

MODULHANDBUCH

**MASTERSTUDIENGANG
LEISTUNGS- UND
MIKROELEKTRONIK**

**FAKULTÄT TECHNIK
HOCHSCHULE
REUTLINGEN**



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University



Einleitung

Die Fakultät Technik bietet den konsekutiven Studiengang Leistungs- und Mikroelektronik an, der zu dem Abschluss Master of Science führt. Das Studium umfasst insgesamt drei Semester.

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 EC zu erwerben.

Im Folgenden werden die in der Studien- und Prüfungsordnung angegebenen Module des Studiengangs 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.

Alle Module erstrecken sich über ein Semester und werden sowohl im Sommer- als auch im Wintersemester angeboten. Daher wird diese Information nicht mehr explizit bei der Modulbeschreibung angegeben.

Die beiden Lehrveranstaltungen angegebenen Credit Points dienen den Studierenden lediglich als Orientierung zur Einschätzung des Aufwands der entsprechenden Lehrveranstaltung, insbesondere, wenn sich ein Modul aus mehreren Lehrveranstaltungen zusammensetzt. Credit Points können nicht für einzelne Lehrveranstaltungen erworben werden, sondern nur für Module.

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 in der Regel 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. Ausnahmen sind in der gültigen Studien- und Prüfungsordnung geregelt.

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

Studienverlauf Leistungs- und Mikroelektronik

Master of Science

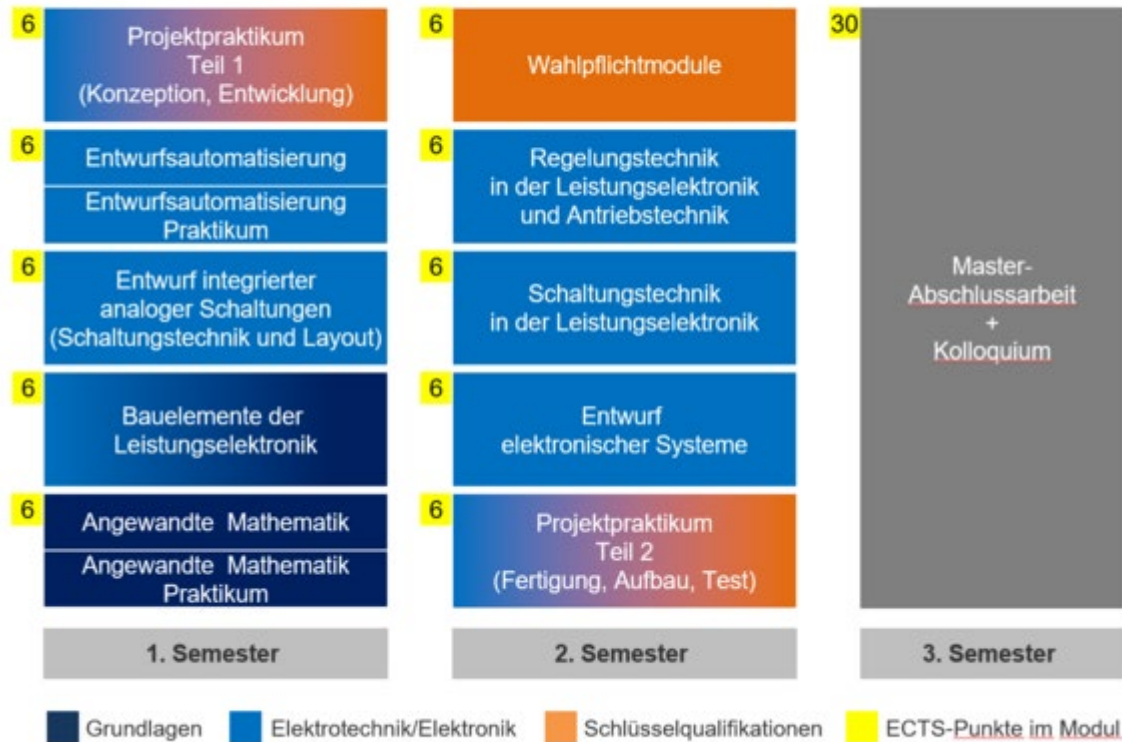


Abbildung 1: Struktur des Studiengangs und Zuordnung zu Fächergruppen

Liste der Module nach Semestern

- Sem. 1: LEM1 Mathematik
 LEM2 Bauelemente der Leistungselektronik
 LEM3 Entwurf integrierter analoger Schaltungen
 LEM4 Entwurfsautomatisierung
 LEM5 Projektpraktikum Teil 1
- Sem. 2: LEM6 Projektpraktikum Teil 2
 LEM7 Entwurf elektronischer Systeme
 LEM8 Schaltungstechnik in der Leistungselektronik
 LEM9 Regelungstechnik in der Leistungselektronik und
 Antriebstechnik
- Sem. 3: LEM10 Masterthesis

Liste der Wahlpflichtmodule

- LEW1 EMV integrierter Schaltungen und System-EMV
LEW2 System-on-Chip
LEW3 Erneuerbare Energien
LEW4 Aufbau- und Verbindungstechnik
LEW5 Hochfrequenzschaltungstechnik
LEW6 Mikrosystemtechnik Vertiefung

Modulbeauftragter:	Prof. Dr. rer. nat. Christian Höfert	Sem:	1
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
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.			
Fachgruppe:	Vertiefende Grundlagen		
Prüfung:	Klausur, 120 Minuten, Praktikum		
Lehrveranstaltungen:			
Fachname I:	Angewandte Mathematik		
Fachname II:	Angewandte Mathematik Übungen		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	60 h		
Vor- und Nachbereitung:	120 h		
Gesamtzeit:	180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Angewandte Mathematik Applied Mathematics	Sem:	1
		SWS:	2
Modul:	LEM1 Mathematik		
Dozent:	Prof. Dr. rer. nat. Christian Höfert		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:	Mathematische Kenntnisse aus einem Bachelorstudium im Ingenieurbereich		
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - 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 		
Literatur:	<p>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.</p>		
Skripte/Medien	Skript		

Lehrveranstaltung:	Angewandte Mathematik Übungen Applied Mathematics Lab	Sem:	1
		SWS:	2
Modul:	Modul: LEM1 Mathematik		
Dozent:	Prof. Dr. rer. nat. Christian Höfert		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:	Mathematische Kenntnisse aus einem Bachelorstudium im Ingenieurbereich		
Voraussetzung für:			
Lehrform:	MAPLE-Praktikum am Rechner		
Inhalte:	Übungen zu den Vorlesungsthemen		
Literatur:	Siehe Vorlesung Angewandte Mathematik		
Skripte/Medien	Skript		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez	Sem:	1
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>Sie können Leistungshalbleiter korrekt auslegen und beherrschen den Umgang mit einfachen Modellen.</p> <p>Typische Fragestellungen können von den Studierenden unter Anwendung der üblichen Methoden selbständig bearbeitet und gelöst werden.</p> <p>Sie sind in der Lage, Messungen an Leistungshalbleitern durchzuführen und die Messergebnisse mit dem Modell des Halbleiters zu erklären und mathematisch zu verifizieren.</p> <p>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</p>			
Fachgruppe:	Halbleiter und Bauelemente		
Prüfung:	Klausur, 90 Minuten, Praktikum		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Bauelemente der Leistungselektronik		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	75 h 105 h 180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Bauelemente der Leistungselektronik Devices for Power Electronics	Sem:	1
		SWS:	4
Modul:	LEM2 Bauelemente der Leistungselektronik		
Dozent:	Christian Maier		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung und Übung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der Halbleiterphysik (Wdh.) <ul style="list-style-type: none"> – Eigenleitung, Bandlücke und Massenwirkungsgesetz – Störstellenleitung und Bandstruktur – Grundgleichungen (Drift-Diffusion, Bilanz und Poisson) 2. Der pn-Übergang (Wdh.) <ul style="list-style-type: none"> – Feld- und Potentialverlauf des pn-Übergangs – Diodenkennlinie (Shockley-Theorie) – maximale Sperrspannung und Durchbruch 3. Einführung in die Herstellung von Halbleiterbauelementen 4. Dioden <ul style="list-style-type: none"> – Abweichung vom idealen pn-Übergang – Modellierung und Ersatzschaltung – pin-Dioden (Aufbau, Funktion und Schaltverhalten) – Schottky-Dioden (auch wide bandgap) 5. Bipolare (Leistungs-) Transistoren <ul style="list-style-type: none"> – Grundstruktur und Funktionsweise (Wdh.) – Abweichungen vom idealen Transistor – Bauformen und Heterobipolartransistoren – Modellierung und Ersatzschaltung – hohe Kollektorströme und Durchbruchmechanismen 6. Thyristoren <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau und Wirkungsweise – Ersatzschaltbild, Zünd- und Haltebedingung – Schaltverhalten und Löschsaltungen – Sonderformen (TRIAC, GTO und CGT) 7. MOS-Feldeffekt-(Leistungs-)Transistoren <ul style="list-style-type: none"> – 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) <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau und Wirkungsweise – Auslegungsgesichtspunkte und IGBT-Varianten – Vergleich mit DMOS 9. Gehäuse und thermisches Verhalten <ul style="list-style-type: none"> – Anforderungen an Gehäuse für Leistungsbaulemente – Entstehung und Abführung von Verlustleistung – Thermisches Ersatzschaltbild, Zth-Diagramme 		

Literatur:	S. Linder: Power Semiconductors. EPFL Press, 2006 J. Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente. Springer-Verlag 2006 D. Schröder: Leistungselektronische Bauelemente. Springer-Verlag 2006
Skripte/Medien	Vorlesungsskript (in engl. Sprache), Umdrucke

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible	Sem:	1
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Das Modul deckt den gesamten Entwurfsfluss einer analogen integrierten Schaltung ab, d.h. Schaltungsentwurf und physikalischer Entwurf.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 40 Minuten		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Schaltungstechnik integrierter analoger Schaltungen		
Fachname II:	Layoutentwurf integrierter analoger Schaltungen		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	75 h		
Vor- und Nachbereitung:	105 h		
Gesamtzeit:	180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Schaltungstechnik integrierter analoger Schaltkreise Circuit Design of Integrated Analog Circuits	Sem:	1
		SWS:	2
Modul:	LEM3 Entwurf integrierter analoger Schaltungen		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bauelemente und Modelle <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 2. Grundsaltungen <ul style="list-style-type: none"> – Emitter-, Kollektor- und Basisschaltung (tlw. Wdh.) – Source-, Drain- und Gateschaltung (tlw. Wdh.) – Kaskodeschaltung – Aktive Lasten 3. Grundfunktionen <ul style="list-style-type: none"> – Stromquellen, Stromspiegel – Spannungs- und Stromreferenzen (Bandgap, TK0-Quellen etc.) 4. Verstärker <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) 5. Komparatoren, Schmitt-Trigger 		
Literatur:	Razavi: Design of Analog CMOS Integrated Circuits Allen/Holberg: CMOS Analog Circuit Design Gray/Meyer: Analysis and Design of Analog Integrated Circuits		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Tafel, Folie		

Lehrveranstaltung:	Layoutentwurf integrierter analoger Schaltungen Layout Design of Integrated Analog Circuits	Sem:	1
		SWS:	2
Modul:	LEM3 Entwurf integrierter analoger Schaltungen		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
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 Bauelemente 3. Wichtige Aspekte des Layoutentwurfsprozesses <ul style="list-style-type: none"> – logische, physikalische und generierte Layer – Postprocessing (Technologievorhalte, OPC-Verfahren) – Entwurfsautomatisierung im Layoutentwurf 4. 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 Symmetrien 5. 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) 		
Literatur:	<p>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.</p>		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Tafel, Folie		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible	Sem:	1
		SWS:	5
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Methoden und Werkzeuge des Elektronikentwurfs		
Fachname II:	Methoden und Werkzeuge des Elektronikentwurfs Praktikum		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 40 Minuten		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	75 h		
Vor- und Nachbereitung:	105 h		
Gesamtzeit:	180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Methoden und Werkzeuge des Elektronikentwurfs Methodologies and Tools for Electronic Design	Sem:	1
		SWS:	3
Modul:	LEM4 Entwurfsautomatisierung		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die EDA <ul style="list-style-type: none"> – Systementwurf, IC-Entwurf – Entwurfsprozess (Probleme, Klassifizierung, Y-Diagramm) – Entwurfsstile, Kostenbetrachtungen – Entwurfsschritte – Optimierung vs. prozeduraler Automatisierung 2. Verfahren zur Layoutsynthese digitaler Schaltungen <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) 3. Verfahren zur Simulation analoger Schaltungen <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 4. Weitere Themen aus aktuellen EDA-Forschungsprojekten im Bereich Automatisierung des Entwurfs analoger ICs, z.B <ul style="list-style-type: none"> – Constraint-driven Design – prozeduraler, erfahrungsbasierter Schaltungsentwurf – Layout-Generatoren – Machine-Learning Ansätze – formale Verifikation von Generatoren 		
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.		
Skripte/Medien	Folien, Tafelanschrieb, Übungs- und Lösungsblätter		

Lehrveranstaltung:	Methoden und Werkzeuge des Elektronikentwurfs Praktikum Methodologies and Tools for Electronic Design Lab	Sem:	1
		SWS:	2
Modul:	LEM4 Entwurfsautomatisierung		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible und Mitarbeiter		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktikum		
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 den 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 <p>Erstellung eines Layoutgenerators mit dem PCell-Designer</p>		
Literatur:	<p>Dokumentation der Werkzeughersteller Übungsunterlagen Dokumentation des verwendeten Halbleiterprozesses (PDK = project design kit) Lienig: Layoutsynthese elektronischer Schaltungen, 2. Auflage, Springer Vieweg.</p>		
Skripte/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript in Form von Folien - Designumgebung Virtuoso von Cadence Design Systems 		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig	Sem:	1
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>Die Projektarbeit Teil 1 umfasst den Produktentstehungsprozess von der Ideenfindung über die Systemspezifikation bis hin zum Entwurf mikro- und leistungselektronischer Komponenten.</p> <p>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.</p> <p>Insbesondere sind sie in der Lage, selbständig den zeitlichen Ablauf 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.</p>			
Fachgruppe:	Praktika und Projektarbeit		
Prüfung:	Projektarbeit		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Projektpraktikum Teil 1		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	75 h 105 h 180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Projektpraktikum Teil 1 Team Project Part 1	Sem:	1
		SWS:	4
Modul:	LEM5 Projektpraktikum Teil 1		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:	LEM6		
Lehrform:	Gruppenarbeit		
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 		
Literatur:	in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung		
Skripte/Medien	<ul style="list-style-type: none"> – Kundenspezifikation – Unterlagen zu Projektablauf und -aufgaben – Simulation, Labor 		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig	Sem:	2
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Insbesondere sind sie in der Lage, selbständig den zeitlichen Ablauf 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.</p>			
Fachgruppe:	Praktika und Projektarbeit		
Prüfung:	Projektarbeit		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Projektpraktikum Teil 2		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	75 h 105 h 180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Projektpraktikum Teil 2 Team Project Part 2	Sem:	2
		SWS:	4
Modul:	LEM6 Projektpraktikum Teil 2		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:	LEM5		
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Gruppenarbeit		
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 		
Literatur:	in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung		
Skripte/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Kundenspezifikation - Unterlagen zu Projektlauf und -aufgaben - Simulation, Labor 		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig	Sem:	2
		SWS:	4
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 30 Minuten		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Entwurf elektronischer Systeme		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	<p>75 h 105 h 180 h</p>		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Entwurf elektronischer Systeme Electronic Systems Design	Sem:	2
		SWS:	4
Modul:	LEM7 Entwurf elektronischer Systeme		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Eckhard Hennig		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Phase-Locked Loop (PLL) <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau, Funktionsprinzip, Kenngrößen, dynamisches Verhalten – Charge-Pump-PLL 2. Sigma-Delta-Wandler <ul style="list-style-type: none"> – Prinzipien der AD/DA-Wandlung – Aufbau und Funktionsprinzip (Überabtastung, Rauschformung) – Realisierung in SC-Schaltungstechnik 3. Energiewandler <ul style="list-style-type: none"> – Lineare Spannungsregler: Architekturen und Dimensionierung – Integrierte Schaltregler: Buck/Boost, Analyse und Entwurf der Regelschleife 4. System-on-Chip-Entwurf <ul style="list-style-type: none"> – Systempartitionierung, Floorplanning – Spannungsversorgungen, Massekonzept, ESD/EMV 		
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		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Tafel, Folien		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Burkhard Ulrich	Sem:	2
		SWS:	5
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>Die Studierenden kennen die klassischen Wandler der Leistungselektronik mit allen realen Eigenschaften der Leistungsbaulemente.</p> <p>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.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Anforderungen an die Steuer- und Regelelektronik für den Leistungsteil detailliert zu spezifizieren.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 30 Minuten, Laborarbeit		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik		
Fachname II:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik Praktikum		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	75 h		
Vor- und Nachbereitung:	105 h		
Gesamtzeit:	180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik Circuitry in Power Electronics	Sem:	2
		SWS:	4
Modul:	LEM8 Schaltungstechnik in der Leistungselektronik		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Burkhard Ulrich		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der Energiespeicher und ihre Verwendung in der Leistungselektronik 2. Behandlung der klassischen Wandler <ul style="list-style-type: none"> – Aufwärtswandler und Abwärtswandler – Sperrwandler – Eintaktflusswandler und Gegentaktflusswandler – Ergänzungen einiger Derivate der klassischen Wandler 3. Das T-Ersatzschaltbild des Transformators 4. Ersatzschaltbilder von MOSFETs, Kondensatoren und induktiven Bauelementen und deren 5. Anforderungen an das Layout der Leiterplatte unter den Gesichtspunkten der Wärmeableitung und der EMV 6. Vorstellung und Besprechung der für die Ansteuerung der Leistungsbaulemente notwendigen Treiberschaltungen, Unterscheidung zwischen <ul style="list-style-type: none"> – galvanisch gekoppelten und – potentialgetrennten Treiberschaltungen 7. Regelung und PWM-Erzeugung 		
Literatur:	Schlienz, Ulrich: Schaltnetzteile und ihre Peripherie, 7. Auflage, Vieweg, 2020.		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Folien		

Lehrveranstaltung:	Schaltungstechnik in der Leistungselektronik Praktikum Circuitry in Power Electronics Lab	Sem:	2
		SWS:	1
Modul:	LEM8 Schaltungstechnik in der Leistungselektronik		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Burkhard Ulrich		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktikum		
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>		
Literatur:	<p>Siehe Vorlesung Schaltungstechnik in der Leistungselektronik</p> <p>Zusätzlich Datenblätter</p>		
Skripte/Medien	Tafelanschrieb, einzelne Berechnungen als Umdruck		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus	Sem:	2
		SWS:	5
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 20 Minuten		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Regelungssysteme		
Fachname II:	Leistungselektronik und Antriebsregelung		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	60 h		
Vor- und Nachbereitung:	120 h		
Gesamtzeit:	180 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Regelungssysteme Control Systems	Sem:	2
		SWS:	3
Modul:	LEM9 Regelungstechnik in der Leistungselektronik und Antriebsregelung		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
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. 		
Literatur:	<p>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.</p>		
Skripte/Medien	Vorlesung-Skript zur Ergänzung, Vorlesung mit integrierten Übungen und Simulations-Demonstrationen		

Lehrveranstaltung:	Leistungselektronik und Antriebsregelung Power Electronics and Drive Control	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEM9 Regelungstechnik in der Leistungselektronik und Antriebsregelung		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der elektrische Antrieb im Regelkreis 2. Regelung von Gleichstrommaschinen 3. Regelung von Drehfeldmaschinen <ul style="list-style-type: none"> – Drehfelderzeugung – Asynchronmaschinen – Feldorientierte Regelung von Asynchronmaschinen – Synchronmaschinen – Feldorientierte Regelung von Synchronmaschinen 4. Strukturen leistungselektronischer Baugruppen in der Antriebstechnik 5. Module <ul style="list-style-type: none"> – Gleichrichter und Netzstromrichter mit sinusförmigen Strömen – Wechselrichter – Wechselrichter mit kontinuierlicher Ausgangsspannung – Strommessung – Parasitäre Effekte – Schutzfunktionen 6. Pulsweitenmodulation für elektrische Antriebe <ul style="list-style-type: none"> – Raumzeigermodulation – Modulation für kontinuierliche Ausgangsspannung 		
Literatur:	<p>Nuss, Uwe: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. VDE Verlag, Berlin, 2010.</p> <p>Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe - Grundlagen. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009</p> <p>Schröder, Dierk, Hrsg.: Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen. Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2009.</p>		
Skripte/Medien	Vorlesungsbegleitende Folien, Simulationsmodelle		

Modulbeauftragter:	Prüfungsausschussvorsitzender LEM	Sem:	3
		SWS:	-
		EC:	30
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selbstständiges und eigenverantwortliches Handeln, - Arbeitsplanung, Selbstorganisation, - systematisches Arbeiten, - Zielorientierung und Umgang mit Zielkonflikten, - Kundenorientierung, - Präsentationstechnik. 			
Fachgruppe:	Master-Thesis		
Prüfung:	Master-Thesis		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Master-Thesis		
Fachname II:	Kolloquium Master-Thesis		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	-		
Vor- und Nachbereitung:	-		
Gesamtzeit:	900 h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Pflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Master-Thesis	Sem:	3
		SWS:	-
Modul:	LEM10 Master-Thesis		
Dozent:	Alle Professoren des Studiengangs		
Lehrsprache:	Deutsch / nach Absprache Englisch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktische Arbeit in einer Abteilung der Hochschule oder eines zugelassenen Unternehmens		
Inhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Fragestellung erörtern - Existierende Lösungen analysieren - Neue Lösungen erarbeiten - Implikationen bewerten - Lösungen umsetzen - Ergebnisse dokumentieren - Thesis erstellen 		
Literatur:	Themenabhängig		
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") 		

Lehrveranstaltung:	Kolloquium Master-Thesis Presentation Master Thesis	Sem:	3
		SWS:	-
Modul:	LEM 3M10 Masterthesis		
Dozent:	Alle Professoren des Studiengangs		
Lehrsprache:	Deutsch / nach Absprache Englisch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktische Arbeit in einer Abteilung der Hochschule oder eines zugelassenen Unternehmens		
Inhalte:	Präsentation der Inhalte der Master-Thesis mit geeigneten Medien und Methoden, z.B. – Vortrag – Folienpräsentation		
Literatur:	Themenabhängig		
Skripte/Medien	Präsentationsmedien		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible	Sem:	2
		SWS:	2
		EC:	3
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p> <p>Sie können passende Ersatzschaltbilder für die parasitären Effekte erstellen und in Schaltungsauslegungen berücksichtigen.</p> <p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Klausur, 60 Minuten		
Lehrveranstaltung:	EMV integrierter Schaltungen und System-EMV		
Fachname:			
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	30h		
Vor- und Nachbereitung:	60h		
Gesamtzeit:	90h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	EMV integrierter Schaltungen und System-EMV Electromagnetic Compatibility of Integrated Circuits and Systems	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEW1 EMV integrierter Schaltungen und System-EMV		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. David Pouhe		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der EMV: <ul style="list-style-type: none"> – Ursachen und Auswirkungen von EMV-Störungen – Störquellen und Störsignale – Gesetzliche und Normative Vorschriften 2. Kopplungsmechanismen und Parasitäre Effekte in der Leistungselektronik: <ul style="list-style-type: none"> – Induktivitäten/ Kapazitäten in elektronischen Schaltungen – Parasitäre Effekte in den Leistungsbauerelementen – Aufgespannte Flächen – Galvanische, Induktive, kapazitive und strahlungsgebundene Verkopplung von Systemen 3. Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen und Verbesserung der Störfestigkeit von Systemen, Komponenten und Halbleitern: <ul style="list-style-type: none"> – Bauelemente – Layout, Systemauslegung, Verkabelung – Massekonzepte – Filterung – Schirmung 4. Mess- und Prüftechnik in der EMV 5. EMV in der Fahrzeugtechnik 6. ESD auf dem Halbleiter: <ul style="list-style-type: none"> – Zerstörungsmechanismen durch statische Entladung – Modelle – Schutzstrukturen 		
Literatur:	A. J. Schwab, W. Kürner: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Folien		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder	Sem:	2
		SWS:	2
		EC:	3
Qualifikationsziele des Moduls:			
<ul style="list-style-type: none"> – Fähigkeit, die Möglichkeiten von Unix/Linux auf eingebetteten Systemen zu nutzen – Fähigkeit, die Möglichkeiten von VxWorks auf eingebetteten Systemen zu nutzen 			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 20 Minuten		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	System-on-Chip		
Fachname II:	System-on-Chip Praktikum		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	30h		
Vor- und Nachbereitung:	60h		
Gesamtzeit:	90h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	System-on-Chip	Sem:	2
		SWS:	1
Modul:	LEW2 System-on-Chip		
Dozent:	Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
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 		
Literatur:	Ralf Gessler, Entwicklung Eingebetteter Systeme, Springer Vieweg Morris Mano, Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL, Pearson		
Skripte/Medien	Powerpoint-Folien, Praktikumsaufgaben		

Lehrveranstaltung:	System On-Chip-Praktikum	Sem:	2
		SWS:	1
Modul:	LEW2 System-on-Chip		
Dozent:	Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Binder		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktikum		
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 		
Literatur:	Ralf Gessler, Entwicklung Eingebetteter Systeme, Springer Vieweg Morris Mano, Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL, Pearson		
Skripte/Medien	Powerpoint-Folien, Praktikumsaufgaben		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt	Sem:	2
		SWS:	2
		EC:	3
Qualifikationsziele des Moduls:			
Die Studierenden kennen die wesentlichen erneuerbaren Energiequellen (Solar, Wind, Biomasse). Sie können Konzepte für die Nutzung dieser Quellen in Wohngebieten umsetzen.			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Klausur, 60 Minuten		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Erneuerbare Energien		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	30h 60h 90h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Erneuerbare Energien Renewable Energy Systems	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEW3 Erneuerbare Energien		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Antonio Notholt		
Lehrsprache:	Deutsch / Englisch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen + Seminarvortrag		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energie und Klimawandel 2. Technologien erneuerbarer Energien: <ul style="list-style-type: none"> – Photovoltaik – Windenergie – Wasserkraft – Biomasse 3. Speichertechnologien <ul style="list-style-type: none"> – Elektrochemische Speicher – Wasserstoff 4. System engineering und wirtschaftliche Aspekte 5. Integration von RES in Elektroenergiesysteme 		
Literatur:	<p>Pelte, D.: Die Zukunft unserer Energieversorgung. Vieweg+Teubner, 2010. Karl, J.: Dezentrale Energiesysteme. 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2012. Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. 7. Auflage, Hanser Verlag 2011. Watter, H.: Nachhaltige Energiesysteme. Vieweg+Teubner, 2009. Unger, J.; Hurtado, A.: Alternative Energietechnik. 4. Auflage, Vieweg+Teubner, 2011.</p>		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Scheible	Sem:	2
		SWS:	2
		EC:	3
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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.</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Klausur, 60 Minuten		
Lehrveranstaltung: Fachname:	Aufbau und Verbindungstechnik		
Arbeitsaufwand: Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung: Vor- und Nachbereitung: Gesamtzeit:	30h 60h 90h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Aufbau- und Verbindungstechnik Packaging and Assembly	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEW4 Aufbau- und Verbindungstechnik		
Dozent:	Dr. Rolf Becker		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der Zuverlässigkeit <ul style="list-style-type: none"> – Belastung, Belastbarkeit – Methodik für Zuverlässigkeitsdesign – Testmethoden, Lebensdauervorhersagen 2. Substrattechnologien <ul style="list-style-type: none"> – Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete – Leiterplatten – Dickschicht und keramische Multilayer – Leistungssubstrate, Stanzgitter 3. Bauelemente <ul style="list-style-type: none"> – Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete – passive BE, passive BE SMT – aktive Bauelemente SMT (FC, WLP, CSP, BGA, SO, TQFP) – Verpackungsformen für Leistungsbaulemente – bare dies (Nackchips) 4. Verbindungstechniken <ul style="list-style-type: none"> – Werkstoffe, Verfahren, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Alterungs- und Ausfallmechanismen, Einsatzgebiete – Lötverfahren, SMT-Lötung, Löten und Sintern Leistungs-HL – Leitleben – Dünndrahtbonden, Dickdrahtbonden, Bändchenbonden – Schweißen – Kaltkontaktiertechniken – mechanische Verbindungstechniken 5. Passivierung, Verpackung <ul style="list-style-type: none"> – Werkstoffe, Verfahren, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Alterungs- und Ausfallmechanismen, Einsatzgebiete – Lackieren, Vergießen, Molden 6. Wärmemanagement <ul style="list-style-type: none"> – Werkstoffe, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete – Entwärmungskonzepte für mittlere und hohe Leistungen 7. Aufbaukonzepte, Gehäuse <ul style="list-style-type: none"> – Materialien, Herstellung, technische Eigenschaften, Belastbarkeit, Einsatzgebiete – Beispiele automotiv Steuergeräte – Beispiele Mechatronik – Beispiele Leistungselektronik 8. Analyse aktueller Elektronikprodukte <ul style="list-style-type: none"> – Smartphone – Leistungselektronik Fahrzeugantriebe 		
Literatur:	Scheel, Baugruppenttechnologie der Elektronik - Montage; Verlag Technik, 1999 Feldmann, Montage in der Leistungselektronik für globale Märkte; Springer Verlag, 2008		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass	Sem:	2
		SWS:	5
		EC:	6
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>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 selbständig 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.</p> <p>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</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Mündliche Prüfung, 30 Minuten		
Lehrveranstaltung:			
Fachname I:	Hochfrequenzschaltungstechnik		
Fachname II:	Hochfrequenzschaltungstechnik Praktikum		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	75h		
Vor- und Nachbereitung:	105h		
Gesamtzeit:	180h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Hochfrequenzschaltungstechnik Design of High-Frequency Integrated Circuits	Sem:	2
		SWS:	3
Modul:	LEW5 Hochfrequenzschaltungstechnik		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen und studentische Projekte mit Präsentation		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Millimeterwave Spectrum: MMIC Applications and Technologies 2. Microwave Network Analysis 3. Planar Transmission Line Theory 4. Building Elements of MMICs 5. Linear Circuits I: Low-Noise Amplifiers 6. Linear Circuits II: Broadband Amplifiers 7. Nonlinear Circuits I: Microwave Power Amplifiers 		
Literatur:	RF techniques: D. Pozar, Microwave Engineering. Wiley, 2004 Linear circuit design: G. Vendelin, A. Pavidio, 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		
Skripte/Medien	Vorlesungsskript, Folien		

Lehrveranstaltung:	Hochfrequenzschaltungstechnik Praktikum Design of High-Frequency Integrated Circuits Lab	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEW5 Hochfrequenzschaltungstechnik		
Dozent:	Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:			
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Praktikum		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Messungen mit dem Netzwerkanalysator 2. Dämpfungsmessung 3. Messung des Wellenwiderstands 4. Zeitbereichsreflektometrie 5. Messung stehender Wellen 6. Messung elektrischer und magnetischer Felder an Schaltkreisen 		
Literatur:	Vgl. Vorlesung		
Skripte/Medien	Versuchsbeschreibungen, Folien		

Modulbeauftragter:	Prof. Dr. rer.nat. Jürgen Scheible	Sem:	2
		SWS:	2
		EC:	3
Qualifikationsziele des Moduls:			
<p>Die Studierenden kennen die technischen Möglichkeiten der Mikrosystemtechnik (MST), hier insbesondere das Gebiet der Mikrosensorik und die Mikroaktork.</p> <p>Die Studierenden haben ein Verständnis über die verschiedenen physikalischen Wirkprinzipien in den vorgestellten Anwendungen.</p> <p>Die Studierenden können unter den gegebenen Anforderungen ein geeignetes Sensorprinzip auszuwählen und den Mikrosensor entsprechend auszulegen.</p> <p>Die Studierenden kennen die verschiedenen Technologien, mit denen MST-Bauteile hergestellt werden. Sie erkennen damit die Potentiale und Grenzen dieser Technologie sowohl in wirtschaftlicher als auch in technischer Hinsicht</p>			
Fachgruppe:	Schaltungstechnik und -systeme		
Prüfung:	Klausur, 60 Minuten		
Lehrveranstaltung:			
Fachname:	Mikrosystemtechnik Vertiefung		
Arbeitsaufwand:			
Anwesenheit in Vorlesung, Labor & Übung:	30h		
Vor- und Nachbereitung:	60h		
Gesamtzeit:	90h		
Zuordnung zum Curriculum:	Leistungs- und Mikroelektronik (Master) / Wahlpflicht		
Bewertungsmodus/ Erläuterung Gesamtnote:	Note gem. Studien- und Prüfungsordnung		

Lehrveranstaltung:	Mikrosystemtechnik Vertiefung Advanced Microsystem Technology	Sem:	2
		SWS:	2
Modul:	LEW6 Advanced Microsystem Technology		
Dozent:	Dr. Holger Rumpf		
Lehrsprache:	Deutsch		
Voraussetzungen:	-		
Voraussetzung für:			
Lehrform:	Vorlesung mit integrierten Übungen und Gastvorträgen		
Inhalte:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anwendungen der MST <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe: Messprinzip, Signalformen, statische Eigenschaften, dynamische Eigenschaften - Mechanische Sensoren (resistiv): Hoch- Niederdrucksensoren, Beschleunigungssensoren - Mechanische Sensoren (kapazitiv): Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren 2. Herstelltechnologien der MST <ul style="list-style-type: none"> - Silizium als Werkstoff, Dünnschichttechnik, Lithografie, Ätztechnik, Silizium-Oxidation und Dotierung, - Aufbau- und Verbindungstechni 		
Literatur:	<p>Schiessle, E.: Sensortechnik und Messwertaufnahme. Vogel Buchverlag, 1992. Tränkler H.-R., Obermeier E.: Sensortechnik. Springer, 1998. Elbel T.: Mikrosensorik. Vieweg, 1996. Völklein F., Zetterer T.: Praxiswissen Mikrosystemtechnik. Vieweg, 2006. Hilleringmann U.: Silizium-Halbleitertechnologie. Teubner, 1999. Hilleringmann U.: Mikrosystemtechnik Prozessschritte, Technologien, Anwendungen. Teubner, 2006. W. Menz, J. Mohr, O. Paul: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, Wiley-VCH, 2005. M. Madou: Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, CrC, 2009. S. Globisch: Lehrbuch Mikrotechnologie, Hanser, 2011/12</p>		
Skripte/Medien	Folienumdruck		