, lehrt die typischen Methoden der Ansteuerung und zeigt die besonderen Anforderungen im Automobil bzw. in industrieller Umgebung. Das Fach bietet einen Überblick über elektrische Antriebe für industrielle Anwendungen und im Fahrzeug und zeigt weitere mögliche nachhaltige Antriebskonzepte auf.

Die Studierenden erreichen folgende Lernziele:

Fachkompetenz

Vorlesungsschwerpunkt Automobile elektrische Antriebssysteme

Sie können die Komponenten eines elektrischen Antriebsstrangs auflisten

Sie können Pulsmuster für die Raumzeigermodulation berechnen

Sie können die elektrochemischen Vorgänge in Batterien beschreiben und deren Verhalten erklären



Sie können Vor- und Nachteile des elektrischen Antriebsstrang dem konventionellen Verbrennungsmotor gegenüberstellen

Sie können Hybridfahrzeugkonzepte und alternative Verbrennungsmotoren benennen

Sie können alternative Kraftstoffe auf ihre Anwendbarkeit im Fahrzeug analysieren

Sie können verschiedene Antriebskonzepte für deren Anwendung beurteilen

Vorlesungsschwerpunkt Industrielle elektrische Antriebssysteme

Sie verstehen den Aufbau eines mehrachsigen Bewegungssteuerungssystems (motion control)

Sie beherrschen die mathematischen Methoden zu feldorientierten Beschreibung dreiphasiger elektrischer Maschinen

Sie können das dynamische Verhalten von dreiphasigen Synchron- und asynchronmaschinen beschreiben

Sie können unterschiedliche Entwurfsansätze für Drehzahlregelungssysteme elektrischer Antriebe benennen

Sie können Drehzahlregelungssysteme für elektrische Antriebe entwerfen

Persönliche Kompetenz

Sie erarbeiten sich Inhalte in Gruppen

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik (AT)

Für andere Studiengänge:

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhalt



Vorlesungsschwerpunkt Automobile elektrische Antriebssysteme

1. Elektrischer Antriebsstrang
 - 1.1. Antriebsmotoren
 - 1.2. Umrichter-Ansteuerung mit Raumzeigermodulation
 - 1.3. Batterien
 - 1.4. Ladekonzepte
2. Kraftstoffunterstützte elektrische Fahrzeuge
 - 2.1. Brennstoffzelle
 - 2.2. Hybridfahrzeuge
3. Nachhaltige Verbrennungsmotorkonzepte
 - 3.1. Alternative Kraftstoffe
 - 3.2. Alternative Verbrennungs-Antriebe

Vorlesungsschwerpunkt Industrielle elektrische Antriebssysteme

1. Industrielle Antriebe
 - 1.1. Allgemeine Eigenschaften
 - 1.2. Energieeffizienzklassen
 - 1.3. Bewegungskontrolle
 - 1.4. Ladekonzepte
2. Dynamische Modelle elektrischer Maschinen
 - 2.1. Modellierung des dynamischen Verhaltens elektrischer Maschinen
 - 2.2. Clark / Park-Transformation
 - 2.3. Dynamische Modellsynchronmaschine
 - 2.4. Dynamische Modell-Asynchronmaschine
3. Regelung elektrischer Geräte
 - 3.1. Entwurf eines allgemeinen Steuerungssystems
 - 3.2. Drehzahlregelung für Gleichstrommaschinen
 - 3.3. Steuerungsdesign für 3 ~ Maschinen



3.4. Direkte Drehmomentregelung

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeit

Empfohlene Literaturliste

R. Jurgen: Electric and Hybrid-Electric Vehicles. SAE international 2011.

J. Beretta: Automotive Electricity. Wiley 2010.

Ehsani / Gao / Longo / Ebrahimi: Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicle, 3. edition. CRC-Press 2019.

A. Emadi: Advanced Electric Drive Vehicles. CRC-Press 2015.

J. Erjavec: Hybrid Electric & Fuel Cell Vehicles, 2. edition. Delmar 2013.

I. Husain: Electric and Hybrid Vehicles, 2. edition. CRC-Press 2011.

A. Khajepour / S. Fallah / A. Goodarzi: Electric and Hybrid Vehicles. Wiley 2014.

B. Bose: Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall 2002.

G. Henneberger: Electrical Machines I. Lecture notes. Technical University Aachen 2002.

R. Dorf / R. Bishop: Modern Control Systems, 13. edition. Pearson Prentice Hall 2017.

Diverse Fachzeitschriften

Anwenderhinweise



MET-17 FORTGESCHRITTENE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Modul Nr.	MET-17
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Werner Bogner
	Automatisierungstechnik (AT)
Kursnummer und Kursname	MET 2109 Fortgeschrittene Automatisierungstechnik
Semester	2
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	jährlich
Art der Lehrveranstaltungen	Pflichtfach
Niveau	Postgraduate
SWS	4
ECTS	5
Workload	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 90 Stunden Gesamt: 150 Stunden
Prüfungsarten	schr. P. 90 Min.
Dauer der Modulprüfung	90 Min.
Gewichtung der Note	5/90
Unterrichts-/Lehrsprache	Englisch

Qualifikationsziele des Moduls

Im Modul Fortgeschrittene Automatisierungstechnik erhalten Studierende einen Überblick über die Funktionsweise von Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) sowie grundlegende Anforderungen an Hardware und Software.

Sie lernen die standardisierten (IEC61131-3) und herstellerepezifischen (TIA Portal) Möglichkeiten der Programmierung kennen. Sie lernen den Umgang mit Visualisierungssoftware für die Benutzerschnittstelle.

Die Studierenden erlangen die grundlegende Kompetenz, automatisierte Prozesse in der Automobilindustrie, Kraftwerken, der chemischen Industrie, der Gebäudetechnik und im Transport und Verkehrswesen zu verstehen.

Sie können somit die digitale Transformation der Industrie mitgestalten.

Die Studierenden erreichenfolgende Lernziele:

Fachkompetenz

Die Studierenden kennen die Konzepte und die Komponenten einer modernen automatisierungstechnischen Anlage samt Aufbau, Struktur und Funktionsweise von industriellen Kommunikationssystemen, auch im Hinblick auf die Sicherheit.

Sie sind in der Lage, einfache Aufgabenstellungen der Automatisierungstechnik zu



analysieren, zu klassifizieren und zu lösen.

Die Studierenden kennen die Anforderungen an Hardware und Software für eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise einer SPS. Sie können SPS-Programme erstellen. Mit Hilfe von Visualisierungssoftware können sie Prozesse und Abläufe darstellen.

Methodenkompetenz

Das anwendungsbezogene Wissen erlaubt es den Studierenden, Vor- und Nachteile der einzelnen industriellen Bussysteme zu vergleichen, Vor- und Nachteile der einzelnen Programmiersprachen gegeneinander abzuwägen und optimale Lösungen zu finden.

Persönliche Kompetenz

Die Studierenden bearbeiten Problemstellungen konzentriert und selbständig. Sie können ihre Lösungswege mündlich wie schriftlich in angemessener Fachsprache kommunizieren.

Sie lernen aus Fehlern, können die eigenen Fähigkeiten einschätzen und verbessern. Sie sind in der Lage, aktiv im Team zu arbeiten.

Verwendbarkeit in diesem und in anderen Studiengängen

Für diesen Studiengang:

Pflichtfach im Studiengang Elektro- und Informationstechnik (Master);
Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik (AT)

Für andere Studiengänge:

Angewandte Informatik (Master)

Wahlfach für Master Applied Research in Engineering Sciences

Zugangs- bzw. empfohlene Voraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Grundlagenkenntnisse in Automatisierung

Inhalt

1. Funktionsweise von SPS
 - 1.1. Hardwareanforderungen
 - 1.2. Aktuelle Ausführungsformen
 - 1.3. Umgebungsbedingungen



- 1.4. Echtzeitanforderungen
2. Programmiersprachen
3. Darstellung der Automatisierungstechnik in Hinblick auf die industrielle
 - 3.1. Kommunikation
 - 3.2. ISO/OSI Modell in der industriellen Kommunikation
 - 3.3. Automatisierungspyramide
 - 3.4. Vertikale Kommunikation
 - 3.5. Aufbau und Funktionsweise gängiger Kommunikationssysteme

Lehr- und Lernmethoden

Seminaristischer Unterricht mit Übungen
Praktische Übungen im Labor

Empfohlene Literaturliste

R. Laubner / P. Göhner: Prozessautomatisierung I. Springer Verlag 1999.
 G. Wellenreuther / D. Zastrow: Steuerungstechnik mit SPS, Springer/Vieweg 2015.
 G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Übersichten und Übungsaufgaben, Springer/Vieweg 2015.
 K. John / M. Tiegelkamp: SPS-Programmierung mit IEC, Springer Verlag 2009.
 G. Schnell: Bussysteme in der Automatisierungstechnik, 4. Auflage. Vieweg Verlag 2000.
 W. Kriesel / O. Madelung: AS-Interface ? Das Aktuator-Sensor-Interface für die Automation. Hanser Verlag 1999.
 M. Popp: Profibus-DP/DPV1, 2. Auflage. Hüthig Verlag 2000.
 M. Popp: Das PROFINET IO-Buch: Grundlagen und Tipps für Anwender, 2. Auflage. VDE Verlag 2010.
 Ausbildungsunterlagen der Fa. Siemens:
www.siemens.com/global/de/home/unternehmen/nachhaltigkeit/ausbildung/sce.html

