



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

ANLAGE A1

MODULHANDBUCH

- basierend auf der Studien- und Prüfungsordnung vom 01.09.2019 -

MASTERSTUDIENGANG LEISTUNGS- UND MIKROELEKTRONIK 2020

FAKULTÄT TECHNIK

HOCHSCHULE REUTLINGEN



Vorbemerkung:

Im Folgenden werden die in der Studien- und Prüfungsordnung angegebenen Module des Studiengangs "Leistungs- und Mikroelektronik" im Einzelnen beschrieben. Für jedes Modul stehen auf einer einleitenden Seite Informationen, die für das gesamte Modul gelten. Anschließend werden insbesondere die Inhalte der einzelnen Lehrveranstaltungen des Moduls auf jeweils einer weiteren Seite dargestellt. Bei den einzelnen Lehrveranstaltungen sind keine Credit Points angegeben, da diese lediglich für das Modul in seiner Gesamtheit vergeben werden.

Die Nennung von Voraussetzungen für bestimmte Veranstaltungen ist als Information an die Studierenden zu verstehen, welche Kenntnisse sie besitzen müssen, um ein dargestelltes Modul mit Erfolg absolvieren zu können. Es ist nicht vorgesehen, das formale Vorliegen dieser Voraussetzungen bei der Belegung von Modulen zu überprüfen und gegebenenfalls Studierende von der Teilnahme an Veranstaltungen auszuschließen, etwa weil sie die Prüfung in einer als Voraussetzung genannten vorhergehenden Veranstaltung nicht bestanden haben.

Soweit im Modulhandbuch Wahlpflichtmodule beschrieben werden, bedeutet dies nicht, dass ein in der Studien- und Prüfungsordnung gefordertes Wahlpflichtmodul ausschließlich durch diese Lehrveranstaltungen abgedeckt werden muss. Neben den hier aufgeführten Modulen können auch Module aus anderen Studiengängen, anderen Fakultäten und anderen Hochschulen belegt werden, sofern diese vorab durch den Prüfungsausschuss genehmigt wurden.

Beim Studiengang "Leistungs- und Mikroelektronik" handelt es sich um einen Masterstudiengang mit drei Semestern (zu je 30 ECTS), der mit dem Titel "Master of Science (M.Sc.)" abschließt.

Der Studiengang ist als Vollzeit-Präsenz-Studiengang konzipiert. Es besteht jedoch die Möglichkeit, diesen in sogenannter "Individueller Teilzeit" zu studieren. In diesem Fall sind pro Semester nur 15 ECTS zu erwerben.

Liste der Module nach Semestern

- Sem. 1:
- LEM 3M01 Mathematik
 - LEM 3M02 Bauelemente der Leistungselektronik
 - LEM 3M03 Entwurf integrierter analoger Schaltungen
 - LEM 3M04 Entwurfsautomatisierung
 - LEM 3M05 Projektpraktikum Teil 1
- Sem. 2:
- LEM 3M06 Projektpraktikum Teil 2
 - LEM 3M07 Entwurf elektronischer Systeme
 - LEM 3M08 Schaltungstechnik in der Leistungselektronik
 - LEM 3M09 Regelungstechnik in der Leistungselektronik und Antriebstechnik
- Sem. 3:
- LEM 3M10 Masterthesis

Liste der Wahlpflichtmodule

- LEM 3MW01 EMV integrierter Schaltungen und System-EMV
- LEM 3MW02 Embedded Systems 1
- LEM 3MW03 Alternative Energien - elektrische Systeme
- LEM 3MW04 Aufbau- und Verbindungstechnik
- LEM 3MW05 Sensor- und Mikrosysteme
- LEM 3MW06 Hochfrequenzschaltungstechnik
- LEM 3MW07 Herstellung von Leistungshalbleitern
- LEM 3MW09 Ausgewählte Probleme bei Leistungshalbleiterbauelementen
- LEM 3MW10 Digital-Design in CMOS-Technologie

| | |
|---------------------------|--|
| Modultitel: | Mathematik |
| Modulnummer: | LEM 3M01 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr. rer.nat. Christian Höfert |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 6 |

Lernziele:

Die Studierenden kennen die Verfahren der numerischen Mathematik, soweit sie in ingenieurmäßigen Anwendungen benötigt werden. Sie sind in der Lage, selbstständig Lösungsverfahren im Rechner zu implementieren und haben dies mit dem Mathematikprogramm MAPLE praktisch umgesetzt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

| | |
|--------------|-------------------------------|
| Fachname I: | Angewandte Mathematik |
| Fachname II: | Angewandte Mathematik Übungen |

Prüfung: KL120, PR

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 Studienordnung

Lehrveranstaltung: Angewandte Mathematik

Semester: 1

SWS: 3

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Prof. Dr. rer.nat. Christian Höfert

Inhalte:

- Grundlagen der numerischen Mathematik
- Interpolationsverfahren mit Schwerpunkt auf Splines
- Numerische Integrationsverfahren mit Schwerpunkt Rombergverfahren sowie Gaußintegration
- Approximationsverfahren, Polynomapproximation, Fourierreihenentwicklung, Entwicklung nach orthogonalen Polynomen
- Anfangswertprobleme numerisch
- Randwertprobleme numerisch

Skripte/Medien: Skript

Literatur:

Stoehr: Numerische Mathematik I. Springer Verlag.
Burden, Faires: Numerische Mathematik. Spektrum Verlag.
Schwetlick, Kretschmar: Numerische Mathematik für Naturwissenschaftler und Ingenieure. Fachbuch Leipzig.
Engeln-Müllges, Reutter: Numerische Mathematik für Ingenieure. Mannheim, Bibl. Institut.

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Lehrveranstaltung: | Angewandte Mathematik Übungen |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 1 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | MAPLE-Praktikum am Rechner |
| Dozent(en): | Prof. Dr. rer.nat. Christian Höfert |
| Inhalte: | Übungen zu den Vorlesungsthemen |
| Skripte/Medien: | Skript |
| Literatur: | Siehe Vorlesung Angewandte Mathematik |

Modultitel: Bauelemente der Leistungselektronik

Modulnummer: LEM 3M02

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez

Semester: 1

SWS: 4

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: Bauelemente der Leistungselektronik

Prüfung: KL120, PR

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) / Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

**HS Reutlingen
Fakultät Technik
Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

Modulkatalog LEM 3 Master

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

**Modul: LEM 3M02
Bauelemente der
Leistungselektronik**

Lehrveranstaltung: Bauelemente der Leistungselektronik

Semester: 1

SWS: 4

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung und Übung

Dozent(en): Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez

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 engl. Sprache), Umdrucke

Literatur:

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

| | |
|---------------------------|---|
| Modultitel: | Entwurf integrierter analoger Schaltungen |
| Modulnummer: | LEM 3M03 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 6 |

Lernziele:

Die Studierenden können Schaltungstechniken für analoge integrierte Schaltungen anwenden und sind zum selbstständigen Entwurf und zur Optimierung von Grundsaltungen der Mikroelektronik in der Lage. Sie kennen Aufgabe und Ablauf des physikalischen Entwurfs.

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 Entwurfsfluss einer analogen integrierten Schaltung ab, d.h. Schaltungsentwurf und physikalischer Entwurf.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

| | |
|--------------|--|
| Fachname I: | Schaltungstechnik integrierter analoger Schaltkreise |
| Fachname II: | Layoutentwurf integrierter analoger Schaltkreise |

Prüfung: KL90

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) / Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:

| | |
|---------------------------|---|
| Lehrveranstaltung: | Schaltungstechnik integrierter analoger Schaltkreise |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung mit integrierten Übungen |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez |
| 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: | Layoutentwurf integrierter analoger Schaltkreise |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Inhalte: | <ol style="list-style-type: none">1) Einführung<ul style="list-style-type: none">- Aufgabe und Ablauf des Layoutentwurfs- Ein- und Ausgangsdaten- Struktur der Layoutdaten, Grafikoperationen- Randbedingungen des Layoutentwurfs- Verifikationsverfahren (DRC, LVS, ERC)2) Halbleiterprozesse integrierter Schaltkreise<ul style="list-style-type: none">- Grundlegende Herstellverfahren (tlw. Wdh.)- Der Polygate-CMOS-Prozess und dessen Bauelemente- Der Standard-Bipolarprozess und dessen Bauelemente3) Wichtige Aspekte des Layoutentwurfsprozesses<ul style="list-style-type: none">- logische, physikalische und generierte Layer- Postprocessing (Technologievorhalte, OPC-Verfahren)- Entwurfsautomatisierung im Layoutentwurf4) Parameterabweichungen und Gegenmaßnahmen im Layout<ul style="list-style-type: none">- Fertigungsbedingte Abweichungen (z.B. Driften, Randeffekte)- Entwurfsbedingte Abweichungen (z.B. Temperaturgradienten)- Prinzip des Matchings und Umsetzung von Symmetrien5) Ausfallmechanismen und Gegenmaßnahmen im Layout<ul style="list-style-type: none">- Überlastungsmechanismen (z.B. ESD, Elektromigration)- Passive Parasiten (R, C)- Aktive Parasiten (Oberflächeneffekte, Substrateffekte, Latchup)6) Spezielle Methoden und Strategien<ul style="list-style-type: none">- Dimensionierung von Leitbahnen- Verdrahtungskonzepte (z.B. Powerrouting, Sternverdrahtung) |
| Skripte/Medien: | Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, Exponate zu Herstellverfahren, E-Learning |
| Literatur: | J. Lienig, J. Scheible: Fundamentals of Physical Design, Springer. A. Hastings: The Art of Analog Layout, Second Edition, Pearson / Prentice Hall. K.-H. Cordes, A. Waag, N. Heuck: Integrierte Schaltungen, Pearson Studium. |

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Modultitel: | Entwurfsautomatisierung |
| Modulnummer: | LEM 3M04 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 5 |
| ECTS: | 6 |

Lernziele:

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die beim Entwurf integrierter Schaltungen und Systeme verwendeten Entwurfsmethoden und rechnergestützten Werkzeuge (engl.: Electronic Design Automation - EDA). Die Studierenden kennen die den Entwurfswerkzeugen zugrundeliegenden Prinzipien (Algorithmen).

Behandelt werden sowohl generierende als auch verifizierende Entwurfsverfahren, jeweils für den analogen und den digitalen Entwurfspfad. Vertieft behandelt werden Verfahren zur Layoutsynthese und zur Simulation analoger Schaltungen. Die Studierenden können den Nutzen und die Grenzen der behandelten Verfahren einschätzen. Sie kennen die typischen Probleme, welche sich in der Anwendung ergeben können und sind in der Lage, insbesondere Optimierungslösungen und Simulationsergebnisse richtig einzuschätzen und Bauelemente-Modelle zu beurteilen.

Zusätzliche Inhalte fließen aus Forschungsvorhaben des Dozenten auf dem Gebiet der Automatisierung des analogen IC-Entwurfs ein. Hieraus gewinnen die Studierenden Einblicke in aktuelle Forschungsthemen und die Vorgehensweise bei Forschungsprojekten.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

| | |
|--------------|--|
| Fachname I: | Werkzeuge und Methoden der Entwurfsautomatisierung |
| Fachname II: | Werkzeuge und Methoden der Entwurfsautomatisierung Praktikum |

Prüfung: KL90, PR

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) / Wahlpflicht
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Werkzeuge und Methoden der Entwurfsautomatisierung |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 3 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Inhalte: | <p>1) Einführung in die EDA</p> <ul style="list-style-type: none">- Systementwurf, IC-Entwurf- Entwurfsprozess (Probleme, Klassifizierung, Y-Diagramm)- Entwurfsstile, Kostenbetrachtungen- Entwurfsschritte- Optimierung vs. prozeduraler Automatisierung <p>2) Verfahren zur Layoutsynthese digitaler Schaltungen</p> <ul style="list-style-type: none">- Einführung (Optimierungsziele, Randbedingungen, Graphentheorie)- Partitionierung (KL-, FM-, SA-Algorithmus)- Floorplanning (Sizing-, Cluster Growth-Algorithmus)- Platzierung (Mincut, Quadratic Placement, Kräfteverfahren)- Verdrahtung (Lee-, Steinerbaum-, Dijkstra-, Kanal-, Spezial-Router) <p>3) Verfahren zur Simulation analoger Schaltungen</p> <ul style="list-style-type: none">- Einführung (Aufgaben und genereller Ablauf der Simulation)- Erzeugen der Netzliste- Modifizierte Knotenspannungsanalyse- Linearisierung- Lösen des Differentialgleichungssystems- Analyse-Arten (AC, DC, Transienten, usw.)- Schwierigkeiten (Konvergenz, Laufzeit, Artefakte)- Nachgeschaltete Analysen unter Verwendung der Roh-Ergebnisse- Bauelemente-Modelle (insbes. Modelle für MOS-Transistoren)- Schaltungsoptimierung (z.B. mit Nelder-Mead)- Monte-Carlo-Analysen <p>4) Weitere Themen aus aktuellen EDA-Forschungsprojekten im Bereich Automatisierung des Entwurfs analoger ICs, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none">- Constraint-driven Design- prozeduraler, erfahrungsbasierter Schaltungsentwurf- Layout-Generatoren- Machine-Learning Ansätze- formale Verifikation von Generatoren |
| Skripte/Medien: | Folien, Tafelanschrieb, Übungs- und Lösungsblätter |
| Literatur: | Lienig, Jens: Layoutsynthese elektronischer Schaltungen; Springer-Verlag, ISBN 3-540-29627-1. Najm, Farid N.: Circuit Simulation; John Wiley & Sons, 2010, ISBN 978-0-470-53871-5. |

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Werkzeuge und Methoden der Entwurfsautomatisierung Praktikum |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Praktische Übungen |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible und wiss. Mitarbeiter |
| Inhalte: | <p>Die Studierenden üben den Schaltungs- und Layoutentwurf analoger integrierter Schaltkreise in einer industrieüblichen Entwurfsumgebung.</p> <ul style="list-style-type: none">- Erstellung von Schaltplänen- Simulation von Schaltplänen- Erstellung von Layouts im Grafikeditor (polygon pushing)- Erstellung von Layouts mit dem schalplangetriebenen Entwurfsstil (pick&place)- Layoutverifikation (DRC und LVS-Checks) <p>Dieser Teil des Praktikums dient insbesondere auch als Einarbeitung für entsprechende Aufgaben im Rahmen des Projektpraktikums Teil 1.</p> <p>Die Studierenden implementieren einige einfache optimierungsbasierte und prozedurale Algorithmen zur Layoutsynthese. Die Algorithmen werden eingebettet in eine Entwurfsumgebung von Cadence und auf reale Beispiele angewendet.</p> <ul style="list-style-type: none">- Automatische Platzierung mit dem Mincutverfahren- Platzierungsoptimierung mit Simulated Annealing- Flächenverdrahtung mit dem Lee-Algorithmus- Erstellung eines Layoutgenerators mit dem PCell-Designer |
| Skripte/Medien: | Vorlesungsskript in Form von Folien Designumgebung Virtuoso von Cadence Design Systems |
| Literatur: | Dokumentation der Werkzeughersteller Übungsunterlagen Dokumentation des verwendeten Halbleiterprozesses (PDK = project design kit) Lienig: Layoutsynthese elektronischer Schaltungen, 2. Auflage, Springer Vieweg. |

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Modultitel: | Projektpraktikum Teil 1 |
| Modulnummer: | LEM 3M05 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 6 |

Lernziele:

Die Studierenden sind in der Lage, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Rahmen einer industrienahen Elektronikentwicklung praktisch anzuwenden. Sie bewältigen den realen Entwicklungsprozess anhand einer konkreten und aktuellen Aufgabenstellung unter Wettbewerbsgesichtspunkten als Mitglieder eines Projektteams. Die Projektarbeit Teil 1 umfasst den Produktentstehungsprozess von der Ideenfindung über die Systemspezifikation bis hin zum Entwurf mikro- und leistungselektronischer Komponenten.

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: | Entwurf eines leistungs-/mikroelektronischen Systems |
| Prüfung: | PA |
| Voraussetzungen: | - |
| Voraussetzung für: | LEM 3M06 |

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
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: gemäß PO

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Entwurf eines leistungs-/mikroelektronischen Systems |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 6 |
| Lehrform: | Gruppenarbeit |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig |
| 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. Je nach Aufgabenstellung wird ein Konzept-Review, Design-Review, Layout-Review abgehalten. 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 |

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Modultitel: | Projektpraktikum Teil 2 |
| Modulnummer: | LEM 3M06 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 6 |

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 Teil 2 umfasst folgende Phasen des Produktentstehungsprozesses: Implementierung, Überführung in die Produktion, Hardware-Aufbau des spezifizierten Gesamtsystems und messtechnische 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: Implementierung/Validierung eines leistungs-/mikroelektronischen Systems

Prüfung: PA

Voraussetzungen: LEM 3M05

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 Studienordnung

| | |
|---------------------------|---|
| Lehrveranstaltung: | Implementierung/Validierung eines leistungs-/mikroelektronischen Systems |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Gruppenarbeit |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Inhalte: | <ul style="list-style-type: none">- Implementierung mikro- und leistungselektronischer Komponenten in Form von IC-Layouts, Platinen-Layouts und Modulkonstruktionen- Fertigung von Elektronikkomponenten- 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: Entwurf elektronischer Systeme

Modulnummer: LEM 3M07

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig

Semester: 2

SWS: 4

ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden können die Systemfunktionen komplexer integrierter Mixed-Signal- und Energieversorgungsschaltungen erfassen und die das Übertragungsverhalten beeinflussenden Systemparameter dimensionieren. Sie kennen die beim elektrischen und physischen Entwurf eines System-on-Chip zu berücksichtigenden technischen Randbedingungen.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Design integrierter elektronischer Systeme

Prüfung: KL90

Voraussetzungen: LEM 3M03

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 Studienordnung

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Design integrierter elektronischer Systeme |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig |
| Inhalte: | <p>1) Phase-Locked Loop (PLL)</p> <ul style="list-style-type: none">- Aufbau, Funktionsprinzip, Kenngrößen, dynamisches Verhalten- Charge-Pump-PLL <p>2) Sigma-Delta-Wandler</p> <ul style="list-style-type: none">- Prinzipien der AD/DA-Wandlung- Aufbau und Funktionsprinzip (Überabtastung, Rauschformung)- Realisierung in SC-Schaltungstechnik <p>3) Energiewandler</p> <ul style="list-style-type: none">- Lineare Spannungsregler: Architekturen und Dimensionierung- Integrierte Schaltregler: Buck/Boost, Analyse und Entwurf der Regelschleife <p>4) System-on-Chip-Entwurf</p> <ul style="list-style-type: none">- Systempartitionierung, Floorplanning- Spannungsversorgungen, Massekonzept, ESD/EMV |
| Skripte/Medien: | Vorlesungsskript, Tafel, Folien |
| Literatur: | Razavi: Design of Analog CMOS Integrated Circuits Allen/Holberg: CMOS Analog Circuit Design Johns/Martin: Analog Integrated Circuit Design Best: PLL Erickson: Fundamentals of Power Electronics Murari: Smart Power IC's |

Modultitel: Schaltungstechnik in der Leistungselektronik

Modulnummer: LEM 3M08

Modulbeauftragter: N.N.

Semester: 2

SWS: 5

ECTS: 6

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 Bauelementen 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: MP45, PR

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) / Pflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Schaltungstechnik in der Leistungselektronik |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 4 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung mit einzelnen Übungen |
| Dozent(en): | N.N. |
| 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: | Schlenz, Ulrich: Schaltnetzteile und ihre Peripherie, Vieweg, ISBN: 3-528-13935-8 |

| | |
|---------------------------|---|
| Lehrveranstaltung: | Schaltungstechnik in der Leistungselektronik, Praktikum |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 1 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Praktikum in Zweiergruppen |
| Dozent(en): | N.N. |
| 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: Regelungstechnik in der Leistungselektronik und Antriebstechnik

Modulnummer: LEM 3M09

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus

Semester: 2

SWS: 5

ECTS: 6

Lernziele:

Die Studierenden verfügen über Kenntnisse für die Entwicklung linearer und nichtlinearer Steuerungs- und Regelungssystemen mit Schwerpunkt Mechatronik. Die Modellierung und Simulation sowie Methoden des Rapid Control Prototyping (RCP) stehen hierbei im Vordergrund.

Die Studierenden kennen die Grundzüge der Pulsweitenmodulation für dreiphasige Systeme und können aufbauend auf diesen Grundlagen moderne Regelverfahren für Drehfeldmaschinen sowie die leistungselektronischen Baugruppen, die in diesem Zusammenhang eingesetzt werden, entwickeln.

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: Regelungssysteme
Fachname II: Leistungselektronik und Antriebsregelung

Prüfung: MP20

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 Studienordnung

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Regelungssysteme |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 3 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung mit integrierten Übungen |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt |
| Inhalte: | <ul style="list-style-type: none">- RCP-Entwicklungssystematik,- Grundlagen der Simulationstechnik,- Simulations- und Modellierungswerkzeuge,- Grundlagen der Modellbildung,- Systembeschreibung durch Differentialgleichungen, Modellierung linearer/nichtlinearer Prozesse,- Systembeschreibung im Zustandsraum,- System-Identifikation,- Synthese und Analyse mechatronischer Regelungsprozesse,- Simulationsmethodik und Validierung von Simulationsmodellen,- Beispiele aus verschiedenen Applikationsbereichen der Mechatronik. |
| Skripte/Medien: | Vorlesung-Skript zur Ergänzung, Vorlesung mit integrierten Übungen und Simulations-Demonstrationen |
| Literatur: | Abel, D.; Bollig, A.: Rapid Control Prototyping. Springer-Verlag. Angermann, A.; et. al.: Matlab-Simulink-Stateflow. Oldenbourg-Verlag. Isermann, R.: Mechatronic Systems Fundamentals. Springer-Verlag. Zirn, O.: Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme. Expert-Verlag. |

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Leistungselektronik und Antriebsregelung |
| Semester: | 1 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus |
| Inhalte: | <ul style="list-style-type: none">- Feldorientierte Steuer- und Regelverfahren für Asynchronmaschinen- Feldorientierte Regelverfahren für Synchronmaschinen- Regelung von Netzstromrichtern- Pulsweitenmodulation für dreiphasige Systeme |
| Skripte/Medien: | Vorlesungsbegleitende 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 Antriebssystemen. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009. |

| | |
|---------------------------|--|
| Modultitel: | Masterthesis |
| Modulnummer: | LEM 3M10 |
| Modulbeauftragter: | Prüfungsausschussvorsitzender LEM |
| Semester: | 3 |
| SWS: | 0 |
| ECTS: | 30 |

Lernziele:

Der Masterstudiengang Leistungs- und Mikroelektronik ist sowohl industrienah als auch forschungsorientiert konzipiert. (Der Abschluss ermöglicht beispielsweise den Zugang zu einer kooperativen Promotion an der Uni Stuttgart.) Die Heranführung an die Forschung ist insbesondere im Rahmen der Master-Thesis vorgesehen, bei der die Studierenden die Kompetenz zu selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit erwerben. Die Studierenden bearbeiten hierzu erfolgreich eine umfangreiche ingenieurtechnische Aufgabenstellung in einem Forschungsprojekt an der Hochschule oder in einem forschungsnahen Entwicklungsprojekt in der Industrie mit wissenschaftlichen Methoden.

Die Studierenden sind in der Lage, technische Fragestellungen im Bereich der Leistungs- und Mikroelektronik oder der Entwurfsautomatisierung 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 diese nach wissenschaftlichen Standards sowohl schriftlich (in einer Thesis) als auch in einem Vortrag 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,
- Präsentationstechnik.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

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

Prüfung: MT, MP20

Voraussetzungen: -

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: | 3 |
| 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- Ergebnisse dokumentieren- Thesis erstellen |
| Skripte/Medien: | <ul style="list-style-type: none">- Hinweise zur Erstellung einer Thesis in der Fakultät Technik (Homepage der Hochschule)- Hinweise zur Erstellung einer Thesis im Studiengang Leistungs- und Mikroelektronik (Lernplattform RELAX der Hochschule, Kurs "LEM-Studienberatung") |
| Literatur: | Themenabhängig |

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Masterthesis Kolloquium |
| Semester: | 3 |
| 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 |

Modultitel: EMV integrierter Schaltungen und System-EMV**Modulnummer:** LEM 3MW01**Modulbeauftragter:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible**Semester:** 2**SWS:** 2**ECTS:** 3**Lernziele:**

Die Studierenden verstehen grundlegende und allgemeine Aspekte der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und kennen typische parasitäre Effekte in Systemen, Schaltungen und Halbleiterbauelementen 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 sowie Maßnahmen zur Erhöhung der EMV bei Systemen und Komponenten.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Elektromagnetische Verträglichkeiten

Prüfung: KL60**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 Studienordnung

| | |
|---------------------------|---|
| Lehrveranstaltung: | Elektromagnetische Verträglichkeiten |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. David Pouhe, Dr.-Ing. Wolfgang Kürner |
| Inhalte: | <p>1) Grundlagen der EMV:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ursachen und Auswirkungen von EMV-Störungen- Störquellen und Störsignale- Gesetzliche und Normative Vorschriften <p>2) Kopplungsmechanismen und Parasitäre Effekte in der Leistungselektronik:</p> <ul style="list-style-type: none">- Induktivitäten/ Kapazitäten in elektronischen Schaltungen- Parasitäre Effekte in den Leistungsbau-elementen- Aufgespannte Flächen- Galvanische, Induktive, kapazitive und strahlungsgebundene Verkopplung von Systemen <p>3) Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen und Verbesserung der Störfestigkeit von Systemen, Komponenten und Halbleitern:</p> <ul style="list-style-type: none">- Bauelemente- Layout, Systemauslegung, Verkabelung- Massekonzepte- Filterung- Schirmung <p>4) Mess- und Prüftechnik in der EMV</p> <p>5) EMV in der Fahrzeugtechnik</p> <p>6) ESD auf dem Halbleiter:</p> <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: | Embedded Systems 1 |
| Modulnummer: | LEM 3MW02 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 3 |

Lernziele:

- Fähigkeit, die Möglichkeiten von Unix/Linux auf eingebetteten Systemen zu nutzen
- Fähigkeit, die Möglichkeiten von VxWorks auf eingebetteten Systemen zu nutzen

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Embedded Systems 1

Prüfung: KL90

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

| | |
|---|------|
| Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: | 30 h |
| Vorbereitung und Nachbearbeitung: | 60 h |
| Gesamtzeit: | 90 h |

Sprache: Deutsch

Zuordnung zum Curriculum: Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht
Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Embedded Systems 1 |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung mit Praktikum |
| Dozent(en): | Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder |
| Inhalte: | <ul style="list-style-type: none">- AHB-Lite-Bus, APB-Bus- Peripherie (UART, Timer, VGA, SRAM-Schnittstelle)- Systemprogrammierung in Unix/Linux- Echtzeit-Scheduling- POSIX Thread-Programmierung- Treiberentwicklung in Unix-Linux- Echtzeitbetriebssystem VxWorks |
| Skripte/Medien: | Powerpoint-Folien, Praktikumsaufgaben |
| Literatur: | Ralf Gessler Entwicklung Eingebetteter Systeme Springer Vieweg Morris Mano Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL Pearson |

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM 3 Master

**Wahlpflichtmodul: LEM
3MW03**

Fakultät Technik

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

**Alternative Energien -
elektrische Systeme**

Modultitel: Alternative Energien - elektrische Systeme

Modulnummer: LEM 3MW03

Modulbeauftragter: Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 3

Lernziele:

Die Studierenden kennen alternative elektrodynamische und elektrotechnische Systeme zur Erzeugung elektrischer Energie. Sie sind in der Lage Energiemaße und deren Energieinhalte im Vergleich zu bewerten und anzuwenden. Systemische Bausteine sowie die Möglichkeiten und Potentiale ausgewählter zukünftiger Innovationen sind ihnen bekannt.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Alternative Energien - Elektr. Systeme

Prüfung: M20

Voraussetzungen: -

Voraussetzung für: -

Arbeitsaufwand:

Anwesenheit in Vorlesung, Labor, Übung: 30 h

Vorbereitung und Nachbearbeitung: 60 h

Gesamtzeit: 90 h

Sprache: Deutsch

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

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

Lehrveranstaltung: Alternative Energien - Elektr. Systeme

Semester: 2
SWS: 2
ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt

Inhalte:

- Geschichtliches: aus der (Energie-) Vergangenheit die Zukunft gestalten
- Energie: Energiemaße und -inhalte, Konvertibilität verschiedener Energieformen
- Elektrodynamische Wandler (Synchrongenerator, Transformator, Stromrichter)
- Fotovoltaik, Parameter und Grenzen - ein Fallbeispiel
- TEG - Thermoelektrischer Generator ("Strom aus dem Auspuffkrümmer")
- Strom eine flüchtige Ware: Kraftwerke und Speicher
- Übertragung und Verteilung (HGÜ und SmartGrid)
- Innovationen

Skripte/Medien: Skript
Videobeispiele
Aufgaben mit Lösungen, Datenblätter
Diskussion / Austausch

Literatur:

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Modultitel: | Aufbau- und Verbindungstechnik |
| Modulnummer: | LEM 3MW04 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 3 |

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: KL60

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) / Wahlpflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM 3 Master

**Wahlpflichtmodul: LEM
3MW04**

Fakultät Technik

**Aufbau- und
Verbindungstechnik**

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

Lehrveranstaltung: Aufbau- und Verbindungstechnik

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung

Dozent(en): Dr. Rolf Becker

Inhalte:

- 1) Grundlagen der 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 (Nackchips)

- 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: | Sensor- und Mikrosysteme |
| Modulnummer: | LEM 3MW05 |
| Modulbeauftragter: | Prof. Dr. rer.nat. Stefan Mack |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 5 |
| ECTS: | 6 |

Lernziele:

Die Studierenden kennen die Grundlagen von komplexen Sensoren und deren Zusammenwirken mit Aktoren und Mikrocontrollern bei mechatronischen Systemen und Automatisierungsprojekten. Die Grundkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Sensortechnik werden in Projekten und im Praktikum erweitert und vertieft.

Darüber hinaus kennen die Studierenden auch die Aspekte der Sensorik in Mikrosystemen insbesondere Herstellungsverfahren von Halbleiterbauelementen, Integrierten Schaltungen und Mikrosystemen sowie deren Anwendungen in Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgegenständen.

Darüber hinaus haben sie die Fähigkeit, eigene Peripherie für ein System-on-Chip (SoC) in Verilog/FPGA zu entwickeln und dies im Kontext von Sensorsystemen oder für andere Baugruppen in der Mikro- und Leistungselektronik einzusetzen.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

| | |
|--------------|--------------------------|
| Fachname I: | Embedded Systems on Chip |
| Fachname II: | Sensor- und Mikrosysteme |

Prüfung: Klausur 2h, Labor mit Testat

Voraussetzungen: LEM 3M05

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 Studienordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM 3 Master

**Wahlpflichtmodul: LEM
3MW05**

Fakultät Technik

Embedded Systems on Chip

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

| | |
|---------------------------|---|
| Lehrveranstaltung: | Embedded Systems on Chip |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Versuche und Projektarbeit |
| Dozent(en): | Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder |
| Inhalte: | - System-on-Chip (SoC) am Beispiel eine ARM Cortex-M (M0, M1, oder M3) |
| Skripte/Medien: | Powerpoint-Folien, Praktikumsaufgaben |
| Literatur: | Ralf Gessler Entwicklung Eingebetteter Systeme Springer Vieweg Morris Mano Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL Pearson |

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Sensor- und Mikrosysteme |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 3 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung und Übung |
| Dozent(en): | Prof. Dr. rer. nat. Stefan Mack |
| Inhalte: | <p>1) Sensorsysteme (S. Mack): Grundlagen komplexer Sensoren (Sensor als System) und Sensorsysteme (System aus mehreren Sensoren): Exemplarische Vertiefungen bei optoelektronischen Sensoren (Schwerpunktthema TOF-Sensorsystem) und Radarsensoren (im Kontext des autonomen Fahrens). Methoden der Sensor-Daten-Fusion bei Systemen aus mehreren Sensoren. Sensor-Schnittstellen, Visualisierung und Fusion von Sensordaten über das Internet (Internet der Dinge, Industrie 4.0). Sensornetzwerke und speziell dafür verwendete drahtlose Kommunikationstechnologien. Rapid Prototyping mit μC, Linux Embedded Systems und Sensoren.</p> <p>2) Anwendungen der Mikrosystemtechnik (S. Schneider): Verschiedene Sensortypen und Sensorapplikationen im Bereich MST. Aufbau und Funktionsweise ausgewählter MST-Sensoren. Grundlagen zu den Herstellertechnologien von MST-Sensoren.</p> |
| Skripte/Medien: | <p>Über E-Learning Lernplattform RELAX: Skript basierend auf Vorlesungsfolien. Weiterführende Literatur wie z.B. Applikationsschriften, Datenblätter, Skripte anderer Hochschulen als PDF/Internetlink. Beispielprogramme, Applikationsvideos / -animationen</p> |
| Literatur: | <p>Hesse, S.; Schnell, G.: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation: Funktion - Ausführung - Anwendung. Vieweg-Teubner, Wiesbaden. Hering, E. (Hsg): Sensoren in Wissenschaft und Technik: Funktionsweise und Einsatzgebiete. Vieweg + Teubner, Wiesbaden. Plate, J.: Sensorik für Datentechniker. Eine praxisorientierte Einführung. (Veröffentlicht als freies PDF-Download im Internet.) J. S. Wilson (Hsg): Sensor Technology Handbook. Elsevier, Amsterdam. Paul P. L. Regtien: Sensors for Mechatronics. Elsevier, Amsterdam</p> |

Modultitel: Hochfrequenzschaltungstechnik**Modulnummer:** LEM 3MW06**Modulbeauftragter:** Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass**Semester:** 2**SWS:** 5**ECTS:** 6**Lernziele:**

Die Studierenden beherrschen die Theorie und den Entwurf von monolithisch integrierten Mikro- und Millimeterwellenschaltungen (MMIC). Typische Fragestellungen können von den Studierenden unter Anwendung der üblichen Methoden selbstständig bearbeitet und gelöst werden. Sie sind in der Lage, die Hochfrequenzschaltungsgattungen der rauscharmen Vorverstärker, Breitbandverstärker und Leistungsverstärker mit Hilfe von Mikrowellennetzwerkanalyse, Theorie planarer Wellenleiter, Bauelementmodellierung, typischer Schaltungsentwurfsverfahren, linearer und nicht-linearer Analysemethoden und Layouttechniken zu entwerfen.

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

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Hochfrequenzschaltungstechnik

Prüfung: MP30**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) / Wahlpflicht**Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:** Note gemäß Studienordnung

HS Reutlingen

**Modulkatalog LEM 3
Master**

Wahlpflichtmodul: LEM 3MW06

Fakultät Technik

Hochfrequenzschaltungstechnik

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

| | |
|---------------------------|--|
| Lehrveranstaltung: | Hochfrequenzschaltungstechnik |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 5 |
| ECTS: | 0 |
| Lehrform: | Vorlesung mit integrierten Übungen |
| Dozent(en): | Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass |
| Inhalte: | <ol style="list-style-type: none">1. The Millimeterwave Spectrum: MMIC Applications and Technologies2. Microwave Network Analysis3. Planar Transmission Line Theory4. Building Elements of MMICs5. Linear Circuits I: Low-Noise Amplifiers6. Linear Circuits II: Broadband Amplifiers7. Nonlinear Circuits I: Microwave Power Amplifiers |
| Skripte/Medien: | Vorlesungsskript, Folien |
| Literatur: | RF techniques: D. Pozar, Microwave Engineering. Wiley, 2004 Linear circuit design: G. Vendelin, A. Pavio, and U. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques. Wiley, 2005 Nonlinear circuit design: Stephen A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits, ser. 2nd ed. Artech House, London, 2003 |

Modultitel: Herstellung von Leistungshalbleitern**Modulnummer:** LEM 3MW07**Modulbeauftragter:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible**Semester:** 2**SWS:** 2**ECTS:** 3**Lernziele:**

Dieses Wahlpflichtmodul gibt eine Einführung in die Halbleitertechnologie unter besonderer Berücksichtigung der speziellen Prozesse bei Leistungshalbleitern, sowie in wichtige Fragestellungen, die beim Betrieb von Leistungshalbleiterbauelementen auftreten. Mit der Halbleitertechnologie werden die physikalischen, chemischen und technologischen Grundlagen aufgezeigt, die zur Herstellung von modernen Leistungshalbleitern aus Silizium notwendig sind. Bei den ausgewählten Problemen und Fragestellungen stehen Themen wie hohe Sperrspannung, Betrieb unter Hochinjektion, Schaltverhalten und Zerstörungsmechanismen im Vordergrund. Ihr Einfluss auf das Design von Bauelementen und deren Technologie werden aufgezeigt. Es werden Kenntnisse der Grundlagen der Halbleiterphysik, sowie der Funktion der wichtigsten Leistungshalbleiter vorausgesetzt.

Die Studierenden kennen die fundamentalen Herstellungsverfahren von Halbleiterkomponenten der Leistungselektronik. Sie sind mit den bei der Herstellung von Leistungshalbleitern eingesetzten Prozessschritten vertraut. Darauf basierend können die Studierenden die jeweiligen Herstellungsprozesse genau beschreiben, zielgerichtet modifizieren und an spezielle Anforderungen anpassen. Ferner sind sie mit modernen Konstruktionsprinzipien und den Besonderheiten beim elektrischen Betrieb der Bauelemente vertraut. Das statische und dynamische Verhalten der Ladungsträger in bipolaren Bauelementen, sowie die Physik der wichtigsten Zerstörungsmechanismen sind bekannt. Das tiefere Verständnis der Vorgänge innerhalb eines Halbleiters ermöglicht eine Bewertung der möglichen Belastung und erlaubt damit das Potential der Bauelemente bestmöglich auszuschöpfen

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Herstellung von Leistungshalbleitern

Prüfung: KL60**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) / Wahlpflicht**Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:** Note gemäß Studienordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM 3 Master

**Wahlpflichtmodul: LEM
3MW07**

Fakultät Technik

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

**Herstellung von
Leistungshalbleitern**

Lehrveranstaltung: Herstellung von Leistungshalbleitern

Semester: 2

SWS: 2

ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung mit integrierten Übungen

Dozent(en): Dipl.-Phys. Alfred Görlach

Inhalte:

- 1) Kristallwachstum und Waferherstellung
 - * Kristallstruktur
 - * Herstellung von Einkristallen
 - * Scheibenbearbeitung
 - * Epitaxie

- 2) Thermische Oxidation
 - * Oxidation
 - * kinetisches Oxidationsmodell

- 3) Dotierung
 - * Diffusionsgesetze
 - * spezielle Diffusionseffekte
 - * Ionenimplantation
 - * Protonendotierung
 - * Neutronendotierung

- 4) Metall-Halbleiter-Kontakt
 - * Austrittsarbeit
 - * idealer und realer Kontakt
 - * Schottky-Kontakte
 - * Schottky-Effekt
 - * Technologie von Schottky-Dioden
 - * ohmsche Kontakte

- 5) Schichtabscheidung
 - * Dielektrische Schichten
 - * Polysilizium
 - * Atomic Layer Deposition
 - * Metalle
 - * Silizide

- 6) Lithographie
 - * Maskentechnik
 - * Belackung
 - * Auflösungsvermögen
 - * Belichtungsverfahren

- 7) Ätzverfahren
 - * Nasschemisches Ätzen
 - * Trockenätzen
 - * Scheibenreinigung

- 8) Lebensdauereinstellung
 - * Lebensdauer von Minoritätsladungsträger
 - * Rekombinationszentren
 - * Schwermetalle
 - * strahlungsinduzierte Zentren
 - * Oberflächenrekombination

- 9) Prozessbeispiele
 - * Spezielle Prozessabläufe
 - * Bipolarer Leistungstransistor
 - * Trench-MOSFET
 - * u.a.

Skripte/Medien:

Power-Point-Präsentation, Arbeitsblätter und ausgewählte Kapitel als Umdruck

Literatur:

- Widmann, D., Mader, H., and Friedrich, H. (1996). Technologie hochintegrierter Schaltungen. Springer.
- Franssila, S. (2010). Introduction to Micro Fabrication. Wiley.
- Görlach, A. (2017). Herstellung von Leistungshalbleitern. Vorlesungsskript.
- H. Yilmaz et al. (2010). US 2010/0258862. Patent Application.
- Hilleringmann, U. (2008). Silizium-Halbleitertechnologie. Vieweg+Teuber.
- I. Ruge, H. M. (1991). Halbleiter-Technologie. Springer
- ?Laven, J. G. (2014). Untersuchung und Modellierung protoneninduzierter Dotierungsprofile in Silizium. Springer.
- T. Gutt, H. S. (2010). Deep melt activation using laser thermal annealing for igbt thin wafer technology. International Symposium on Power Semiconductor Devices, ISPSD 2010.
- v. Zant, P. (2000). Microchip Fabrication. McGraw-Hill

| | |
|---------------------------|---|
| Modultitel: | Ausgewählte Probleme bei Leistungshalbleiterbauelementen |
| Modulnummer: | LEM 3MW09 |
| Modulbeauftragter: | N.N. |
| Semester: | 2 |
| SWS: | 2 |
| ECTS: | 3 |

Lernziele:

Dieses Wahlpflichtmodul gibt eine Einführung in die Halbleitertechnologie unter besonderer Berücksichtigung der speziellen Prozesse bei Leistungshalbleitern, sowie in wichtige Fragestellungen, die beim Betrieb von Leistungshalbleiterbauelementen auftreten. Mit der Halbleitertechnologie werden die physikalischen, chemischen und technologischen Grundlagen aufgezeigt, die zur Herstellung von modernen Leistungshalbleitern aus Silizium notwendig sind. Bei den ausgewählten Problemen und Fragestellungen stehen Themen wie hohe Sperrspannung, Betrieb unter Hochinjektion, Schaltverhalten und Zerstörungsmechanismen im Vordergrund. Ihr Einfluss auf das Design von Bauelementen und deren Technologie werden aufgezeigt. Es werden Kenntnisse der Grundlagen der Halbleiterphysik, sowie der Funktion der wichtigsten Leistungshalbleiter vorausgesetzt.

Die Studierenden kennen die fundamentalen Herstellungsverfahren von Halbleiterkomponenten der Leistungselektronik. Sie sind mit den bei der Herstellung von Leistungshalbleitern eingesetzten Prozessschritten vertraut. Darauf basierend können die Studierenden die jeweiligen Herstellungsprozesse genau beschreiben, zielgerichtet modifizieren und an spezielle Anforderungen anpassen. Ferner sind sie mit modernen Konstruktionsprinzipien und den Besonderheiten beim elektrischen Betrieb der Bauelemente vertraut. Das statische und dynamische Verhalten der Ladungsträger in bipolaren Bauelementen, sowie die Physik der wichtigsten Zerstörungsmechanismen sind bekannt. Das tiefere Verständnis der Vorgänge innerhalb eines Halbleiters ermöglicht eine Bewertung der möglichen Belastung und erlaubt damit das Potential der Bauelemente bestmöglich auszuschöpfen

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Ausgewählte Probleme bei Leistungshalbleiterbauelementen

Prüfung: KL60

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) / Wahlpflicht

Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote: Note gemäß Studienordnung

HS Reutlingen

**Modulkatalog LEM 3
Master**

Wahlpflichtmodul: LEM 3MW09

Fakultät Technik

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

**Ausgewählte Probleme bei
Leistungshalbleiterbauelementen**

Lehrveranstaltung: Ausgewählte Probleme bei Leistungshalbleiterbauelementen

Semester: 2
SWS: 2
ECTS: 0

Lehrform: Vorlesung und Übung

Dozent(en): Dipl.-Phys. Alfred Görlach

Inhalte:

- 1) Randstrukturen
 - * Randabschrägung
 - * Potentialringe
 - * Feldplatten
 - * Junction Termination Extension
 - * Ladungskompensation und RESURF
 - * SIPOS
 - * Deep Trench Termination
- 2) Theorie der pin-Dioden
 - * Sperrverhalten
 - * Durchlassverhalten in der Hall'schen Näherung
 - * Durchlassverhalten mit Injektion in die Randgebiete
 - * Schaltverhalten
- 3) Moderne Dioden mit optimiertem Schaltverhalten
 - * Einfache Dioden
 - * Dioden mit großer Basisweite
 - * Dioden mit reduzierter Emittiereffizienz
 - * Dioden mit Maßnahmen an der Kathode
 - * MOS gesteuerte Dioden
- 4) Zerstörungsmechanismen
 - * Thermischer Durchbruch
 - * Dynamischer Avalanche
 - * IGBT Kurzschluss
 - * Höhenstrahlung

Skripte/Medien: Skript und Umdrucke

Literatur:

- Baliga, B. J. (1995). Power Semiconductor Devices. PWS Publishing-Company.
- Baliga, B. J. (2009). Advanced Power Rectifier Concepts. Springer.
- Engström, O. (2014). The MOS System. Cambridge University Press.
- Görlach, A. (2014). Halbleiterbauelemente. Vorlesungsskript.
- Görlach, A. (2017). Ausgewählte Probleme bei Leistungshalbleiterbauelementen. Vorlesungsskript.
- H. J. Benda, E. S. (1967). Reverse recovery process in silicon power rectifiers. Proceedings of the IEEE, 55(8).
- H. Kabaza, e. a. (1994). Cosmic radiation as cause for power device failure and possible countermeasures. Proc. ISPSD'94, pages pp. 9-12.
- Kittel, C. (2013). Einführung in die Festkörperphysik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag
- Lutz, J., Schlangenotto, H., Scheuermann, U., and Doncker, R. D. (2011). Semiconductor Power Devices. Springer.
- Paul, R. (1994). MOS-Feldeffekttransistoren. Springer
- Sze, S. M. (1981). Physics of Semiconductor Devices. Wiley.
- Sze, S. M. (2002). Semiconductor Devices: Physics and Technology. John Wiley.

Modultitel: Digital-Design in CMOS-Technologie**Modulnummer:** LEM 3MW10**Modulbeauftragter:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible**Semester:** 2**SWS:** 2**ECTS:** 3**Lernziele:**

Die Studierenden kennen den Aufbau der auf CMOS-Technologie basierenden digitalen Schaltungen und Systeme auf der Ebene der elektrischen Transistor- Schaltungen sowie der Logik-Schaltungen bis zur Mikro-Architektur.

Sie kennen und verstehen die Eigenschaften der Grundschaltungen und ihrer Verbindungen und können daraus Konzepte für digitale Schaltungen und Systeme ableiten. Sie kennen den Entwurfsfluss für den CMOS-Entwurfsprozess theoretisch und können ihn auf einfachere Schaltungsentwürfe anwenden. Sie können elektrische Schaltungen der Gatter und Treiber dimensionieren und hinsichtlich ihrer Spezifikationen optimieren.

Die Studierenden wissen, wie ein komplettes elektronisches System aufgebaut ist und können einschätzen, welche Aufgaben sich für Implementierung mit digitalen Lösungen in CMOS-Technologie eignen. Die Studierenden kennen die typischen Probleme, welche an den Schnittstellen zwischen Digital-ICs und anderen Schaltungsteilen auftreten und können hieraus schaltungstechnische Anforderungen an Treiber und Eingangsschaltungen ableiten.

Zum Modul gehörende Lehrveranstaltungen:

Fachname I: Digital-Design in CMOS-Technologie

Prüfung: MP30**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) / Wahlpflicht**Bewertungsmodus / Erläuterung Gesamtnote:** Note gemäß Studienordnung

HS Reutlingen

Modulkatalog LEM 3 Master

**Wahlpflichtmodul: LEM
3MW10**

Fakultät Technik

**Digital-Design in CMOS-
Technologie**

**Leistungs- und
Mikroelektronik 2020**

**Basierend auf der
StuPrO vom 01.09.2019**

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:

- 1) Digitale Architekturen
 - Mikroprozessor- Architekturen (von-Neumann / nicht-von-Neumann)
 - Module und Befehlsablauf, Steuerung
 - Speichertypen und ihre Eigenschaften
 - Technologische Möglichkeiten und deren Auswirkungen auf die Architektur

- 2) Grundsaltungen für kombinatorische Logik
 - Wiederholung der Schaltalgebra
 - Schaltungskonzepte
 - Transfercharakteristik, Noise Margins
 - Statisches und dynamisches Verhalten
 - Energieaufnahme
 - Optimierungen

- 3) Kombinatorische Logik
 - Entwurf von und mit Standardzellen
 - Laufzeit- und Verlustleistungsberechnung
 - Laufzeitoptimierung
 - Architektur von FPGAs

- 4) Synchrone Schaltwerke
 - Latch, Flipflop, Metastabilitätsproblem
 - Timing-Regeln
 - Synchronisationsproblem

- 5) Hardware-Beschreibungssprache VHDL
 - Auffrischung bzw. Kurzeinführung (Wdh.)
 - Übung: Synthese von Digitalschaltungen mit Standardzellen
 - Entwurfsbeispiel Rechenwerk

- 6) Speicherblöcke auf dem IC
 - ROM, PROM
 - (E)EPROM
 - SRAM, DRAM

- 7) Elektrische Eigenschaften der Verbindungstechnik
 - Signal-Leitungen, Laufzeiten, Kopplungen
 - Busse
 - Pad-Treiber (Störungen, EMV, Stoßströme, Level-Converter)
 - Floorplanning (interne Stromversorgung, Taktversorgung, I/O)
 - Aufbautechnik, externe Verbindungen, Stromversorgung

- 8) Ausblick
 - Weitere Verkleinerung der Geometrien, Grenzen
 - Neue Transistor-Architekturen
 - Neue Materialien
 - Neuartige Speichertechnologien
 - Mooresches Gesetz und Technology Roadmap (ITRS)
 - 2 1/2-D und 3D-Integration
 - Neue Herausforderungen für die IC-Entwicklung

Skripte/Medien:

Vorlesungsskript 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