



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

ANLAGE A1

MODULHANDBUCH

- basierend auf der Studien- und Prüfungsordnung vom 1.09.2013 -

MASTERSTUDIENGANG LEISTUNGS- UND MIKROELEKTRONIK

FAKULTÄT TECHNIK

HOCHSCHULE REUTLINGEN



Liste der Module nach Semestern

Sem. 1:	LEMM01LE Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik LEMM02LE Design Integrierter Analoger Schaltkreise I LEMM03LE Physik der Mikro- und Leistungselektronik LEMM04LE Schaltungstechnik in der Leistungselektronik LEMM05LE Synthese Digitaler Schaltungen
Sem. 2:	LEMM08LE Aufbau- und Verbindungstechnik
Sem. 2/3:	LEMM06LE Design Integrierter Analoger Schaltkreise II LEMM07LE Projektarbeit LEMM09LE Design Integrierter Analoger Schaltkreise III LEMM10LE Leistungselektronik und Antriebsregelung
Sem. 3:	LEMM11LE Hochfrequenz-Technik
Sem. 4:	LEMM12LE Master-Thesis

Liste der Wahlpflichtmodule

LEMMW01LEW Komponenten der Leistungselektronik

LEMMW02LEW Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme

LEMMW03LEW Systeme zur Energieerzeugung und -nutzung

LEMMW04LEW Elektromagnetische Verträglichkeit und ESD

LEMMW05LEW System-on-Chip

LEMMW06LEW Herstellung und Modellierung Moderner Leistungshalbleiter

LEMMW07LEW Design und Layoutsynthese digitaler CMOS-Schaltkreise

Modultitel: Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik

Modulnummer: LEMM01LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Semester: 1

SWS: 5

ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden haben einen Überblick über moderne Halbleiter- und Leistungshalbleiterbauelemente. Neben ihrem Aufbau kennen sie die grundlegende Funktionsweise der Bauelemente sowie ihr Verhalten, ihre Einsatzgebiete und ihre Grenzen. Sie können Leistungshalbleiter korrekt auslegen und beherrschen den Umgang mit einfachen Modellen.

Typische Fragestellungen können von den Studierenden unter Anwendung der üblichen Methoden selbständig bearbeitet und gelöst werden. Sie sind in der Lage, Messungen an Leistungshalbleitern durchzuführen und die Messergebnisse mit dem Modell des Halbleiters zu erklären und mathematisch zu verifizieren.

Die Studierenden sind in der Lage, englischsprachige Fachtexte zu verstehen. Die gebräuchlichen Fachtermini aus dem Bereich der Halbleiterbauelemente sind ihnen in deutscher sowie in englischer Sprache bekannt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik
Fachname II: Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik Praktikum

Prüfung: K2, L/TES

Voraussetzungen: LEMM10LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 75 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 105 h

Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

**HS Reutlingen
Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik**

Modulkatalog LEM Master

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Modul: LEMM01LE
Halbleiterbauelemente der
Leistungselektronik**

Lehrveranstaltung: Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik

Semester: 1

SWS: 4

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung und Übungen

Dozent(en): Prof. Dr.-Ing. Martin Pfost

Inhalte:

- 1) Grundlagen der Halbleiterphysik (Wdh.)
 - Eigenleitung, Bandlücke und Massenwirkungsgesetz
 - Störstellenleitung und Bandstruktur
 - Grundgleichungen (Drift-Diffusion, Bilanz und Poisson)
- 2) Der pn-Übergang (Wdh.)
 - Feld- und Potentialverlauf des pn-Übergangs
 - Diodenkennlinie (Schockley-Theorie)
 - maximale Sperrspannung und Durchbruch
- 3) Einführung in die Herstellung von Halbleiterbauelementen
- 4) Dioden
 - Abweichung vom idealen pn-Übergang
 - Modellierung und Ersatzschaltung
 - pin-Dioden (Aufbau, Funktion und Schaltverhalten)
 - Schottky-Dioden (auch wide bandgap)
- 5) Bipolare (Leistungs-) Transistoren
 - Grundstruktur und Funktionsweise (Wdh.)
 - Abweichungen vom idealen Transistor
 - Bauformen und Heterobipolartransistoren
 - Modellierung und Ersatzschaltung
 - hohe Kollektorströme und Durchbruchmechanismen
- 6) Thyristoren
 - Aufbau und Wirkungsweise
 - Ersatzschaltbild, Zünd- und Haltebedingung
 - Schaltverhalten und Löschsaltungen
 - Sonderformen (TRIAC, GTO und CGT)
- 7) MOS-Feldeffekt-(Leistungs-)Transistoren
 - MOS-System, Betriebszustände und Inversion (Wdh.)
 - MOSFET-Grundstruktur, Funktionsweise (Wdh.)
 - Schwellspannung und Theorie der Ladungssteuerung
 - Drain-Extension und DMOS-Leistungstransistoren
 - Einschaltwiderstand und Sperrverhalten
 - DMOS-Varianten und Kompensations-MOSFET
- 8) Insulated-Gate Transistor (IGBT)
 - Aufbau und Wirkungsweise
 - Auslegungsgesichtspunkte und IGBT-Varianten
 - Vergleich mit DMOS
- 9) Gehäuse und thermisches Verhalten
 - Anforderungen an Gehäuse für Leistungsbaulemente
 - Entstehung und Abführung von Verlustleistung
 - Thermisches Ersatzschaltbild, Zth-Diagramme

Skripte/Medien:

Vorlesungsskript (in englischer Sprache), Umdrucke

Literatur:

S. Linder: Power Semiconductors. EPFL Press, 2006
J. Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente. Springer-Verlag 2006
D. Schröder: Leistungselektronische Baulemente. Springer-Verlag 2006

Lehrveranstaltung:	Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik Praktikum
Semester:	1
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Praktikum
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfost
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Messtechnische Bestimmung grundlegender elektrischer Kenndaten bei verschiedenen Temperaturen an Dioden, Bipolartransistoren, MOSFETs und IGBTs2) Kapazitätsmessungen an Halbleiterbauelementen3) Schaltzeitmessungen an Dioden4) Parametrisierung von Ersatzschaltungen5) Bestimmung des thermischen Verhaltens
Skripte/Medien:	Umdrucke
Literatur:	Praktikumsanleitung

Modultitel:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise I
Modulnummer:	LEMM02LE
Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Semester:	1
SWS:	6
ECTS:	7

Lernziele:

Die Studierenden können analoge Schaltungstechniken anwenden und sind in Theorie und Praxis zum selbstständigen Entwurf und zur Optimierung von Grundsaltungen der Mikroelektronik in der Lage.

Die Studierenden wissen, welche parasitären Effekte und Ausfallmechanismen in integrierten Schaltkreisen auftreten und können wirksame Gegenmaßnahmen bestimmen und umsetzen. Darüber kennen sie aus Herstellungsverfahren und anderen Ursachen resultierenden Parameterschwankungen der Bauelemente und können daraus Maßnahmen zur Optimierung der Schaltungsfunktion ableiten.

Das Modul deckt den gesamten Entwurfsprozess ab vom Entwurf einer Schaltung bis zur Umsetzung im Layout. Theoretische Kenntnisse werden ergänzt durch praktische Übungen mit industrietypischen Entwurfswerkzeugen zur Schaltpläneingabe, Schaltungssimulation, Layouterstellung und Layoutverifikation.

Der Umgang mit der Dokumentation der Entwurfswerkzeuge bildet und verbessert die Fähigkeit zum Lesen und Verstehen englischsprachiger Fachliteratur.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise I
Fachname II:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise I Praktikum
Fachname III:	Layoutentwurf Integrierter Schaltkreise
Fachname IIII:	Layoutentwurf Integrierter Schaltkreise Praktikum

Prüfung: K2, L/TES

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	105 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	105 h
Gesamtzeit:	210 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise I
Semester:	1
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<p>1) Bauelemente und Modelle</p> <ul style="list-style-type: none">- Grundlegende Modell-Prinzipien (Kleinsignal-Modelle, Temperatur) (tlw. Wdh.)- Modelle für Dioden, Bipolar- und MOS-Transistoren (tlw. Wdh.)- Einführung in Spice- Matching und Rauschen <p>2) Grundsaltungen</p> <ul style="list-style-type: none">- Emitter-, Kollektor- und Basisschaltung (tlw. Wdh.)- Source-, Drain- und Gateschaltung (tlw. Wdh.)- Kaskodeschaltung- Aktive Lasten <p>3) Grundfunktionen</p> <ul style="list-style-type: none">- Stromquellen, Stromspiegel- Spannungs- und Stromreferenzen (Bandgap, TK0-Quellen etc.) <p>4) Verstärker</p> <ul style="list-style-type: none">- Differenzverstärker (tlw. Wdh.)- Frequenzverhalten (tlw. Wdh.)- Rückkopplung und dynamische Stabilität (tlw. Wdh.)- Eingangsstufen (Rail-to-Rail)- Ausgangsstufen (A, AB, B-Betrieb)- Operationsverstärker (Kennwerte, Schaltungsarchitekturen, Entwurfsbeispiele) <p>5) Komparatoren, Schmitt-Trigger</p>
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Tafel, Folie
Literatur:	Razavi: ?Design of Analog CMOS Integrated Circuits? Allen/Holberg: ?CMOS Analog Circuit Design? Gray/Meyer: ?Analysis and Design of Analog Integrated Circuits?

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise I Praktikum
Semester:	1
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Entwurfspraktikum am Rechner
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Dimensionierung von Grundsaltungen2) Überprüfung der Berechnungen durch Simulation3) Praktikumsthemen:<ul style="list-style-type: none">- Transistor-Kennlinien und Kleinsignalparameter- MOS Transistor als Widerstand und Kapazität- Grundsaltungen (Sourceschaltung und Sourcefolger)- Temperatursensor- Differenzverstärker- Zweistufiger Operationsverstärker mit Miller-Kompensation
Skripte/Medien:	Umdrucke
Literatur:	Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung:	Layoutentwurf Integrierter Schaltkreise
Semester:	1
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Inhalte:	<p>1) Ablauf des Layoutentwurfs</p> <ul style="list-style-type: none">- Aufgabe des Layoutentwurfs- Entwurfsschritte <p>2) Halbleiterprozesse integrierter Schaltkreise</p> <ul style="list-style-type: none">- Grundlegende Herstellverfahren (Wdh.)- Der Standard-Bipolarprozess und dessen Bauelemente- Der Polygate-CMOS-Prozess und dessen Bauelemente <p>3) Parameterabweichungen und Gegenmaßnahmen im Layout</p> <ul style="list-style-type: none">- Fertigungsbedingte Abweichungen (z.B. Driften, Randeffekte)- Entwurfsbedingte Abweichungen (z.B. Temperaturgradienten)- Prinzip des Matchings und Umsetzung von Symmetrien im Analoglayout <p>4) Ausfallmechanismen und Gegenmaßnahmen im Layout</p> <ul style="list-style-type: none">- Überlastungsmechanismen (z.B. ESD, Elektromigration)- Passive Parasiten- Aktive Parasiten (Oberflächeneffekte, Substrateffekte) <p>5) Spezielle Methoden und Strategien</p> <ul style="list-style-type: none">- Konzepte für das Floorplanning- Hierarchische Strukturierung eines Entwurfs- Verdrahtungskonzepte (z.B. Powerrouting, Sternverdrahtung)- Layoutmaßnahmen für Labormuster- Abgleichverfahren <p>6) Verifikation im Layout</p> <ul style="list-style-type: none">- Verifikation der Entwurfsregeln (DRC - Design Rule Check)- Verifikation der Netzlistenkonsistenz (LVS - Layout versus Schematic Check)- Parasitenextraktion (PEX ? Parasitic Extraction)
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien, Tafelanschrieb
Literatur:	A. Hastings: The Art of Analog Layout, Second Edition, Pearson / Prentice Hall. K.-H. Cordes, A. Waag, N. Heuck: Integrierte Schaltungen, Pearson Studium.

Lehrveranstaltung:	Layoutentwurf Integrierter Schaltkreise Praktikum
Semester:	1
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Praktikum am Rechner
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Übungen zur Nutzung der Entwurfsumgebung (Cadence Virtuoso XL, Assura)2) Handentwurf einer einfachen Layoutanordnung, Verifikation mit LVS3) Layoutentwurf ausgewählter Schaltungsblöcke der im Modul behandelten Schaltungen mit schaltplangetriebenen Entwurfsfluss (Virtuoso XL)4) Layoutentwurf von Matchingstrukturen5) Layoutentwurf eines Leistungstransistors6) Verifikation von Layouts mit professionellen Werkzeugen (Cadence-Assura oder Mentor-Calibre)7) Erstellung von DRC-Rulefiles (Cadence-Assura oder Mentor-Calibre)
Skripte/Medien:	Arbeitsblätter, Trainingsunterlagen zu Virtuoso, Cadence EDA-Entwurfsumgebung
Literatur:	A. Hastings: The Art of Analog Layout, Second Edition, Pearson / Prentice Hall Cadence User's Manual.

Modultitel: Physik der Mikro- und Leistungselektronik

Modulnummer: LEMM03LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Semester: 1

SWS: 4

ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden sind mit den grundlegenden Beschreibungen der Festkörperphysik vertraut. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse der Materialien, wie sie für passive Bauelemente, wie Kondensatoren und Spulen verwendet werden. Sie kennen die grundlegenden Festkörperphysikalischen Beschreibungen von Leitern, Halbleitern und Isolatoren und deren technische Realisierungsform. Im Bereich der magnetischen Materialien sind die festkörperphysikalischen Grundlagen verstanden und deren Auswirkungen in technischen Realisierungen und Schaltungsanwendungen bekannt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Physik der Mikro- und Leistungselektronik

Prüfung: K2

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h

Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Physik der Mikro- und Leistungselektronik
Semester:	1
SWS:	4
ECTS:	6
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Dr. Lothar Schmidt
Inhalte:	Grundlagen der Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none">- chemische Bindung im Festkörper- Kristallstrukturen- Beugungen an periodischen Strukturen- Phononen- Dynamik von Kristallgittern- ?Freie? Elektronen im Festkörper und elektronische Bänder im Festkörper- Bewegung von Ladungsträgern und Transportphänomene- Halbleiter (Ladungsträgerdichte, Leitfähigkeit)- Ferromagnetismus und Supraleiter- Dielektrische Eigenschaften der Materie- Piezo-Effekt, Diffusion im Festkörper
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	H. Ibach/ H. Lüth, Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen

Modultitel: Schaltungstechnik in der Leistungselektronik

Modulnummer: LEMM04LE

Modulbeauftragter: Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Schlienz

Semester: 1

SWS: 6

ECTS: 7

Lernziele:

Die Studierenden kennen die klassischen Wandler der Leistungselektronik mit allen realen Eigenschaften der Leistungsbaulemente. Sie können alle relevanten Ströme und Spannungen berechnen sowie die Leistungsbaulemente dimensionieren. Sie verstehen das Funktionsverhalten von Schaltnetzteilen und können die Belastung der Leistungsbaulemente analytisch berechnen. Die Studierenden sind in der Lage, die Anforderungen an die Steuer- und Regelelektronik für den Leistungsteil detailliert zu spezifizieren. Sie kennen das Schaltverhalten von MOSFETs und IGBTs sowie die parasitären Eigenschaften von induktiven Baulementen und Kondensatoren. Sie kennen die EMV-kritischen Vorgänge und können die EMV-relevanten Pfade mit Hilfe der Strompfad-Analyse herausfinden.

Durch die im Rahmen des Praktikums stattfindende Arbeit in Zweiergruppen, deren Teilergebnisse zu einer Gesamtfunktion zusammengefügt werden, verfügen die Studierenden über Erfahrung in der Bearbeitung eines Projekts als Team und kennen die dabei zu beachtenden Regeln und Störfaktoren.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Schaltungstechnik in der Leistungselektronik
Fachname II: Schaltungstechnik in der Leistungselektronik Praktikum

Prüfung: K2, L/TES

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 90 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h
Gesamtzeit: 210 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik
Semester:	1
SWS:	4
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit einzelnen Übungen
Dozent(en):	Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Schlienz
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Grundlagen der Energiespeicher und ihre Verwendung in der Leistungselektronik (Wdh.)2) Behandlung der klassischen Wandler (Wdh.)<ul style="list-style-type: none">- Aufwärtswandler und Abwärtswandler- Sperrwandler- Eintaktflusswandler und Gegentaktflusswandler- Ergänzungen einiger Derivate der klassischen Wandler3) Das T-Ersatzschaltbild des Transformators (Wdh.)4) Ersatzschaltbilder von MOSFETs, Kondensatoren und induktiven Bauelementen und deren Anwendung zur Berechnung und Dimensionierung von Schaltreglern.5) Anforderungen an das Layout der Leiterplatte unter den Gesichtspunkten der Wärmeableitung und der EMV6) Vorstellung und Besprechung der für die Ansteuerung der Leistungsbaulemente notwendigen Treiberschaltungen, Unterscheidung zwischen<ul style="list-style-type: none">- galvanisch gekoppelten und- potentialgetrennten Treiberschaltungen7) Regelung und PWM-Erzeugung
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	Schlienz, Ulrich: Schaltnetzteile und ihre Peripherie, Vieweg, ISBN: 3-528-13935-8

Lehrveranstaltung:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik Praktikum
Semester:	1
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Praktikum in Zweiergruppen
Dozent(en):	Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Schlienz
Inhalte:	<p>Aufbau eines DC/DC-Wandlers</p> <ul style="list-style-type: none">- Zeichnen des Schaltplans- Dimensionierung und Beschaffung aller Leistungsbaulemente- Entwurf, Bestellung und Bestückung der Leiterplatte- Inbetriebnahme- Messen relevanter Ströme, Spannungen- Temperaturmessung und Vergleich mit den Berechnungen <p>Während der Inbetriebnahme lernen die Studierenden die Messtechnik in der Leistungselektronik kennen.</p>
Skripte/Medien:	Tafelanschrieb, einzelne Berechnungen als Umdruck
Literatur:	wie in der Vorlesung, zusätzlich Datenblätter

Modultitel: Synthese Digitaler Schaltungen

Modulnummer: LEMM05LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible

Semester: 1

SWS: 3

ECTS: 4

Lernziele:

Die Studierenden beherrschen den Entwurfspfad von der Beschreibung einer digitalen Schaltungsfunktion in einer Hardware-Beschreibungssprache bis zur Implementierung auf einem FPGA. Sie beherrschen VHDL und kennen dessen Besonderheiten.

Theoretische Kenntnisse werden ergänzt durch umfangreiche praktische Übungen mit industrietypischen Entwurfswerkzeugen. Mit der Beschreibung, Simulation und Synthese digitaler Schaltungen sind sie vertraut und dadurch in der Lage, digitale Schaltungen selbstständig zu entwickeln und auf FPGA zu implementieren.

Die Fähigkeit zur eigenverantwortlichen Problemlösung und selbstständigen Verwendung von englischsprachigen Tool-Handbüchern wird durch die Bearbeitung mehrerer Praktikumsaufgaben geschult und gefestigt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Synthese Digitaler Schaltungen
Fachname II: Synthese Digitaler Schaltungen Praktikum

Prüfung: K1, L/TES

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 60 h
Gesamtzeit: 120 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Synthese Digitaler Schaltungen
Semester:	1
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Inhalte:	<p>1) Entwicklungsablauf digitaler Schaltkreise</p> <ul style="list-style-type: none">- Historie von Hardware-Beschreibungssprachen- Entwurfsaufgaben- Abstraktionsebenen und Entwurfssichten <p>2) VHDL</p> <ul style="list-style-type: none">- Struktur und Syntax von VHDL- Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu klassischen Programmiersprachen- Kodierungsstile zur Beschreibung typischer Schaltungsarten,- Synchrones und asynchrones Verhalten- Endliche Automaten- Erweiterungen des VHDL-Standards (Packages) <p>3) Simulation und Verifikation von VHDL-Code</p> <ul style="list-style-type: none">- Funktionsprinzip von Digitalsimulatoren- Simulationsphasen- Grenzen der Simulation- Testbench-Konzepte <p>4) Synthese digitaler Schaltungen</p> <ul style="list-style-type: none">- Umsetzung typischer Schaltungsarten* Kombinatorische Schaltungen* Register, Zähler, Tri-State Logik* Endliche Automaten- Unterschiede zwischen Simulation und Synthese
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript mit Lückentext / interaktives Pen-Display
Literatur:	<p>P. Ashenden: The Designer's Guide to VHDL, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2002</p> <p>F. Kesel, R. Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs, Oldenbourg.</p>

Lehrveranstaltung:	Synthese Digitaler Schaltungen Praktikum
Semester:	1
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Labor und E-Learning
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Vorlesungsbegleitendes E-Learning2) FPGA-Entwurf und Synthese verschiedener Digitalschaltungen mit kommerziellem Designwerkzeug (Altera Quartus II)3) Simulation mit kommerziellem Designwerkzeug (Mentor Modelsim), Erzeugung von Stimuli mit Do-Files (TKL).4) Versuche mit Eval-Boards (Terasic DE0)
Skripte/Medien:	Arbeitsblätter, IP-Daten, E-Learning-Plattform, FPGA-Board
Literatur:	Quartus II Handbook, http://www.altera.com/literature/lit-qts.jsp - Vol. 1: ?Design and Synthesis? - RAM Initializer Megafunction User Guide Modelsim User?s Manual, Mentor Graphics Corporation Modelsim Tutorial, Mentor Graphics Corporation DE0 User Manual, http://www.terasic.com .

Modultitel: Design Integrierter Analoger Schaltkreise II

Modulnummer: LEMM06LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht

Semester: 2/3

SWS: 3

ECTS: 5

Lernziele:

Die Studierenden können analoge Schaltungstechniken anwenden und die Funktion komplexer Schaltungen erfassen. Sie sind zum selbstständigen Entwurf sowie zur Optimierung von komplexeren Analogschaltungen in der Lage. Zudem verfügen sie über praktische Erfahrungen in der Anwendung der vermittelten theoretischen Kenntnisse und sind zur Entwicklung von Problemlösungen befähigt. Sie sind in der Lage, ihre Vorgehensweise selbstständig zu dokumentieren.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Design Integrierter Analoger Schaltkreise II
Fachname II: Design Integrierter Analoger Schaltkreise II Praktikum

Prüfung: K1, L/TES

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 45 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 105 h
Gesamtzeit: 150 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise II
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Signalgeneratoren<ul style="list-style-type: none">- Relaxations-, Ring-, RC-, LC-, Quarz-Oszillatoren- Abstimmbare Oszillatoren (VCO)2) Phase Locked Loop (PLL)<ul style="list-style-type: none">- Aufbau, Funktionsprinzip, Kenngrößen, dynamisches Verhalten- Charge Pump PLL3) Switched-Capacitor-Schaltungen (SC)<ul style="list-style-type: none">- Transistor als Schalter (tlw. Wdh.)- SC-Grundsaltungen und deren Analyse4) Entwurf analoger Filter<ul style="list-style-type: none">- Filterarten und ?charakteristik (tlw. Wdh.)- SC-Filter, GmC-Filter5) AD/DA-Wandler<ul style="list-style-type: none">- Einführung, Wandlergenauigkeit, Fehlerdefinitionen (tlw. Wdh.)- Sample-&Hold-Schaltungen, Grundsaltungen- DA-, AD-Prinzipien und deren schaltungstechnische Realisierung6) Analoge Rechenschaltungen<ul style="list-style-type: none">- Multiplizierer, Dividierer- Anwendung von Multiplizierern (VGA, Mischer, Modulator, Demodulator)7) Low Voltage Design, Low Power Design<ul style="list-style-type: none">- Design im Subthreshold-Bereich, Designbeispiele8) Entwurfpraxis ?System on Chip?<ul style="list-style-type: none">- Massekonzepte, parasitäre Koppelmechanismen, Isolation
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, Folien
Literatur:	Razavi: ?Design of Analog CMOS Integrated Circuits? Allen/Holberg: ?CMOS Analog Circuit Design? Johns/Martin: Analog Integrated Circuit Design

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise II Praktikum
Semester:	2
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Entwurfspraktikum am Rechner
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	1) Dimensionierung von in der Vorlesung behandelten Schaltungen 2) Überprüfung der Berechnungen durch Simulation 3) Praktikumsthemen: - Relaxationsoszillator - Charge Pump PLL - SC-Integrierer - DAC/ADC - Sigma-Delta-Modulator
Skripte/Medien:	Umdrucke
Literatur:	Vorlesungsskript

Modultitel:	Projektarbeit
Modulnummer:	LEMM07LE
Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Semester:	2/3
SWS:	6
ECTS:	8

Lernziele:

Die Studierenden sind in der Lage, die in vorangegangenen Modulen erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Rahmen einer industrienahen Elektronikentwicklung anzuwenden. Sie bewältigen den realen Entwicklungsprozess anhand einer konkreten und aktuellen Aufgabenstellung unter Wettbewerbsgesichtspunkten als Mitglieder eines Projektteams. Die Projektarbeit erstreckt sich über zwei Semester und umfasst den Produktentstehungsprozess von der Ideenfindung über die Entwicklung, die Produktionsüberführung bis zur messtechnischen Evaluierung von Mustern im Labor.

Die Studierenden übernehmen die Verantwortung für alle technischen und organisatorischen Aufgaben innerhalb des Projektteams und tragen als Teammitglieder zum Gesamterfolg des Projektes bei. Sie sind mit den Methoden der Teamorganisation und den grundlegenden Prinzipien des Projektmanagements vertraut.

Insbesondere sind sie in der Lage, selbständig den zeitlichen Ablaufs und den Ressourceneinsatz zu planen und zu überwachen sowie Risiken zu bewerten. In regelmäßigen Projektbesprechungen wird die Fähigkeit zur Präsentation und Diskussion von Zwischen- oder Abschlussergebnissen in deutscher und englischer Sprache vor dem Kunden erworben.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Projektarbeit Teil I
Fachname II:	Projektarbeit Teil II

Prüfung: PA

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE, LEMM05LE
Voraussetzung für: LEMM12LE

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	90 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	150 h
Gesamtzeit:	240 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Projektarbeit Teil I
Semester:	2
SWS:	4
ECTS:	0
Lehrform:	Gruppenarbeit
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none">- Projektorganisation ausgehend von einer Kundenspezifikation- Grundlagen des Projektmanagements. Die Methoden des Projektmanagements werden durch deren Anwendung auf eine konkrete Forschungsaufgabe unter berufstypischen Bedingungen eingeübt.- Entwicklungsphasen und damit verbundene Aufgaben: Konzept-Phase, Design-Phase, Layout-Phase, Überführung in die Produktion- Projekt-Meilensteine: Jede Entwicklungsphase wird durch ein Review abgeschlossen, das als Besprechung mit dem Kunden angesetzt ist: Konzept-Review, Design-Review, Layout-Review. Die Studierenden präsentieren jeweils eigenständig, die Herangehensweise, die Ergebnisse und Risiken sowie noch offene Aufgaben für die nachfolgende Projektphase. Professoren des Studiengangs nehmen in den Reviews die Rolle des Kunden ein.- Entwicklungssystematik und Schaltungsentwicklung: Konzeptfindung, Implementierung, nominale Berechnung und Simulation, Worst-Case-Analyse, Layouterstellung- Präsentationstechniken und Dokumentation
Skripte/Medien:	<ul style="list-style-type: none">- Kundenspezifikation- Unterlagen zu Projektablauf und -aufgaben- Simulation, Labor
Literatur:	In Abhängigkeit von der Aufgabenstellung

Lehrveranstaltung:	Projektarbeit Teil II
Semester:	3
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Gruppenarbeit
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none">- Planung und Durchführung der messtechnischen Evaluierung eines Prototypen ausgehend von einer zu erfüllenden Kundenspezifikation- Entwurf von geeigneter Testhardware und -software- Messung von Parametern in Abhängigkeit von Temperatur und Versorgungsspannung, gegebenenfalls statistische Auswertung- Arten der Evaluierung: Funktion und Parameter von Teilblöcken, Evaluierung der Gesamtfunktion in einer anwendungsnahen Applikation- Erstellung eines Messberichtes- Grundlagen des Projektmanagements. Die Methoden des Projektmanagements werden durch deren Anwendung auf eine konkrete Aufgabe unter berufstypischen Bedingungen eingeübt.- Präsentationstechniken und Dokumentation
Skripte/Medien:	<ul style="list-style-type: none">- Kundenspezifikation- Unterlagen zu Projektablauf und -aufgaben- Labor
Literatur:	In Abhängigkeit von der Aufgabenstellung

Modultitel: Aufbau- und Verbindungstechnik

Modulnummer: LEMM08LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Semester: 2

SWS: 3

ECTS: 5

Lernziele:

Die Studierenden kennen und verstehen Konzepte der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik. Zudem ist ihnen die Bedeutung der Aufbau- und Verbindungstechnik für die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems vertraut. Sie können Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile unterschiedlicher Technologien und Verfahren einschätzen und sicher beurteilen.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Aufbau- und Verbindungstechnik

Prüfung: K2

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM03LE, LEMM04LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 45 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 105 h

Gesamtzeit: 150 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

**HS Reutlingen
Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik**

Modulkatalog LEM Master

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Modul: LEMM08LE
Aufbau- und
Verbindungstechnik**

Lehrveranstaltung: Aufbau- und Verbindungstechnik

Semester: 2

SWS: 3

ECTS: 5

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Dr. Ulrich Goebel

Inhalte:

- 1) Grundlagen Zuverlässigkeit
 - Belastung, Belastbarkeit
 - Methodik für Zuverlässigkeitsdesign
 - Testmethoden, Lebensdauervorhersagen

- 2) Substrattechnologien
 - Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete
 - Leiterplatten
 - Dickschicht und keramische Multilayer
 - Leistungssubstrate, Stanzgitter

- 3) Bauelemente
 - Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete
 - passive BE, passive BE SMT
 - aktive Bauelemente SMT (FC, WLP, CSP, BGA, SO, TQFP)
 - Verpackungsformen für Leistungsbaulemente
 - bare die

- 4) Verbindungstechniken
 - Werkstoffe, Verfahren, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Alterungs- und Ausfallmechanismen, Einsatzgebiete
 - Lötverfahren, SMT-Lötung
 - Leitleben
 - Löten und Sintern Leistungs-HL
 - Dünndrahtbonden
 - Dickdrahtbonden, Bändchenbonden
 - Schweißen
 - Kaltkontaktiertechniken
 - mechanische Verbindungstechniken

- 5) Passivierung, Verpackung
 - Werkstoffe, Verfahren, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Alterungs- und Ausfallmechanismen, Einsatzgebiete
 - Lackieren
 - Vergießen
 - Molden

- 6) Wärmemanagement
 - Werkstoffe, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete
 - Entwärmungskonzepte für mittlere und hohe Leistungen

- 7) Aufbaukonzepte, Gehäuse
 - Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete
 - Beispiele automotiv Steuergeräte
 - Beispiele Mechatronik
 - Beispiele Leistungselektronik

- 8) Analyse aktueller Elektronikprodukte
 - Smartphone
 - Mechatronik
 - Leistungselektronik Fahrzeugantriebe

Skripte/Medien:

Vorlesungsskript

Literatur:

Scheel: Baugruppenttechnologie der Elektronik ? Montage. Verlag Technik, 1999
Feldmann: Montage in der Leistungselektronik für globale Märkte. Springer Verlag, 2008

Modultitel: Design Integrierter Analoger Schaltkreise III

Modulnummer: LEMM09LE

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht

Semester: 2/3

SWS: 3

ECTS: 5

Lernziele:

Die Studierenden sind zum selbstständigen Entwurf und zur Optimierung von komplexen elektronischen Schaltungen in der Lage und können die Funktion komplexer Schaltungen erfassen. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrungen in der Anwendung der in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse und sind zur Entwicklung von Problemlösungen befähigt. Sie sind in der Lage, ihre Vorgehensweise selbstständig zu dokumentieren.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Design Integrierter Analoger Schaltkreise III
Fachname II: Design Integrierter Analoger Schaltkreise III Praktikum

Prüfung: K1, L/TES

Voraussetzungen: LEMM02LE

Voraussetzung für: LEMM12LE

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 45 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 105 h
Gesamtzeit: 150 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise III
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<p>1) Ladungspumpen</p> <p>2) Integration von Leistungsstufen/Leistungsschalter</p> <ul style="list-style-type: none">- Low Side- / High Side-Schalter, Halbbrücken/ Vollbrücke- Gate-Treiber- Freilaufkreise für induktive Lasten (tlw. Wdh.)- Verlustleistungsberechnung, thermische Auslegung (Rth, Zth)- Schutzfunktionen (Überstrom-/Übertemperatur)- Parasitäre Effekte (Inversstrom) <p>3) Lineare Spannungsregler</p> <ul style="list-style-type: none">- Schaltungsarchitekturen und ?dimensionierung (tlw. Wdh.)- Stabilität und Kennwerte (PSRR, Lastausregelung, ?)- Weitere Regelschleifen wie Strombegrenzung <p>4) Integrierte Schaltregler</p> <ul style="list-style-type: none">- Arten: Buck, Boost, Buck-Boost- Regelprinzipien: Spannungs-/Stromregelung- Komponenten der Regelschleife, Kennwerte und Design- Parasitäre Effekte <p>5) Entwurf ?System on Chip?</p> <ul style="list-style-type: none">- Schaltungsdesign in Hochvolt-BiCMOS Technologien (verfügbare Bauelemente, Kupferverdrahtung)- Schnittstellen mit A/D D/A- Schnittstellen im Bereich Spannungsversorgungen, Massekonzept- Latch up, Isolation, ESD
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Tafel, Folien
Literatur:	Erickson: ?Fundamentals of Power Electronics? Murari: ?Smart Power IC?s?

Lehrveranstaltung:	Design Integrierter Analoger Schaltkreise III Praktikum
Semester:	2
SWS:	1
ECTS:	0
Lehrform:	Entwurfspraktikum am Rechner, Messungen im Labor
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none">- Dimensionierung von in LE11-01 behandelten Schaltungen- Überprüfung der Berechnungen durch Simulation- Absicherung von Schaltungsparametern durch ?Worst case?-Betrachtungen (Variation von Temperatur, Technologie, Versorgungsspannung)- Messung an aufgebauten Testschaltungen
Skripte/Medien:	Umdrucke
Literatur:	Vorlesungsskript

Modultitel:	Leistungselektronik und Antriebsregelung
Modulnummer:	LEMM10LE
Modulbeauftragter:	Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Schlienz (LE); Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus (ME)
Semester:	2/3
SWS:	4
ECTS:	6

Lernziele:

Die Studierenden kennen die Regel- und Steuerverfahren für Antriebs- und Netzstromrichter. Sie können das für eine Aufgabe am besten geeignete Verfahren auswählen, die leistungselektronische Ansteuerung spezifizieren und die regelungstechnischen Aufgaben lösen. Sie können Aufgaben der Antriebstechnik sowohl von der elektromechanischen Seite her, als auch von der Leistungselektronik und der Regelung lösen.

Durch die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Inhalte haben die Studierenden einen Einblick in die innerbetrieblichen Abläufe im Rahmen eines Entwicklungsprojekts, wozu u.a. Kundenorientierung, Arbeit in Projektgruppen, Kostenbewusstsein sowie Termineinhaltung gehören.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Leistungselektronik zur Ansteuerung elektrischer Maschinen
Fachname II:	Regelung elektrischer Maschinen

Prüfung: K2

Voraussetzungen: LEMM04LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	120 h
Gesamtzeit:	180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master) Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung: Leistungselektronik zur Ansteuerung elektrischer Maschinen

Semester: 2
SWS: 2
ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung mit einzelnen Übungen und praktischen Vorführungen

Dozent(en): Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Schlienz

Inhalte:

- 1) Selbstgeführte Stromrichter
- 2) PFC Power Factor Correction
- 3) Raumzeigermodulation
- 4) Umrichter
- 5) Brücken
- 6) Treiberschaltungen für die Leistungsschalter
- 7) Strommessung in der Leistungselektronik

Skripte/Medien: Vorlesungsskript, Folien

Literatur: Hagmann, Gert: Leistungselektronik, Aula Verlag (ISBN: 978-3-89104-732-3), 2009
Schlienz, Ulrich: Schaltnetzteile und ihre Peripherie, (ISBN: 978-3-834-8-16467), 2012
Specovius, Joachim: Grundkurs Leistungselektronik, (ISBN 978-3-8348-0229-3), 2007

Lehrveranstaltung:	Regelung elektrischer Maschinen
Semester:	3
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Der elektrische Antrieb im Regelkreis2) Regelung von Gleichstrommaschinen3) Betragsorientiertes Steuerverfahren für Asynchronmaschinen4) Feldorientierte Steuer- und Regelverfahren für Asynchronmaschinen5) Feldorientierte Regelverfahren für Synchronmaschinen6) Praktische Aspekte beim Betrieb der Regelverfahren7) Regelung von Netzstromrichtern<ul style="list-style-type: none">- Blockförmiger Betrieb- Sinusförmiger Betrieb
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	Nuss, Uwe: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. VDE Verlag, Berlin, 2010. Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe ? Grundlagen. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009 Schröder, Dierk, Hrsg.: Elektrische Antriebe ? Regelung von Antriebs-systemen. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009.

Modultitel:	Hochfrequenz-Technik
Modulnummer:	LEMM11LE
Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass
Semester:	3
SWS:	6
ECTS:	7

Lernziele:

Die Studierenden kennen die notwendigen fachspezifischen Grundlagen im Bereich der Hochfrequenztechnik, Sie verstehen die Grundsaltungen in Hochfrequenz-Schaltkreisen und können die Funktion komplexer Schaltungsfunktionen erfassen. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrungen im Bereich der Hochfrequenztechnik. Sie sind zum selbständigen Bearbeiten von komplexen Aufgabenstellungen sowie zur Entwicklung von Problemlösungen befähigt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Hochfrequenz-Technik
Fachname II:	Hochfrequenz-Technik Praktikum

Prüfung: K2, L/TES

Voraussetzungen: LEMM02LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	90 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	120 h
Gesamtzeit:	210 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Hochfrequenz-Technik
Semester:	3
SWS:	4
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen und studentische Projekte mit Präsentation
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass
Inhalte:	<p>1) Statische Felder (tlw. Wdh.)</p> <ul style="list-style-type: none">- Elektrisches Feld- Magnetisches Feld <p>2) Wellenausbreitung in Leitern</p> <ul style="list-style-type: none">- Leitungstheorie (tlw. Wdh.)- Wellenausbreitung- Wellenwiderstand- Anpassung und Fehlanpassung (tlw. Wdh.) <p>3) Elektromagnetische Wellen</p> <ul style="list-style-type: none">- Maxwellsche Gleichungen- Parasitäre Effekte- Skin-Effekt- Freiraum-Wellenwiderstand <p>4) Modulation, Bandspreiztechnik (tlw. Wdh.)</p> <p>5) HF-Schaltkreise</p> <ul style="list-style-type: none">- Rauschvorgänge- CMOS HF-Eigenschaften- Oszillatoren- Modulatoren- Verstärker- Simulation
Skripte/Medien:	Vorlesungsmanuskript, Folien
Literatur:	<p>Meinke, Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik</p> <p>B. Deutsch, S. Mohr, H. Rost et al: Elektrische Nachrichten-kabel-Grundlagen Kabeltechnik Kabelanlagen, Verlagsgesellschaft Mch, 2000</p> <p>Heuermann: Hochfrequenztechnik: Lineare Komponenten hochintegrierter Hochfrequenzschaltungen; Vieweg-Verlag; 2005</p>

Lehrveranstaltung:	Hochfrequenz-Technik Praktikum
Semester:	3
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Laborversuche
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Messungen mit dem Netzwerkanalysator2) Dämpfungsmessung3) Messung des Wellenwiderstands4) Zeitbereichsreflektometrie5) Messung stehender Wellen6) Messung elektrischer und magnetischer Felder an Schaltkreisen
Skripte/Medien:	Versuchsbeschreibungen/ Folien
Literatur:	Meinke, Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik B. Deutsch, S. Mohr, H. Rost et al: Elektrische Nachrichten-kabel-Grundlagen -Kabeltechnik Kabelanlagen, Verlagsgesellschaft Mch, 2000 Heuermann: Hochfrequenztechnik: Lineare Komponenten hochintegrierter Hochfrequenzschaltungen; Vieweg-Verlag; 2005

Modultitel:	Master-Thesis
Modulnummer:	LEMM12LE
Modulbeauftragter:	alle Professoren des Studiengangs
Semester:	4
SWS:	0
ECTS:	30

Lernziele:

Die Studierenden bearbeiten erfolgreich eine umfangreiche ingenieurtechnische oder betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung.

Sie sind in der Lage, technische Fragestellungen im Bereich der Leistungs- und Mikroelektronik mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren und eigene Lösungsansätze zu entwickeln. Sie können aus dem Vergleich der eigenen Lösungsansätze mit vorhandenen Lösungen eine für die Aufgabenstellung optimale Lösung ableiten, die dem Stand der Technik entspricht oder diesen verbessert. Sie können die technischen und nicht-technischen Implikationen der erarbeiteten Lösung bewerten und darstellen.

Durch die ganzheitliche Anwendung der im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Rahmen einer umfangreichen ingenieurwissenschaftlichen Arbeit erweitern die Studierenden ihr Profil um zusätzliche Kompetenzen:

- Selbstständiges und eigenverantwortliches Handeln,
- Arbeitsplanung, Selbstorganisation,
- systematisches Arbeiten,
- Zielorientierung und Umgang mit Zielkonflikten,
- Kundenorientierung.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Master-Thesis
Fachname II:	Master-Thesis Kolloquium

Prüfung: THM, M20

Voraussetzungen: LEMM01LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	0 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	0 h
Gesamtzeit:	0 h

Sprache: Deutsch/ mit Dozenten zu vereinbaren

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Master-Thesis
Semester:	4
SWS:	0
ECTS:	0
Lehrform:	Praktische Arbeit in einer Abteilung der Hochschule oder eines zugelassenen Unternehmens
Dozent(en):	alle Professoren des Studiengangs
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none">- Fragestellung erörtern- Existierende Lösungen analysieren- Neue Lösungen erarbeiten- Implikationen bewerten- Lösungen umsetzen- Dokumentation nach wissenschaftlichen Standards erstellen
Skripte/Medien:	Hinweise zur Erstellung einer Thesis in der Fakultät Technik
Literatur:	Themenabhängig

Lehrveranstaltung:	Master-Thesis Kolloquium
Semester:	4
SWS:	0
ECTS:	0
Lehrform:	-
Dozent(en):	alle Professoren des Studiengangs
Inhalte:	Präsentation der Inhalte der Master-Thesis mit geeigneten Medien und Methoden, z.B. - Vortrag - Folienpräsentation - Demonstration.
Skripte/Medien:	Präsentationsmedien
Literatur:	Themenabhängig

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW01LEW**

Fakultät Technik

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Komponenten der
Leistungselektronik**

Modultitel: Komponenten der Leistungselektronik

Modulnummer: LEMMW01LEW

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Semester: 2/3

SWS: 4

ECTS: 6

Lernziele:

In diesem Wahlpflichtmodul werden vertiefte Kenntnisse zu den aktiven und passiven Komponenten der Leistungs- und Mikroelektronik vermittelt.

Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der wesentlichen aktiven und passiven Komponenten der Leistungselektronik im Detail. Aufbauend auf den entsprechenden Pflichtvorlesungen beinhaltet dies den Stand der Technik und die heute verwendeten, vielfältigen Optimierungsmöglichkeiten. Im Fokus stehen sowohl passive Komponenten wie Spulen und Kondensatoren, aber auch fortschrittliche Halbleiterbauelemente auf Siliziumbasis und auf Basis neuer Materialien mit großer Bandlücke.

Die Studierenden sind in der Lage, englischsprachige Fachtexte zu verstehen. Die einschlägigen Fachtermini aus dem Fertigungs- und Testbereich sind ihnen in deutscher sowie in englischer Sprache bekannt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Konzepte Moderner Leistungshalbleiter

Fachname II: Materialien und Passive Komponenten

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE, LEMM05LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h

Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW01LEW**

**Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Konzepte Moderner
Leistungshalbleiter**

Lehrveranstaltung: Konzepte Moderner Leistungshalbleiter

Semester: 2
SWS: 2
ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung und Übungen

Dozent(en): Prof. Dr.-Ing. Martin Pfost

Inhalte:

- 1) Einführung in die numerische Devicesimulation
 - Grundgleichungen der Halbleiterphysik
 - Numerische Lösungsverfahren
 - Anwendung in der Praxis
- 2) Elektrischer Durchbruch und seine Vermeidung
 - Ausbildung elektrischer Felder
 - Stoßionisation und Lawinendurchbruch
 - Dynamisches Verhalten
 - RESURF-Konzept und Kompensationsbauelemente
 - Randstrukturen
- 3) Konzepte moderner Leistungshalbleiter, insbesondere von
 - PIN- und Schottky-Dioden
 - Thyristoren
 - MOSFETs
 - IGBTs

Jeweils: Darstellung der Problemstellung und Lösungsweg.
Auch Berücksichtigung von Wide-Bandgap - Materialien

Skripte/Medien: Vorlesungsskript und Umdrucke

Literatur: B.J. Baliga, Power Semiconductor Devices, PWS Publishing Company, 1996
J. Lutz: Semiconductor Power Devices. Springer-Verlag 2010
Originalarbeiten (Konferenzbeiträge und wissenschaftliche Veröffentlichungen)

Lehrveranstaltung:	Materialien und Passive Komponenten
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	NN
Inhalte:	<p>Passive Bauelemente:</p> <p>1) Kondensatoren</p> <ul style="list-style-type: none">- Werkstoffe für Dielektrika- Elektrische Ersatzschaltbilder von Kondensatoren- Technische Realisierungsformen* MOS-Kondensatoren* Keramik-Kondensatoren, Tantal-Kondensatoren* Folienkondensatoren* Elkos* Sonderformen- Ausfallmechanismen verschiedener Kondensatortypen <p>2) Induktive Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none">- Werkstoffe für Induktivitäten- Elektrisches Ersatzschaltbild Induktivität- Transformatoren- Technische Realisierungsformen- Ausfallmechanismen <p>3) Sonstige passive Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none">- Gasableiter, Funkenstrecke (Schutzelemente vor Überspannung)- Elektrische Lampen und Strahlungsquellen <p>Normen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Nennwerte- Wertekennzeichnung- Farbkennzeichnung von passiven Bauelementen
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	Artl: Werkstoffe der Elektrotechnik

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW02LEW**

Fakultät Technik

**Modellierung und
Simulation**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Leistungselektronischer und
Mikromechanischer Systeme**

Modultitel: Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme

Modulnummer: LEMMW02LEW

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible

Semester: 2/3

SWS: 5

ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden verstehen die Struktur linearer und nicht linearer Systeme, auch in komplexen Zusammenhängen. Sie sind in der Lage, komplexe mechatronische Systeme zu entwerfen, zu modellieren und in einer Simulationsumgebung zu implementieren. Sie können die Steuerbarkeit und die Beobachtbarkeit von Systemen sicher ermitteln und einfache Beobachterstrukturen entwerfen. Sie kennen die Stabilitätskriterien und können diese anwenden, um eine Regelung mit Sensorsignal-rückführungen zu entwerfen und auszulegen. Sie sind in der Lage, einen kompletten Entwurfszyklus von der Spezifikation bis zur Erstellung und Erprobung eines HW-Prototypen durchzuführen.

Die Studierenden können industrieeübliche Werkzeuge für die Modellierung, Simulation, Analyse und Synthese im Bereich der Leistungs- und Mikroelektronik und der Mechatronik sicher und effizient anwenden. Hierzu gehören insbesondere MATLAB / Simulink und SimScape sowie ausgewählte industrielle Toolboxes.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme

Fachname II: Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme Praktikum

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 75 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 105 h

Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW02LEW**

Fakultät Technik

**Modellierung und
Simulation**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Leistungselektronischer und
Mikromechanischer Systeme**

Lehrveranstaltung: Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme

Semester: 2

SWS: 3

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Dr.-Ing. Rolando Dölling

Inhalte: Systementwurf, Modellierung und Simulation

- Mechatronische und Mikromechanische Systeme
- Modellbildung linearer und nicht linearer Systeme
- * Mathematische Modellbildung physikalischer Systeme
- * Datenbasierte Ansätze: Neuronale Netze, Fuzzy Strukturen
- Zustandsgrößenmodelle
- System Entwurf von Regelungssystemen
- LTI-Modelle, Reglerauslegungen, Stabilitätskriterien
- Störgrößenaufschaltung
- Multi-Input-Multi-Output (MIMO) Systeme
- Mehrgrößenregelung
- Regelung gekoppelte Systeme mit externen Sensoren
- Steuerbarkeit linearer Systeme
- Beobachtbarkeit linearer Systeme und Beobachterentwurf
- Identifikation linearer dynamischer Systeme
- Kalman Filter
- Automatische datenbasierte elektrische Verhaltensmodellierung
- * Datenerfassung und ?Strukturierung zur automatischen Modellerstellung
- * Support Vector Maschine Ansatz
- Robuste Regelungssysteme
- Einführung in Model Based Design (MBD)
- Modellbasierte Simulation analoger und digitaler Systeme

Entwurfsbeispiele und Übungen anhand unterschiedlicher praktischer Anwendungen mit Matlab / Simulink / Stateflow (z.B. mikromechanischer Feder-Masse-Schwinger, Effekt-Schalter, elektrische Antriebe, Geschwindigkeitsregelung DC-Motoren).

Hierbei werden folgende Entwurfsaufgaben bearbeitet:

- Systemmodellierung
- Simulation
- Reglerauslegung
- Ermittlung von Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit von Systemen
- Identifikation von Systemen mittels Kalman Filter
- Datenbasierte Modellierung von linearen und nichtlinearen Systemen mittels Neuronaler Netze, Support Vector Maschine und Fuzzy-Strukturen

Skripte/Medien: Vorlesungsskript und Umdrucke

Literatur:

H. Unbehauen: Regelungstechnik I-III, Vieweg und Teubner

R. Isermann, M. Münchhof: Identification of Dynamical Systems, Springer

O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer

A. Angermann, M. Beuschel, M. Rau, U. Wohlfahrt: Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenbourg

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

Wahlpflichtmodul:
LEMMW02LEW

Fakultät Technik

Modellierung und
Simulation

Leistungs- und
Mikroelektronik

Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013

Leistungselektronischer und
Mikromechanischer
Systeme Praktikum

Lehrveranstaltung:	Modellierung und Simulation Leistungselektronischer und Mikromechanischer Systeme Praktikum
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Praktikum
Dozent(en):	Dr.-Ing. Rolando Dölling
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Modellbildung und Simulation eines MIMO Mikro-Systems2) Modellbildung und Simulation eines mikromechanischen Voltmeters3) Entwicklung eines einfachen Fahrzeugs-Modells, Simulation4) Modell aus 3) mit Umgebungsinteraktion und Kollisionserkennung5) Stabilitätsanalyse mechatronischer Systeme6) Multisystem Co-Simulation mit Matlab/Simulink/SimScape7) Geschwindigkeitsregelung von Motoren ? MIMO-System<ul style="list-style-type: none">- Physikalische Modellierung- Simulation- Prototyp mit NXT von LEGO Mindstorms- Validierung8) Autonomes Selbst-balance System<ul style="list-style-type: none">- Design und Modellierung- Reglerentwurf- Simulation- Code Erstellung und Verifikation- Prototyp mit externen Sensoren und NXT von LEGO Mindstorms- Validierung
Skripte/Medien:	Matlab/Simulink/SimScape (The Mathworks), PC-Systeme und Hardware Baukastensystem NXT (LEGO Mindstorm)
Literatur:	H. Unbehauen: Regelungstechnik I-III, Vieweg und Teubner R. Isermann, M. Münchhof: Identification of Dynamical Systems, Springer O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer A. Angermann, M. Beuschel, M. Rau, U. Wohlfahrt: Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenbourg

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW03LEW**

Fakultät Technik

**Systeme zur
Energieerzeugung und -
nutzung**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Modultitel: Systeme zur Energieerzeugung und -nutzung

Modulnummer: LEMMW03LEW

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht

Semester: 2/3

SWS: 4

ECTS: 6

Lernziele:

Die in den Pflichtmodulen erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten werden in diesem Wahlpflichtmodul aus Systemsicht vertieft und erweitert mit Schwerpunkt Entwurf und Bewertung von leistungselektronischen Systemen sowie deren Anwendung bei der Erzeugung und Nutzung regenerativer Energien.

Einzelziele:

Die Studierenden wissen, wie ein System der Leistungs- und Mikroelektronik aufgebaut ist und sind vertraut mit Aufbau und Funktionsweise wesentlicher Komponenten. Damit können die Studierenden Kenngrößen und zentrale Parameter von Systemen bewerten. Sie kennen die jeweiligen Eigenheiten und können daher typische Anwendungsgebiete zuordnen sowie gedanklich weiterentwickeln.

Die Studierenden kennen die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien. Sie besitzen vertiefte Kenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten und die Anwendungsgrenzen dieser Energien. Sie kennen Wirkungsweise und Aufbau der technischen Anlagen für die Erzeugung und Nutzung der jeweiligen Energien. Sie sind in der Lage zur praktischen und technischen Anwendung der erneuerbaren Energien.

Die Studierenden können aus den speziellen Systemanforderungen zielgerichtet die Anforderungen an die Systemkomponenten ableiten.

Gesamtziel:

Die Studierenden wissen, wie ein komplettes System der Leistungs- und Mikroelektronik aufgebaut ist. Sie besitzen vertiefte Kenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten und die Anwendungsgrenzen, können zentrale Systemparameter bewerten und Anforderungen an die Systemkomponenten ableiten.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Alternative Energien
Fachname II: Anwendungen der Leistungs- und Mikroelektronik

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h

Gesamtzeit:	180 h
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:	Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW03LEW**

Fakultät Technik

Alternative Energien

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Lehrveranstaltung: Alternative Energien

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Dipl.-Ing. (FH) Helmut Haf

Inhalte:

- 1) Windenergie
- 2) Thermische Solarenergie
- 3) Wärmepumpe
- 4) Blockheizkraftwerk
- 5) Stirlingmotor
- 6) Brennstoffzelle

Skripte/Medien: Vorlesungsskript, Folien

Literatur: Literatur des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg
Aktuelle Literatur der Asue (Arbeitsgemeinschaft sparsamer und umweltfreundlicher
Energieverbrauch e.V.)
Heizungshandbücher der Firmen Viessmann und Buderus

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW03LEW**

Fakultät Technik

**Anwendungen der
Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Lehrveranstaltung: Anwendungen der Leistungs- und Mikroelektronik

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): NN

Inhalte: 1) Leistungs- und Mikroelektronik und ihre Unterschiede

2) Typische Anwendungsgebiete von Leistungs- und Mikroelektronik

- Antriebstechnik von Elektroantrieben
- Automobilbau inkl. Elektrofahrzeugen
- Energieerzeugung und Übertragung
- Hochfrequenztechnik
- Maschinensteuerungen
- Computer
- Kommunikationstechnik
- Unterhaltungselektronik

3) Ausblick/ Weitere Entwicklungen

Skripte/Medien: Vorlesungsskript, Folien

Literatur: Erickson, R.W./ Maksimovic, D.: Fundamentals of Power Electronics, Springer

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW04LEW**

**Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

**Elektromagnetische
Verträglichkeit und ESD**

Modultitel: Elektromagnetische Verträglichkeit und ESD
Modulnummer: LEMMW04LEW
Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Semester: 2/3
SWS: 4
ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden verstehen grundlegende und allgemeine Aspekte der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und kennen typische parasitäre Effekte in Halbleiterbauelementen und Modulen sowie deren Auswirkung in der Anwendung. Sie können passende Ersatzschaltbilder für die parasitären Effekte erstellen und in Schaltungsauslegungen berücksichtigen.

Die Studierenden kennen typische Schutzstrukturen auf dem Halbleiter gegen Zerstörung durch Entladung statischer Überspannungen (electro statical discharge - ESD) und deren Wirkungsweise.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Elektromagnetische Verträglichkeit und ESD

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM04LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h
Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Elektromagnetische Verträglichkeit und ESD
Semester:	2
SWS:	4
ECTS:	6
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Dr. Wolfgang Kürner, Dr. Wolfgang Wilkening
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Grundlagen der EMV:<ul style="list-style-type: none">- Ursachen und Auswirkungen von EMV-Störungen- Die Kopplungsarten- Abhilfemaßnahmen- Gesetzliche Vorschriften2) Parasitäre Effekte in der Leistungselektronik:<ul style="list-style-type: none">- Induktivitäten/ Kapazitäten in elektronischen Schaltungen- Parasitäre Effekte in den Leistungsbau-elementen- Aufgespannte Flächen3) Schirmung und Massung4) Filterung5) Messtechnik in der EMV6) EMV in der Fahrzeugtechnik7) ESD auf dem Halbleiter<ul style="list-style-type: none">- Zerstörungsmechanismen durch statische Entladung- Modelle- Schutzstrukturen
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	A. J. Schwab, W. Kürner: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer

Modultitel:	System-on-Chip
Modulnummer:	LEMMW05LEW
Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Semester:	2/3
SWS:	4
ECTS:	6

Lernziele:

Die in den Pflichtmodulen erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten zum Entwurf integrierter Schaltkreise werden mit Schwerpunkt auf die Entwicklung gemischt analog-digitaler Schaltungen und Systeme vertieft und erweitert.

Einzelziele:

Die Studierenden wissen, wie ein typisches elektronisches System aufgebaut ist. Sie kennen die fundamentalen Prinzipien und Herstellungsschritte von integrierbaren Sensoren sowie integrierte Auswerte- und Interface-Schaltungen, ihre Einsatzgebiete und ihr Fehlerverhalten. Sie sind in der Lage, einfache Signalpfadblöcke für Sensorsysteme auszulegen. Die Studierenden kennen die Testverfahren für integrierte Schaltkreise mit analogen und digitalen Inhalten. Sie können Tests definieren, durchführen und auswerten. Sie kennen die Probleme, welche sich an den Schnittstellen zwischen Digital- und Analogteilen ergeben und können hieraus schaltungstechnische Anforderungen ableiten. Ferner sind sie befähigt, auch komplexe Systeme bereits beim Entwurf so auszulegen, dass ihre Funktionalität in der Fertigung sicher und effizient verifiziert werden kann.

Gesamtziel:

Die Studierenden kennen die fundamentalen Prinzipien und Herstellungsschritte von integrierbaren Sensoren und Testverfahren für integrierte Schaltkreise mit analogen und digitalen Inhalten. Sie sind in der Lage, einfache Sensorsysteme auszulegen und können IC-Tests definieren, durchführen und auswerten.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	IC-Test
Fachname II:	Integrierte Sensoren

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE, LEMM05LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	120 h
Gesamtzeit:	180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	IC-Test
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung
Dozent(en):	Dipl.-Ing. (FH) Ana Paula Fonseca-Müller, Yang Zhong, M.Sc.
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Einführung in den Test von Mixed-Signal Schaltkreisen2) Teststrategien für Qualität und Kosten3) Vom Design zur Testspezifikation4) Analogtest und Analoge Testverfahren5) Grundlagen des Digitaltests (Fehlermodelle)6) Der digitale Patterntest7) Verfahren für den Built-in Self Test (BIST)8) Design for Testability (DfT)9) ADC-Test10) Der Industrielle Produktionstest<ul style="list-style-type: none">- Testautomaten- Loadboardauslegung, Probing, DUT- Signalintegrität, Kalibrierung- Wafertest und Finaltest- Validierung Prüfprogramm- Binning, Wafermap, Dataloging11) Statistische Auswertung von Produktionstestdaten
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien
Literatur:	M. Burns: An Introduction to Mixed-Signal IC Test and Measurement

Lehrveranstaltung:	Integrierte Sensoren
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung und Übungen
Dozent(en):	Dr. Wilfried Tenten, Dipl.-Ing. (FH) Ümit Yalaz
Inhalte:	<p>1) Einführung</p> <p>2) Integrierte Sensoren: Beschleunigung (nieder- und hoch-g), Drehrate, Druck, (nieder, mittel und hoch), Magnetfeld</p> <p>3) Grundlagen der MEMS-Herstellung, Beispiele</p> <p>4) Sensierprinzipien ? Umwandlung einer phys. Größe in eine elektr. Größe (tlw. Wdh.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kapazitiv (Beschleunigung und Drehrate) - Piezoresistiv (Druck) - Halleffekt (Magnetfeld) <p>5) Grundlagen der Sensorsignalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Signalpfad und seine Bestandteile (Tiefpass, ??-Wandler, PSI5-Interface) (tlw. Wdh.) - Systemauslegung (Auflösung, Genauigkeit, Schnelligkeit, Messbereich) - Auswerteschaltungen für das Sensorsignal (tlw. Wdh.) - Dimensionierung einzelner Signalpfadblöcke - Selbsttestkonzepte (BITE): Funktionsweise, schaltungstechnische Realisierung <p>6) Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1st- und 2nd-level AVT, Anforderungen an das AVT-Design <p>7) Sensorschnittstelle ? PSI5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manchestercode, Kommunikationsvarianten, Datendekodierung
Skripte/Medien:	Vorlesungsskript, Folien, praktische Übungen und Vorführungen in der Vorlesung
Literatur:	<p>Korvink, Jan G. / Oliver, Paul: MEMS: A Practical Guide to Design, Analysis and Applications, Springer e-books, 2006</p> <p>Reif, Konrad: Bosch Autoelektrik und Autoelektronik ? Bordnetze, Sensoren und elektronische Systeme, Springer e-books/Vieweg+Teubner, 2011</p>

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW06LEW**

Fakultät Technik

**Herstellung und
Modellierung Moderner
Leistungshalbleiter**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Modultitel: Herstellung und Modellierung Moderner Leistungshalbleiter

Modulnummer: LEMMW06LEW

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Semester: 2/3

SWS: 4

ECTS: 6

Lernziele:

In diesem Wahlpflichtmodul werden vertiefte Kenntnisse zur Fertigung und Modellierung von modernen Halbleiterkomponenten aus dem Gebiet der Leistungs- und Mikroelektronik vermittelt.

Die Studierenden kennen die fundamentalen Herstellungsverfahren von Halbleiterkomponenten der Leistungs- und Mikroelektronik. Dafür ist ihnen der Aufbau heutiger Bauelemente bekannt, und sie sind mit ihrer Funktionsweise im Detail vertraut. Darauf basieren können die Studierenden den jeweiligen Herstellprozess genau beschreiben, zielgerichtet modifizieren und an spezielle Anforderungen anpassen.

Ferner sind sie mit modernen Beschreibungs- und Modellierungsansätzen zur Nachbildung des Verhaltens der Komponenten der Leistungs- und Mikroelektronik vertraut. Dies umfasst neben den elektrischen und thermischen Eigenschaften auch die wesentlichen Zerstörmechanismen. Damit können die Studierenden Kenngrößen und zentrale Parameter von Komponenten bestimmen sowie ihren sicheren Arbeitsbereich vorhersagen. Zusammen mit vertieften Kenntnissen zur der Verwendung der Komponenten in leistungs- und mikroelektronischen Systemen sind sie somit befähigt, das Potential der Bauelemente weitestgehend auszuschöpfen und Überdimensionierungen vermeiden.

Die Studierenden sind in der Lage, einschlägige englischsprachige Publikationen zu verstehen. Die gebräuchlichen Fachtermini aus dem Bauelementebereich sind ihnen in deutscher sowie in englischer Sprache bekannt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Eigenschaften und Modellierung Moderner Leistungshalbleiter

Fachname II: Herstellung von Leistungshalbleitern

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE, LEMM05LE

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 60 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 120 h

Gesamtzeit: 180 h

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:

Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW06LEW**

Fakultät Technik

**Eigenschaften und
Modellierung Moderner
Leistungshalbleiter**

**Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Lehrveranstaltung: **Eigenschaften und Modellierung Moderner Leistungshalbleiter**

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung und Übungen

Dozent(en): Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof

Inhalte:

- 1) Einführung in die Modellierung von Schaltungselementen
 - Grundlagen der numerischen Schaltungssimulation
 - Anforderungen an Modelle

- 2) Beschreibung und Modellierung des Verhaltens von Leistungshalbleitern
 - PIN- und Schottky-Dioden
 - MOSFETs
 - IGBTs
 - Jeweils:
 - * Aufbau und Struktur des Bauelements
 - * Modellierungskonzept
 - * Ersatzschaltbild des Modells
 - * Parameterextraktion

- 3) Sicherer Arbeitsbereich
 - Elektrische und thermische Grenzen
 - Verhalten großer (verteilter) Leistungsbaulemente
 - Einschnüreffekte, thermisches Weglaufen
 - Thermo-mechanische Effekte

Skripte/Medien: Vorlesungsskript und Umdrucke

Literatur: S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1981
D. Schröder: Leistungselektronische Bauelemente. Springer-Verlag 2006
Originalarbeiten (Konferenzbeiträge und wissenschaftliche Veröffentlichungen)

Lehrveranstaltung:	Herstellung von Leistungshalbleitern
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Dozent(en):	Dr. Alfred Görlach
Inhalte:	<p>1) Die Basismaterialien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von einkristallinem Silizium - SiC - GaN <p>2) Basistechnologien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reinraumtechnik - Vakuumtechnik, Pumpen und Messtechnik <p>3) Änderung der Leitfähigkeit von Halbleitern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dotierverfahren (Diffusion vs. Ionenimplantation) - Thermische Oxidation und Trockenoxidation <p>4) Lithographie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photolithographie - Maskenherstellung <p>5) Depositionsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Chemische Gasphasen?Deposition (CVD) und Epitaxie ? Sputterverfahren ? Metallisierung und Kontakte <p>6) Ätzverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Nasschemisches Ätzen ? Trockenätzen (Barrel Etching, Plasma Etching, Sputterätzen, IBE) <p>7) AVT</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Sägen von Siliziumwafern ? Wire-Bonding (wedge - wedge und ball - wedge Verfahren) ? Chipmontage
Skripte/Medien:	Power-Point-Präsentation, Arbeitsblätter und ausgewählte Kapitel als Umdruck
Literatur:	U. Hilleringmann: Silizium?Halbleitertechnologie, 5. Auflage, Vieweg+Teubner 2008

Modultitel:	Design und Layoutsynthese digitaler CMOS-Schaltkreise
Modulnummer:	LEMMW07LEW
Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Semester:	2/3
SWS:	4
ECTS:	6

Lernziele:

Die in den Pflichtmodulen vermittelten Kenntnisse und Fertigkeiten zum Schaltungsentwurf haben ihren Schwerpunkt im Bereich der analogen Schaltungstechnik. In diesem Wahlpflichtmodul werden Kenntnisse und Fertigkeiten zum Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme vertieft und erweitert.

Einzelziele:

Die Studierenden kennen den Aufbau der auf CMOS-Technologie basierenden digitalen Schaltungen und Systeme. Sie kennen und verstehen die Eigenschaften der Bauelemente und ihrer Verbindungen und können daraus Vorteile und Grenzen digitaler Schaltungen und Systeme ableiten. Sie beherrschen den Entwurfspfad für den CMOS-Entwurfsprozess theoretisch und können einfache Schaltungen selbst entwerfen.

Die Studierenden wissen, wie ein komplettes elektronisches System aufgebaut ist. Sie können Aufgaben identifizieren, welche sich zur Implementierung mit digitalen Lösungen in CMOS-Technologie eignen. Sie kennen die typischen Probleme, welche sich an den Schnittstellen zwischen Digital- und Analogteilen ergeben und können hieraus schaltungstechnische Anforderungen ableiten.

Die Studierenden kennen die Algorithmen und Verfahren zum physikalischen Entwurf digitaler integrierter Schaltkreise. Sie sind damit in der Lage, die Werkzeuge für den physikalischen Entwurf von Digitalschaltungen zielgerichtet anzuwenden und die Entwurfsergebnisse zu optimieren. Die Studierenden können darüber hinaus Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich der Entwurfsautomatisierung übernehmen.

Gesamtziel:

Die Studierenden kennen die Struktur, die Eigenschaften und die Möglichkeiten von Digitalschaltungen und der Werkzeuge zu deren Layouterstellung. Sie besitzen alle wichtigen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Entwicklung und Anwendung digitaler Schaltkreise und Systeme in der Leistungs- und Mikroelektronik.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I:	Algorithmen für die Layoutsynthese
Fachname II:	Digital-Design in CMOS-Technologie

Prüfung: K2 oder M30

Voraussetzungen: LEMM01LE, LEMM02LE, LEMM03LE, LEMM04LE, LEMM05LE
Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung:	60 h
Vorbereitung und Nachbearbeitung:	120 h

Gesamtzeit:	180 h
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master)/ Wahlpflichtmodul
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:	Note gemäß Studien- und Prüfungsordnung

Lehrveranstaltung:	Algorithmen für die Layoutsynthese
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen. Im Übungsteil können die Studierenden selbst einige einfache Algorithmen implementieren.
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Einführung in die Entwurfsautomatisierung<ul style="list-style-type: none">- Historie der Entwurfsautomatisierung- Entwurfsprozess, Entwurfsstile- Layoutentwurf als Optimierungsproblem- Einteilung von Entwurfsalgorithmen- Graphentheoretische Grundbegriffe2) Partitionierung3) Floorplanning4) Platzierung5) Globalverdrahtung6) Feinverdrahtung7) Flächenverdrahtung8) Kompaktierung9) Timing Closure10) Evtl. aktuelle Forschungsthemen
Skripte/Medien:	Folien, Tafelanschrieb, Übungsblätter, EDA-Rechnerumgebung
Literatur:	J. Lienig, Layoutsynthese elektronischer Schaltungen ? Grundlegende Algorithmen für die Entwurfsautomatisierung, Springer. A. Kahng, J. Lienig, I. Markov, Jin Hu, VLSI Physical Design: From Graph Partitioning to Timing Closure, Springer

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM Master

**Wahlpflichtmodul:
LEMMW07LEW**

**Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik**

**Digital-Design in CMOS-
Technologie**

**Basierend auf der
StuPrO vom 1.09.2013**

Lehrveranstaltung:	Digital-Design in CMOS-Technologie
Semester:	2
SWS:	2
ECTS:	0
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Dozent(en):	Prof. Dr.-Ing. Wolfram Glauert
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none">1) Aufbau elektronischer Systeme (Wdh.)2) Digitale Architekturen (tlw. Wdh.)<ul style="list-style-type: none">- Mikrorechner- Speicher- ADC, Filter3) Physikalische Aspekte der CMOS-Bausteine<ul style="list-style-type: none">- Robustheit- Energieverbrauch- Statisches und dynamisches Verhalten4) Kombinatorische Logik<ul style="list-style-type: none">- FPGA- Standardzellen- STA (Static timing analysis)5) Speicherelemente<ul style="list-style-type: none">- Latch, Flipflop (Wdh.)- ROM, (E)EPROM- SRAM, DRAM6) Schaltwerke<ul style="list-style-type: none">- Timing-Modelle, STA- Synchronisation7) Mikrorechner<ul style="list-style-type: none">- Architekturen (von-Neumann / nicht-von-Neumann)- Module und Befehlsablauf- Busse, I/O Probleme (Störungen, Stoßströme)8) Physikalische Realisierung und Einbettung von Mikrorechnern<ul style="list-style-type: none">- Floorplanning: Stromversorgung, Taktversorgung, I/O, EMV- Rückwirkung Floorplan ? Architektur- Rückwirkung Leiterplatte ? Gehäuse ? Floorplan
Skripte/Medien:	Vorlesungsmanuskript oder Textbücher

Literatur:

- J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nolic: Digital Integrated Circuits - A Design Perspective, 2nd edition, Prentice Hall
- N. Weste: CMOS VLSI Design ? A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley
- T. Giebel: Grundlagen der CMOS-Technologie, Teubner
- C. Siemers: Taschenbuch Digitaltechnik, Carl Hanser
- P.Pirsch: Architekturen der digitalen Signalverarbeitung, Teubner