

# Modulhandbuch Master

---

## Electrical Power and Control Engineering

---

**Prüfungsordnungsversion: 2008**

**gültig für das Studiensemester: Sommersemester 2015**

**Erstellt am:** Montag 04. Mai 2015

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

**Herausgeber:** Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau

**URN:** urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhba-6001

*- Archivversion -*

**Modulhandbuch**

---

**Master**  
**Electrical Power and Control**  
**Engineering**

---

**Prüfungsordnungsversion:2008**

Erstellt am:  
Montag 04 Mai 2015  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

# Inhaltsverzeichnis

Name des Moduls/Fachs	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	Abschluss	LP	Fachnr.
	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP			
<b>Grundlagen</b>								FP	70	
Basics Seminar	0 3 0							PL 30min	3	5854
Control Systems	2 1 0							PL 45min	4	5869
Electrical Machines	2 1 0							PL 60min	4	5868
Lab Training 1	0 0 3							PL 30min	3	5872
Power Conversion	2 1 0							PL 60min	4	5867
Power Electronics	2 1 0							PL 60min	4	5866
Power Systems	2 1 0							PL 60min	4	5853
Power Technologies	2 1 0							PL 60min	4	5864
Lab Training 2		0 0 3						PL 30min	3	5860
Simulation		2 1 0						PL 45min	4	1400
Spezialized Seminar		0 0 3						PL 30min	3	5861
Interdisciplinary Seminar			0 6 0					PL 30min	6	5863
<b>Power Systems</b>								FP	0	
Analysis of Large Scale Power Systems and Power Automation		2 1 0						PL 45min	4	5892
Power Quality		2 1 0						PL 45min	4	5893
Power Supply Systems and Substations		2 1 0						PL 45min	4	5894
Decentralized Power Systems			2 1 0					PL 45min	4	5891
Interconnected Power Systems and Energy Markets			2 1 0					PL 45min	4	5889
Power System Dynamics, HVDC and FACTS			2 1 0					PL 45min	4	5890
<b>Electrical Machines</b>								FP	0	
Dimensioning of Electrical Machines		2 1 0						PL 45min	4	5904
Transformers and Inductors		2 1 0						PL 45min	4	5903
Controlled Electrical Drives			2 1 0					PL 45min	4	5906
Low Power Drives			2 1 0					PL 45min	4	5908
Realization of Machine Coils			2 1 0					PL 45min	4	5907
<b>Power Conversion</b>								FP	0	
Analytical and Numerical Solution of Electric and Magnetic Fields		2 1 0						PL 45min	4	5896
Electromagnetic Flow Control		2 1 0						PL 45min	4	5898
Industrial Electroheat 1		2 1 0						PL 45min	4	5897

Dimensioning of Electro-Technological Components		2 1 0			PL 45min	4	7263
Industrial Electroheat 2		2 1 0			PL 45min	4	5901
Plasma Technologies		2 1 0			PL 45min	4	5899
Power Electronics					FP	0	
Design of Power Electronic Switches		2 1 0			PL 45min	4	5883
Technological Power Supply		2 1 0			PL 45min	4	5882
Active Filters and Power Flow Control		2 1 0			PL 45min	4	5885
Digital Machines for Driver Signal Generation		2 1 0			PL 45min	4	5887
Modelling and Simulation in Power Electronic Systems		2 1 0			PL 45min	4	5886
Switch Gear and High Voltage Technologies					FP	0	
Medium Voltage and High-Voltage Switchgear		2 1 0			PL 45min	4	5875
Modelling and Simulation of Switching Devices		2 1 0			PL 45min	4	5880
Switching Devices		2 1 0			PL 45min	4	5874
Diagnostics of Electric Power Devices		2 1 0			PL 45min	4	5877
Technology of Low-Voltage Switching Devices		2 1 0			PL 45min	4	5879
Transient Process in Switchgears		2 1 0			PL 45min	4	5878
Systems Analysis and Control					FP	0	
Fuzzy- and Neuro Control		2 1 0			PL 30min	4	5912
Nichtlineare Regelungssysteme 1		2 1 0			PL 30min	4	5910
Optimal Control		2 1 0			PL 45min	4	5911
Diagnosis and Prediction		2 1 0			PL 45min	4	5914
Digital Process Automation		2 1 0			PL 45min	4	5915
Distributed Optimization		2 1 0			PL 45min	4	5913
Project Work Research & Innovation					FP	12	
Projektseminar					PL 360min	12	5862
Wahlkatalog					FP	0	
Elective Course 1		2 1 0			PL 45min	4	5857
Elective Course 2		2 1 0			PL 45min	4	5858
Elective Course 3		2 1 0			PL 45min	4	5859
Master-Arbeit mit Kolloquium					FP	30	
Kolloquium zur Master-Arbeit					PL 45min	5	8130
Masterarbeit					MA 6	25	5865

## Basics Seminar

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5854

Prüfungsnummer: 2100292

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 56	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	0	3	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten werden an die Themen der Energie- und Regelungstechnik herangeführt. Sie vertiefen ihr Grundlagenwissen in Vorbereitung auf die folgenden Lehrveranstaltungen. The students are introduced to the topics of the energy and control engineering. They deepen their basic knowledge and are prepared for consecutiv master courses.

### Vorkenntnisse

Erfüllung der Zulassungsbedingung Fullfillment of the general permission conditions of the study

### Inhalt

Die Themen des Basic Seminar werden zu aktuellen Problemen der Energie- und Regelungstechnik gewählt. The topics of the seminar will be recruited from actual problems in the area of power and control engineering

### Medienformen

PC, Skript PC, Scriptum

### Literatur

Siehe andere Kurse See other courses

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Control Systems

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5869

Prüfungsnummer: 2200248

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Informatik und Automatisierung

Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können

- fortgeschrittene Problemstellungen und Methoden (z. B. Kalman-Filter, Riccati-Optimal-Regler, modellprädiktive Regelung) der Regelungs- und Systemtechnik/technische Kybernetik klassifizieren,
- fortgeschrittene Regelungssysteme für industrielle Prozesse analysieren, entwerfen und bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Regelungs- und Systemtechnik 1 + 2

### Inhalt

Entwurf mehrschleifiger Regelkreise:

- Störgrößenaufschaltung
- Kaskadenregelung
- Kopplung und Entkopplung

Modellierung von Mehrgrößensystemen:

- Zustandsraummethoden
- Zustandsmodell
- Lösung der Zustandsgleichungen
- Stabilitätsanalyse Mehrgrößensysteme

Analyse und Synthese von Mehrgrößensystemen:

- Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
- Zustandsrückführung
- Auslegung mittels Polvorgabe[sh1]

Riccati-Optimal-Regler:

- Problemformulierung
- Ableitung der Riccati-Gleichung
- Optimale Zustandsrückführung

Modellprädiktive Regelung (MPC):

- Modellierung mittels Sprungantwort
- Modellierung mittels Impulsantwort
- Algorithmen der MPC

## Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb

## Literatur

J. Lunze: Regelungstechnik 1, 2. Springer. 1996, 1997.

H. Unbehauen: Regelungstechnik 1, 2. Vieweg. 2005, 2000

O. Föllinger: Regelungstechnik, Hüthig. 1994

E.F. Camacho, C. Bordons: Model Predictive Control, Springer. 2004

J. H. Lee: Model Predictive Control.

<http://cepac.cheme.cmu.edu>

S. J. Qin, T. A. Badgwell: An Overview of Industrial Predictive Control Technology.

<http://www.che.utexas.edu>. 2000

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Electrical Machines

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5868

Prüfungsnummer: 2100283

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2165

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Electrical Machines“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, der Experimentalphysik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie sind in der Lage Energiewandlungsprozesse zu erkennen, zu systematisieren und zu beschreiben. Sie sind befähigt, elektromagnetische Vorgänge zu analysieren. Sie besitzen die Fähigkeiten, das Bewegungsverhalten des Antriebs zu bewerten, zu beeinflussen und die Eigenschaften der Energiewandler vorteilhaft zu nutzen. Sie besitzen die Grundkenntnisse der elektromechanischen Energiewandlung. The students of the course electrical machines where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion.

### Vorkenntnisse

Erfüllung der Zulassungsbedingungen zum Studium Weiter vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Fullfillment of the general permission conditions of the study Additional previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

·Wirkungsweise rotierender elektrischer Maschinen ·Ausführungsformen rotierender elektrischer Maschinen ·Das magnetische Feld in rotierenden elektrischen Maschinen ·Aufbau und Betriebsverhalten ·Analytische Beschreibung ·Gleichspannungsmaschinen ·Wechselspannungsmaschinen (1 und 3-phasig) •Mode of action of electrical machines •Design layouts of rotating electrical machines •The magnetic field of rotating electrical machines •Composition and in service behavior •Analytical description •DC machines •AC machines (1 and 3-phase types)

### Medienformen

Script, Übungen Scriptum, Training

### Literatur

G. Müller: Grundlagen elektrischer Maschinen, Elektrische Maschinen. Wiley-VCH 2005 Rolf Fischer: Elektrische Maschinen. Hanser Fachbuchverlag 2006 Th.Bödefeld und H.Sequenz: Elektrische Maschinen. Springer-Verlag 1971



Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Lab Training 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5872

Prüfungsnummer: 2100291

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 56

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	0	0	3																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erlangen Fähigkeiten in der Durchführung von Laborpraktika zu energie- systemtechnischen Fragestellungen. Sie erhalten Fertigkeiten der selbständigen Ausführung von Laborpraktika. Sie werden in die Lage versetzt kritisch Ergebnisse zu bewerten. The students attain abilities in execution from laboratory practical courses to power system oriented aspects. They receive talents of the independent execution of laboratory practical courses. They will be put into the position to critically review lab experiment results.

### Vorkenntnisse

Erfüllung der Zulassungsbedingungen Fullfillment of the general permission conditions of the study

### Inhalt

Das Laborpraktikum vermittelt praktische grundlegende Fähigkeiten, ergänzend zu den Lehrinhalten. Es ist geplant, dass die Studenten des 1. Semesters Laborpraktika in allen folgenden Disziplinen zu absolvieren haben: - Energietechnik - Energiesysteme - Leistungselektronik - Energiewandlung - Elektrische Maschinen - Regelungstechnik The laboratory practical courses have been design to teach fundamental abilities in addition to the lecture oriented master course contents. It is planned that the students of the 1st term have to complete laboratory practical courses in all following disciplines: - Power engineering - Power Systems - Power Electronics - Power Conversion - Electrical Machines - Automatic Control Engineering

### Medienformen

PC, Skript PC, Scriptum

### Literatur

·Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungs-systeme, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1987, ISBN 3-7785-1401-6 ·Khoramnia, G.: Einführung in die elektrische Energietechnik – Arbeitsbuch, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1989, ISBN 3-7785-1607-8 ·Haubrich, H.-J.: Elektrische Energieversorgungssysteme , Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen, 1993 ·ISBN 3-7785-1607-8 ·Oeding, D.; Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004, ISBN 3-540-00863-2 ·Isidori; Nonlinear Control Systems, Springer, Berlin, 1995O. Föllinger; Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg, München, Wien, 1987

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen



## Power Conversion

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5867

Prüfungsnummer: 2100284

Fachverantwortlich: Dr. Ulrich Lüdtke

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2166

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Formen der elektrischen Energiewandlung. Sie sind in der Lage, für einfache elektromechanische Wandler die Systemgleichungen aufzustellen. Sie verstehen die Systemgleichungen zu linearisieren und in die Standardform zu überführen. Numerische zeitdiskrete Verfahren (Blockstrukturen) zur Lösung nichtlinearer Systemgleichungen können angewendet werden.

The students should understand the basic forms of the direct electrical energy conversion. They should master the simplest techniques used to establish and to solve the differential equations of an electro-mechanical or a magneto-mechanical system (e.g. linearization, put equation systems into normalized form). They should be able to solve non-linear differential equation systems with help of a commercial package using time discretization.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik

Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Erscheinungsformen der Energie reversible und irreversible Wandlungen Elektromechanische Wandlung im elektrischen Feld Energie und Koenergie; Energie von Systemen mit mehreren elektrischen Eingängen; Kraft aus virtueller Verrückung; Spannungs-, Strom- und Wegdynamik; statischer Arbeitspunkt; Linearisierung des Differentialgleichungssystems; lineare/nichtlineare Eigenschaften Elektromechanische Wandlung im magnetischen Feld Energie und Koenergie; Magnetsysteme mit rotatorischen/translatorischen Elementen; Kraft aus virtueller Verrückung; lineare/nichtlineare Zusammenhänge; Energie von Systemen mit mehreren Eingängen; Spannungs-, Strom- und Wegdynamik; Blockstruktur des zu lösenden Differentialgleichungs-Systems; numerische Lösung des Differential-Gleichungssystems (Euler) Irreversible elektrothermische Wandlung Wandlung bei induzierter und kontaktierter Stromleitung in Festkörpern, leitfähigen Flüssigkeiten und Gasen; Wandlung durch Polarisationswechsel im elektrischen und magnetischen Feld; Schwingungsanregung von geladenen Teilchen, Wandlung durch Teilchenstrahlung Thermoelektrische Wandlung Prinzipien; idealer und realer Wirkungsgrad; Verlustursachen; U,I-Kennlinie Chemoelektrische Wandlung Primär-, Sekundär- und Brennstoffzellen; Energiebilanz; Stoffumsatz; Reaktionsgleichung; Zellenspannung; idealer Wirkungsgrad; U,I-Kennlinie Fotoelektrische Wandlung Prinzip; Grenzwirkungsgrad; Verlustursachen; U,I-Kennlinie des Fotoelements; Anpassung und Verschaltung von Zellen Wandlungen mit der kinetischen Energie elektrisch leitender Fluide Prinzipien (magneto-hydrodynamisch, elektro-hydrodynamisch); Generatoren; idealer Wirkungsgrad Seminare Aufgaben zur Elektrodynamik; Linearisierung; statischer Arbeitspunkt; Stabilitätsanalyse; numerische Simulation mittels Blockstrukturen Conversion of energy into its different forms reversible and non-reversible conversion from and to electric energy Electro-mechanical conversion within an electrical field energy and co-energy; electric energy of electro-mechanical systems with several electric inputs; force calculated from virtual displacement; linear and non-linear systems; dynamics of voltage, current

and path; static operating point; linearization around an equilibrium state Electro-mechanical conversion within a magnetic field energy and co-energy; magneto-mechanical systems with rotation and translation; force calculated from virtual displacement; magnetic energy of magneto-mechanical systems with several electric inputs; linear and non-linear systems; dynamic of voltage, current and path; numerical solution of non-linear differential equation systems Non-reversible electro-thermal conversion conversion with induced and implanted currents in electrical conducting solid objects, fluids and gases; conversion by polarisation shift in the electric and magnetic field; oscillation stimulation of electrically or magnetically charged particle Heat to electricity heat to electricity via free electrons, heat to electricity via bound electrons; elementary cell performance; efficiency Chemical energy to electricity galvanic efficiency in electrochemical reactions; cells; chemical reactions; elementary cell performance; fuel cells as energy converters; cell system performance Photoelectricity photoelectric effect and cells; review of radiation physics; spectral aspects of electric power from photocells (losses, equivalent circuit, cell performance, temperature effects) Conversion of kinetic energy via electrically conducting fluids and gases magnetohydrodynamics; current flow and electric field constraints; magnetohydrodynamic terms in the dynamical equations; Hall- and diagonal Faraday generator Exercises preparation of differential equations for several electro-mechanical systems; linearization of differential equations around an equilibrium state; numerical simulation of non-linear differential equations

## Medienformen

Es wird der Tafelvortrag, ergänzt durch Zusammenfassungen mittels vorgefertigter Darstellungen (Folienpräsentation), bevorzugt. Für ausgewählte dynamische Vorgänge und Prozesse werden Videopräsentationen gezeigt. Alle wesentlichen Darstellungen (Bilder und Tafeln) sind aus dem Intranet durch die Studenten abrufbar.

Main scientific results are derived on the blackboard. Summaries and repetitions are presented with a laptop (pictures and videos). Essential pictures, tables, diagrams etc. are made available on the intranet.

## Literatur

[1] R. Decher: Direct Energy Conversion - Fundamentals of Electric Power Production New York, Oxford, Oxford University Press, 1997.

[2] K.J. Binns, P.J. Lawrenson, C.W. Trowbridge: The Analytical and Numerical Solution of Electric and Magnetic Fields, John Wiley & Sons Ltd, 1994.

[3] H.-G. Wagemann, H. Eschrich: Grundlagen der photovoltaischen Energiewandlung Stuttgart, B.G. Teubner, 1994.

[4] H. Wendt, V. Plazak: Brennstoffzellen Düsseldorf, VDI-Verlag, 1992.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power Electronics

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5866

Prüfungsnummer: 2100282

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Petzoldt

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2161

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen grundlegende physikalische Prinzipien der Leistungshalbleiter und ihre Anwendung in leistungselektronischen Schaltungen. Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau von Stromrichterschaltungen, die Beanspruchung leistungselektronischer Bauelemente während der Kommutierung und die wichtigsten Steuerprinzipien leistungselektronischer Schaltungen. Sie sind in der Lage leistungselektronische Schaltungen in ihrem statischen und dynamischen Verhalten und in der Einbindung in einfache Regelkreise zu verstehen und zu dimensionieren. The students learn basic physical principles of semiconductors and its application in power electronic circuits. They study in detailed the fundamental principle of operation of different power converter topologies, the stress on switching elements with regard to commutation techniques and the important converter control concepts. Thereby the students are able to evaluate the static and dynamic characteristic of the power converter and to design and dimension simple control structures.

### Vorkenntnisse

·Ingenieurtechnisches Grundlagenstudium ·Electrical Engineering Basics

### Inhalt

·Kommutierungs- und Schaltvorgänge ·Klemmenverhalten leistungselektronischer Bauelemente ·Pulsstellerschaltungen ·Pulsbreitenmodulation ·Spannungswechselrichter ·Netzgeführte Stromrichter, Phasenanschnittsteuerung ·Steuer- und Regelprinzipien ·PLL- Schaltungen ·Commutation and on/off-sequence ·Terminal characteristics of basic power electronic elements ·Pulsed switching converters ·Pulse width modulation ·Voltage source inverter ·Grid controlled inverter ·Phase modulation control ·Regulator and control principles ·PLL-configuration

### Medienformen

Skript, Arbeitsblätter, Simulationstools, Anschauungsmaterial, Laborversuche script/tutorials, work sheets, simulation tools, demonstration materials, laboratory test

### Literatur

- Mohan, N.; Undeland, T.M.; Robbins, W.P: "Power Electronics-Converters, Application, Design"; JohnWiley & Sons Inc. New York / Chichester / Brisbane / Toronto / Singapore 2003 - Schröder, D.; Elektrische Antriebe 4 – Leistungselektronische Schaltungen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1998

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power Systems

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5853

Prüfungsnummer: 2100280

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Berechnung und Dynamik von elektrischen Energiesystemen
- Reglungs- und Schutzeinrichtungen
- Systeme im Ungleichgewicht
- Calculation of power system dynamics
- Basics of control and protection systems
- System inbalance phenomena

### Vorkenntnisse

Erfüllung der Zulassungsbedingungen zum Studium

Fullfillment of the general permission conditions of the study

### Inhalt

- Ersatzschaltbilder für 3-phasen-Drehstromsysteme und ihre Komponenten
- Äquivalente Kurzschlussmodelle für die Analyse elektrischer Energiesysteme
- Bezogene Größen und komplexe Zahlen in elektrischen Energiesystemen
- Vorgänge in elektrischen Energiesystemen, Regelung von Netzwerken
- Fehleranalyse
- Netzwerkschutz
- Stabilitätsanalyse
- Wirtschaftlichkeit von elektrischen Energiesystemen
- 3 phase equivalents for power system components for steady state analysis and fault caclulation
- per unit qnanities, complex numbers in electric power systems
- phenomena in electric power systems, network control mechanisms
- Fault analysis
- Power system protection
- Power system stability
- Power system economics

### Medienformen

Script, Rechnerübung

Scriptum, PC training

### Literatur



- [1] Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungssysteme, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1987, ISBN 3-7785-1401-6
- [2] Khoramnia, G.: Einführung in die elektrische Energietechnik – Arbeitsbuch, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1989, ISBN 3-7785-1607-8
- [3] Haubrich, H.-J.: Elektrische Energieversorgungssysteme , Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen, 1993 ISBN 3-7785-1607-8
- [4] Oeding, D.; Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004, ISBN 3-540-00863-2
- [5] Kundur: "Power System Control and Stability", Macgraw Hill, 1994

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power Technologies

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5864

Prüfungsnummer: 2100281

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
2	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die physikalischen Vorgänge bei hohen Feldstärken und Strömen und können sie bei der Auslegung der Betriebsmittel anwenden. Sie kennen die grundlegenden Ausführungsformen und Funktionsweisen der Betriebsmittel. Das analytische und systemische Denken wird geschult. In den Seminaren wird besonders die Eigeninitiative und Arbeitsorganisation herausgebildet. General survey and basic understanding of the physical phenomena in electrical equipments in the field of high electrical field strength and high currents. Knowledge of the dimension and functionality of the equipment and devices. Analytical thinking, self-organisation and own initiative will be trained.

### Vorkenntnisse

Zulassung zum Studium Fullfillment of the general permission conditions of the study

### Inhalt

- Grundlagen, physikalische Zusammenhänge, Werkstoffe für die Konstruktion und Dimensionierung von Betriebsmitteln der Energietechnik (elektrische, thermische, mechanische Beanspruchungen, Magnetkräfte, Skin und Proximityeffekt, Überspannungen) - Grundlagen, physikalische Zusammenhänge, Durch- und Überschlagsverhalten von Isolierstoffen und -systemen - Aufbau und Funktionsweise von Leistungstransformatoren, Freileitungen, Kabeln,.. - Schaltgeräte und Anlagentechnik - Design fundamentals of switchgears and distribution systems - Electrical insulation materials and insulation systems - Electromechanical Switching Devices for LV, MV, HV - Transformer for Power Supply and Energy Distribution - Overhead Transmission - Overhead Cable

### Medienformen

Skript, Video, Schnittmodelle, Exponate, Vorführungen, Rechnerübungen script, video, examples of the real construction, experiments, seminar (computer and experimental)

### Literatur

R,E.Fehr: Industrial Power Distribution, Prentice Hall 2002 A. Haddad, D. Warne: Advances in High Voltage Engineering, IEE London, 2004 L.v. Sluis: Transients in Power Systems, Wiley, 2001 E. Kuffel, W.S.Zaengl, J. Kuffel: High Voltage Engineering: Fundamentals, Newnes, 2000

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen



## Lab Training 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5860

Prüfungsnummer: 2100294

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 56

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				0	0	3															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten vertiefen ihre Fähigkeiten in der Durchführung von Laborpraktika zu energie- systemtechnischen Fragestellungen. Sie erhalten weitere Fertigkeiten der selbständigen Ausführung von Laborpraktika. The students will strengthen their laboratory skills. They will be enabled to selfreliant execute laboratory exercises.

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss Lab Training I Successful finalization of Lab Training I

### Inhalt

Die Inhalte des Laborpraktikums 2 werden aus aktuellen Forschungsgebieten einer Spezialisierung ausgewählt. Ziel ist dabei die Vorbereitung der Studenten auf die Forschungs- und Innovationsarbeit des 3. Semesters. The topics of the training will be taken from actual research projects. The target of this training is to prepare the students for the innovation work of the 3rd semester.

### Medienformen

PC, Skript PC, Scriptum

### Literatur

·Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungs-systeme, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1987, ISBN 3-7785-1401-6 ·Khoramnia, G.: Einführung in die elektrische Energietechnik – Arbeitsbuch, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1989, ISBN 3-7785-1607-8 ·Haubrich, H.-J.: Elektrische Energieversorgungssysteme , Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen, 1993 ·ISBN 3-7785-1607-8 ·Oeding, D.; Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004, ISBN 3-540-00863-2 ·Isidori; Nonlinear Control Systems, Springer, Berlin, 1995O. Föllinger; Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg, München, Wien, 1987

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Simulation

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1400

Prüfungsnummer: 2200249

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Informatik und Automatisierung

Fachgebiet: 2212

		1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester		V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
						2	1	0														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können Grundbegriffe der Modellierung und Simulation und die historische Einordnung der analogen Simulation im Vergleich zum Schwerpunkt der Veranstaltung, der digitalen Simulation zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Systeme, darlegen. Sie sind in der Lage, Simulationsaufgabenstellungen zu bewerten und eine systematische Herangehensweise an die Problemlösung anzuwenden. Die Studierenden testen und beurteilen sowohl die blockorientierte, die zustandsorientierte als auch die objektorientierte Simulation einschließlich der Spezifika, wie z.B. numerische Integrationsverfahren, physikalische Modellierung. Durch vorgestellte Simulationssprachen, -systeme und -software (MATLAB/Simulink, Scilab, OpenModelica, PHASER) können die Studierenden typische Simulationsaufgaben im regelungstechnischen Umfeld und darüber hinaus bewerten und entwickeln. In einem Hausbeleg weist jeder Studierende seine Fähigkeit nach, eine Simulationsaufgabe zu lösen und auszuwerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, der Physik, der Modellbildung sowie der Regelungs- und Systemtechnik

### Inhalt

Einführung: Einsatzgebiete, Abgrenzung, Rechenmittel, Arbeitsdefinition, Systematik bei der Bearbeitung von Simulations- und Entwurfsaufgaben; Systembegriff (zeitkontinuierlich, zeitdiskret, qualitativ, ereignis-diskret, chaotisch) mit Aufgabenstellungen; Analoge Simulation: Wesentliche Baugruppen und Programmierung von Analogrechnern, Vorzüge und Nachteile analoger Berechnung, heutige Bedeutung; Digitale Simulation: blockorientierte Simulation, Integrationsverfahren, Einsatzempfehlungen, algebraische Schleifen, Schrittweitensteuerung, steife Differenzialgleichungen, Abbruchkriterien; zustandsorientierte Simulation linearer Steuerungssysteme; physikalische objektorientierte Modellierung und Simulation; Simulationssprachen und -systeme: MATLAB (Grundaufbau, Sprache, Matrizen und lineare Algebra, Polynome, Interpolation, gewöhnliche Differenzialgleichungen, schwach besetzte Matrizen, M-File-Programmierung, Visualisierung, Simulink, Toolboxen, Beispiele); Scilab (Grundaufbau, Befehle, Unterschiede zu MATLAB/Simulink, Beispiele); Einführung in die objektorientierte Modellierungssprache Modelica und das Simulationssystem OpenModelica (Merkmale, Modellierungsumgebung, Bibliotheken, Beispiele, Optimierung); PHASER (Grundaufbau, vorgefertigte und eigene Problemstellungen, Zeitverhalten, Phasendiagramm, Beispiele)

### Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, Übungen im PC-Pool, Hausbeleg am PC

### Literatur

Biran, A., Breiner, M.: MATLAB 5 für Ingenieure, Addison-Wesley, 1999.

Bossel, H.: Simulation dynamischer Systeme, Vieweg, 1987.

- Bossel, H.: Modellbildung und Simulation, Vieweg, 1992.
- Bub, W., Lugner, P.: Systematik der Modellbildung, Teil 1: Konzeptionelle Modellbildung, Teil 2: Verifikation und Validation, VDI-Berichte 925, Modellbildung für Regelung und Simulation, VDI-Verlag, S. 1-18, S. 19-43, 1992.
- Cellier, F. E.: Continuous System Modeling, Springer, 1991.
- Cellier, F. E.: Integrated Continuous-System Modeling and Simulation Environments, In: Linkens, D.A. (Ed.): CAD for Control Systems, Marcel Dekker, New York, 1993, pp. 1-29.
- Fritzson, P.: Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1, IEEE Press, 2004.
- Fritzson, P.: Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica. Wiley-IEEE Press. 2011
- Gomez, C.: Engineering and scientific computing with Scilab, Birkhäuser, 1999.
- Hoffmann, J.: MATLAB und SIMULINK, Addison-Wesley, 1998.
- Hoffmann, J., Brunner, U.: MATLAB und Tools: Für die Simulation dynamischer Systeme, Addison-Wesley, 2002.
- Kocak, H.: Differential and difference equations through computer experiments, (... PHASER ...), Springer, 1989.
- Otter, M.: Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme, Teil 1, at - Automatisierungstechnik, (47(1999)1, S. A1-A4 (und weitere 15 Teile von OTTER, M. als Haupt- bzw. Co-Autor und anderer Autoren in Nachfolgeheften).
- Scherf, H.E.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg, 2003.

## Detailangaben zum Abschluss

Mündliche Prüfung, 30 min. (für Bachelor-Studiengänge bis Prüfungsordnungsversion 2012) bzw.  
 Max. 40 Punkte für schriftlichen Beleg im Fach Simulation als Bestandteil des Moduls "Modellbildung und Simulation"

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Bachelor Ingenieurinformatik 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Master Electrical Power and Control Engineering 2013
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010
- Bachelor Informatik 2010
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Bachelor Informatik 2013
- Master Electrical Power and Control Engineering 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

## Spezialised Seminar

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5861

Prüfungsnummer: 2100295

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 56

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 216

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				0	0	3															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden lernen wissenschaftlich zu arbeiten. Die Studierenden werden in die Lage versetzt ein spezielles wissenschaftliches Problem ihrer Fachrichtung zu lösen. The students will learn how to work scientifically. After the seminar they will be able to solve specific scientific problems on their own.

### Vorkenntnisse

Abschluss der vorhergehenden Lehrveranstaltungen. Successful finalization of preceding courses.

### Inhalt

Die Inhalte des speziellen Seminars werden aus aktuellen Forschungsgebieten einer Spezialisierung ausgewählt. Ziel ist dabei die Vorbereitung der Studenten auf die Forschungs- und Innovationsarbeit des 3. Semesters. The topics of the seminar will be recruited from actual problems in the area of power and control engineering.

### Medienformen

PC, Skript PC. Scriptum

### Literatur

Siehe andere Kurse. See other courses.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Interdisciplinary Seminar

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5863

Prüfungsnummer: 2100293

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 6

Workload (h): 180

Anteil Selbststudium (h): 112

SWS: 6.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	6	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden lernen interdisziplinär wissenschaftlich zu arbeiten. Die Studierenden werden in die Lage versetzt ihrem Fachgebiet übergreifende Aufgaben zu lösen. Students learn to work scientificly in an interdisciplinary team environment. They will be taught mehtods to achiev scientif results withing they specialization with respect to interfaces to other scientific disciplines.

### Vorkenntnisse

Abschluss der vorhergehenden Lehrveranstaltungen. Successful finalization of precedent courses.

### Inhalt

Alle Studenten eines Seminars sollen eine Seminararbeit auf dem Gebiet der elektrischen Energietechnik anfertigen. Der Fokus ist dabei auf die Lösung interdisziplinärer Probleme gerichtet. Die zu diskutierenden Probleme sind dem Inhalt der einzelnen Spezialrichtungen zu entnehmen. Eine Seminargruppe enthält dabei einen Studenten einer Spezialisierung. All students of a seminar are to make a seminar work in the area of electrical power and control engineering. The focus is arranged thereby on the solution of interdisciplinary problems. The problems which can be discussed are to be inferred from contents of the individual special directions. A group of seminar participants contains thereby one student of each specialization.

### Medienformen

Skript, PC Scriptum, PC

### Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben Actual literature list wil be provided during first seminar.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Analysis of Large Scale Power Systems and Power Automation

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5892

Prüfungsnummer: 2100285

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2164

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Kenntnis der oben genannten Inhalte hinsichtlich Methodenkompetenz. Der Student kann die Methoden eigenständig anwenden und weiterentwickeln.

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der vorlaufenden Semester

### Inhalt

- grundlegende Architektur regelungstechnischer Einrichtungen in Energieübertragungssystemen
- Lastflussanalyse (Newton Raphson, Gauss Seidel, schnelle entkoppelter, DC Lastfluss)
- Sensitivitätsanalyse
- Lastflussregelung in großen Systemen
- Fehleranalyse
- Zustandsschätzung
- Ökonomische Lastflussverteilung
- Optimaler Lastfluss
- Lastvorhersage

### Medienformen

Skript, PC-Übung

### Literatur

- [1] Stoff, S.: Power System Economics, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York, 2002 The Electricity Council: Power System Protection – Vol.1, 2, 3,
- [2] Peter Peregrinus Ltd., Stevenage New Your, 1981
- [3] Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungssysteme, Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1987, ISBN 3-7785-1401-6
- [4] Khoramnia, G.: Einführung in die elektrische Energietechnik – Arbeitsbuch, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1989, ISBN 3-7785-1607-8
- [5] Oeding, D.; Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004, ISBN 3-540-00863-2
- [6] Kundur: "Power System Control and Stability", Macgraw Hill, 1994

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power Quality

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5893

Prüfungsnummer: 2100286

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Das Fach vermittelt Fachkompetenz auf dem Gebiet der Elektroenergiequalität. Die Studierenden sind in der Lage, die unterschiedlichen Arten der Netzurückwirkungen von Abnehmern wie Oberschwingungen, Zwischenharmonische, Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Unsymmetrien zu klassifizieren, mathematisch zu beschreiben und ihren Ursachen zuzuordnen. Sie kennen die Mechanismen der Ausbreitung und Überlagerung einzelner Störaussendungen im Elektroenergiesystem. Sie sind in der Lage, mathematische Beschreibungen und Berechnungen der Störaussendungen vorzunehmen und Maßnahmen zur Verbesserung der Elektroenergiequalität abzuleiten und zu überprüfen. Sie erlangen einen Überblick über die wichtigsten Standards und den Aufbau des Normenwerkes zur Thematik. Darüber hinaus werden Fähigkeiten zu Durchführung von Messungen der Parameter der Elektroenergiequalität erworben. Den Studierenden werden damit anwendungsbereite Kenntnisse und Fähigkeiten zur rationellen Anwendung und Einsparung von Elektroenergie durch Sicherung einer ausreichenden Elektroenergie vermittelt.

The lecture provides competence in the field of power quality. Students become able to classify the different types of power quality issues such as harmonics, interharmonics, voltage deviations, fluctuations and unbalances, to describe mathematically and to recognize the sources. They know the principles of transmission and interference of single issues in the power system. They are able to mathematically model and calculate power quality issues, and draw conclusions on how to improve power quality and check compensation measures. They obtain an overview on the most important standards and the standardization system of the field. Furthermore the ability is gained to do on-site and field measurements of power quality parameters. Knowledge and ability is provided to rationally use and save electrical energy by ensuring well power quality.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrischen Energietechnik, Energiesysteme 1 fundamentals of electrical engineering, fundamentals of electric power engineering, power systems 1

### Inhalt

- Elektroenergie als Produkt und Ware
- Netzurückwirkungen von Abnehmern, Ursachen und Wirkprinzipien der Minderung der Elektroenergiequalität, grundlegende Zusammenhänge und Auswirkungen
- Charakterisierung der Minderungen der EEQ, Qualitätsfaktoren der Spannung (Definition, Wirkprinzipien, Verträglichkeitspegel national/ international, zulässige Werte, Oberschwingungen, Sub- und Zwischenharmonische, Modulation, Flicker, Unsymmetrie)
- Energetische Bewertung (Leistungsanteile, Definitionen, Wirkleistung, Scheinleistung, Rechteistung, Verschiebungsblindleistung, Verzerrungs-, Modulations-, Unsymmetrieblindleistung)
- Berechnung und Messung der Minderung der EEQ sowie Maßnahmen zur Verbesserung der EEQ (netztechnische Maßnahmen: Blindleistungskompensation, Kondensatoranlagen, Saugkreisanlagen, statische und dynamische

Kompensation, Auswahlkriterien)

- Berechnungsgrundlagen und Anwendungsbeispiele (Bemessungsgleichungen, Berechnungsverfahren und –algorithmen, Beispiele)

Contents/main points:

- Electrical energy as a product for sale
- Power quality issues of electric loads, sources and effects of power quality impacts, principles and consequences
- Characterizing of power quality issues, indices of voltage quality (definition, principles, compatibility levels national/international, permissible limits, harmonics, subharmonics and interharmonics, fluctuation, flicker, unbalance)
- Energetic assessment (electric power balance components, definitions, active power, apparent power, "Rechtleistung", displacement reactive power, distortion reactive power, modulation reactive power, unbalance reactive power)
- Calculation and measurement of power quality issues and power quality Improvement measures (network oriented measures: reactive power compensation, parallel capacitors, harmonic filters, static and dynamic var correction, application criteria)
- Basics of calculation and application examples (dimensioning rules, calculation methods and algorithms, examples)

## Medienformen

Arbeitsblätter

Woksheets

## Literatur

- [1] Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen. Hrsg. Verband der Netzbetreiber – VDN – e.V. beim VDEW, VDEW Energieverlag GmbH Frankfurt/M., 2004
- [2] Blume, D.; Schlabbach, J.; Stephanblome, Th.: Spannungsqualität in elektrischen Netzen. VDE-Verlag, 1999 Arrillaga, J.; Watson, N.R.; Chen, S.: Power System Quality Assessment. John Wiley & Sons New York 2000
- [3] Wakileh; G.J.: Power System Harmonics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2001

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power Supply Systems and Substations

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5894

Prüfungsnummer: 2100287

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen

- Die Grundstrukturen elektrischer Netze, Netzarten und Netzformen
- Die Besonderheiten des Netzaufbaus in den verschiedenen Spannungsebenen
- Die Spezifika von Industrienetzen und Städtnetzen
- Die Arten und Ausführung der Sternpunktterdung
- Aufbau und Gestaltung von Stationen und Schaltanlagen, Grundsaltungen
- Den Aufbau von Umspannwerken (UW) und vereinfachten UW
- Die Strom- und Spannungsverhältnisse bei unterschiedlichen Fehlern
- Die Kurzschlussstrombeanspruchungen in elektrischen Anlagen
- Möglichkeiten der Kurzschlussstrombegrenzung
- Planungs- und Gestaltungsgesichtspunkte für elektrische Anlagen

Die Studierenden lernen

- Die Grundzüge der Planung, Bemessung und Auswahl elektrischer Anlagen und Betriebsmittel
- Die Bemessung von Sternpunktimpedanzen
- Die Berechnung von Ausgleichsvorgängen in Drehstromsystemen
- Die Berechnung der Kurzschlussströme
- Auslegung von Stationen

The students know

- The principle structures of electric power systems, types and forms of networks
- The specific network structure in different voltage ranges
- The characteristics of industrial and utility power supply
- The types and methods of transformer neutral earthing
- Construction and planning of substations and switchgear assemblies, basic electrical design forms
- The construction of full-equipped substations and simplified substations
- The voltage and current conditions of different fault types
- The short-circuit current stresses of electric plant installations
- The ways of short-circuit limitation.

The students learn

- The principles of planning, dimensioning and selecting electric plants and equipment
- The dimensioning of neutral earthing impedances
- The calculation of transient processes in three-phase systems
- The short-circuit calculation
- Planning of substations

## Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der elektrischen Energietechnik  
Fundamentals of electrical engineering, fundamentals of electrical power engineering

## Inhalt

- Aufbau und Gestaltung elektrischer Netze, Besonderheiten von Industrienetzen, Anschlussnetze elektrotechnologischer Anlagen
- Sternpunktbehandlung
- Gestaltung von Freileitungs- und Kabelanlagen
- Aufbau und Gestaltung von Stationen und Schaltanlagen, Gestaltungsprämissen, Grundsaltungen, Umspannwerke, Bauformen im HS-, MS- und NS-Bereich)
- Kurzschlussstrombeanspruchungen und –begrenzung
- Fehlervorgänge und Kurzschlussstromberechnung
- Kurzschlussschutz, Erdschlussschutz
- Structure and planning of electric power networks, specifics of industrial power supply networks, supply systems of electro-technique plants
- Transformer neutral earthing
- Planning of overhead lines and cable systems
- Construction and planning of sub-stations and switchgear assemblies, design premises, fundamental electrical lay-out, sub stations, design forms in the HV, MV and LV range)
- Short-circuit current stresses and limitation
- Fault processes and short-circuit current calculation
- Short-circuit current protection, earth fault protection

## Medienformen

Bildmaterial, Arbeitsblätter Pictures, Worksheets

## Literatur

- [1] ABB Taschenbuch Schaltanlagen. Cornelson- Verlag Düsseldorf, Bielefeld, 9. Auflage, 1992
- [2] Böhme, H.: Mittelspannungsschaltanlagen. Verlag Technik Berlin und München, 1998
- [3] Oswald, B.; Oeding, D.: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 6. Auflage, 2004
- [4] Heuck, K.; Dettmann, K.-D.: Elektrische Energieversorgung. Vieweg -Verlag Wiesbaden, 2002
- [5] Balzer, G.; Nelles, D.; Tuttas;C.: Kurzschlußstromberechnung nach VDE 0102. VDE-Verlag Berlin und Offenbach, 2001
- [6] Oswald, B.: Netzberechnung. VDE-Verlag Berlin und Offenbach 1997 Herold, G.:
- [7] Grundlagen der elektrischen Energieversorgung, Teubner Verlag Stuttgart Teil 1-3 Schlabbach, J.: Elektrische Energieversorgung. VDE-Verlag, 2003

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Decentralized Power Systems

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5891 Prüfungsnummer: 2100290

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen

- Den elektrischen Aufbau des Elektroenergiesystems und dezentraler Erzeugungsanlagen
- Die Charakterisierung des Anschlusspunktes im Frequenzbereich durch Kurzschlussleistung und Impedanz-Frequenz-Charakteristik
- Das Verhalten von Synchron- und Asynchrongeneratoren, netzgeführten und gepulsten Wechselrichtern/Umrichtern im Netz
- Die Wechselwirkungen der Erzeugeranlagen mit dem Elektroenergiesystem, Probleme der Netzverträglichkeit und Spannungsqualität Die Studierenden sind in der Lage
- Grundsätzliche energiewirtschaftliche Überlegungen anzustellen
- Elektrische Ersatzschaltungen zu entwickeln und Berechnungen der elektrischen Betriebskenngrößen und Netzparameter durchzuführen
- Anschlusskonzepte für DEA zu entwickeln und Netzanschlusspunkte für DEA festzulegen (insbes. Windkraftanlagen und Fotovoltaikanlagen im Drehstrom-Nieder- und Mittelspannungsnetz).

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der elektrischen Energietechnik

### Inhalt

- Aufbau und Parameter von Elektroenergieversorgungssystemen
- Erneuerbare Energiequellen und Aufbau dezentraler Erzeugungsanlagen
- Dezentrale Erzeugung und Versorgung
- Windkraftanlagen
- Fotovoltaikanlagen
- Virtuelles Kraftwerk
- Netzverträglichkeit und Spannungsqualität, Beherrschung der Netzurückwirkungen
- Grundsätze für den Parallelbetrieb von DEA mit dem Netz
- Systemstabilität und Erzeugungsmanagement

### Medienformen

Bildmaterial und Arbeitsblätter

### Literatur

- [1] Knies, K. u.a.: Regenerative Energien. VDE Verlag Berlin, 2004
- [2] Heier, S.: Windkraftanlagen, Teubner-Verlag Stuttgart, 2005
- [3] Oswald, B.; Oeding, D.: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 6. Auflage, 2004
- [4] Heuck, K.; Dettmann, K.-D.: Elektrische Energieversorgung. Vieweg -Verlag Wiesbaden, 2002
- [5] Herold, G.: Grundlagen der elektrischen Energieversorgung, Teubner Verlag Stuttgart Teil 1-3 1997

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Interconnected Power Systems and Energy Markets

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5889

Prüfungsnummer: 2100288

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Kenntnis der oben genannten Inhalte hinsichtlich Methodenkompetenz.

Der Student kann die Methoden eigenständig anwenden und weiterentwickeln

Knowledge of above mentioned topics.

The student is able to apply the methodologies and is able to further develop them.

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der vorlaufenden Semester

Successful finalization of precedent courses.

### Inhalt

- Dynamisches Verhalten von Verbundsystemen
- Struktur und Regelung von Verbundsystemen, weltweit
- Basisstruktur vom Energiemärkten in Europa, Nordamerika, Südamerika und Asien
- Einführung in die Markttheorie
- Teilnehmer und Regeln des liberalisierten Energiemarktes
- Engpassmanagement
- Portfoliomanagement
- Risikomanagement
- Dynamics of interconnected power systems
- Interconnected power system operation
- Basic structure of energy markets in Europe
- Introduction to market theory
- Player in deregulated markets
- Congestion Management
- Portfolio Management
- Risk Management

### Medienformen

Script, Rechnerübung, Exkursion, Projektarbeit

Scriptum, PC training, Excursion, Project Work

### Literatur

- [1] Stoft, S.: Power System Economics, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York, 2002, ISBN 0-471-15040-1
- [2] Gerke, W.; Hennis, M.; Schäffner, D.: Der Stromhandel, F.A.Z. – Institut, Frankfurt am Main, 2000, ISBN 3-934191-33-9
- [3] Zander, W.; Riedel, M.; Held, Ch.; Ritzau, M.; Tomerius, C.: Strombeschaffung im liberalisierten Energiemarkt, Fachverlag Deutscher Wetterdienst GmbH, Köln 2000, ISBN 3-87156-222-X
- [4] Ridder, N.: Öffentliche Energieversorgung im Wandel, Tectum Verlag, Marburg, 2003, ISBN 3-8288-8527-6

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Power System Dynamics, HVDC and FACTS

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5890 Prüfungsnummer: 2100289

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2164

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Kenntnis der oben genannten Inhalte hinsichtlich Methodenkompetenz.  
 Der Student kann die Methoden eigenständig anwenden und weiterentwickeln  
 Knowledge of above mentioned topics.  
 The student is able to apply the methodologies and is able to further develop them,

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der vorlaufenden Semester  
 Successful finalization of precedent courses

### Inhalt

- Regelungssystem für Kurzzeitdynamik
- Dämpfungsregelung - Modalanalyse, Eigenwertanalyse
- Reglerentwurf für Erregungsregelung
- Systementwurf, Führung und Regelung von FACTS Elementen (SVC, TCSC, STATCOM, ASC, UPFC)
- Systementwurf, Führung und Regelung von thyristorbasierten Spannungskonvertern und HGÜ
- Anwendung von FACTS und HGÜ für die Regelung von Energieübertragungssystemen
- Control systems for short term dynamics
- Damping control
- Modal analysis, Eigenvalue analysis
- Control system design – excitation control
- System design for FACTS devices
- HVDC and FACTS devices - structure and components
- Application of FACTS and HVDC

### Medienformen

Script, Rechnerübung  
 Scriptum, PC training

### Literatur

- [1] Stoff, S.: Power System Economics, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York, 2002
- [2] The Electricity Council: Power System Protection – Vol.1, 2, 3,
- [3] Peter Peregrinus Ltd., Stevenage New York, 1981
- [4] Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungssysteme, Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1987, ISBN 3-7785-

1401-6

[5] Khoramnia, G.: Einführung in die elektrische Energietechnik – Arbeitsbuch, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg, 1989, ISBN 3-7785-1607-8

[6] Oeding, D.; Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004, ISBN 3-540-00863-2 Kundur: "Power System Control and Stability", Macgraw Hill, 1994

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Dimensioning of Electrical Machines

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5904

Prüfungsnummer: 2100313

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2165

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Dimensioning of Electrical Machines“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie haben umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise der elektromechanischen Energiewandler und verstehen die Zusammenhänge und Besonderheiten im Bezug auf die Dimensionierung und Auslegung umzusetzen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, die Problematik elektromotorisch betriebener Geräte zu erfassen und die Anforderungen gerätespezifisch umzusetzen. Ihre Kenntnisse über die Zusammenhänge des elektromechanischen Energieumsatzes und der thermischen Verhältnisse ermöglichen es ihnen, Erstausslegungen vorzunehmen, Schwächen von bestehenden Konzepten zu erkennen und an der Weiterentwicklung zu arbeiten. Die Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Analyse des Anwendungsfalls und mit der Anpassung des Motors an konstruktive Gegebenheiten des Einbauortes versetzen die Studenten in die Lage, konstruktiv und theoretisch wirksam zu werden. The students of the course Dimensioning of Electrical Machines where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion. The students are able with these basic fundamentals to evaluate the strong ness and the weakness of transformers and inductors. There knowledge for the field assembling and thermal situation will allow evaluating the strong ness and weakness of different transformer designs. The ability to analyze the boundary values and adapt the transformer and inductor will help the students for theoretical and constructional work.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Es sind Kenntnisse zu den Grundlagen elektrischer Maschinen erforderlich. Previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

Ausgangsgrößen, Randbedingungen und prinzipieller Weg für den Entwurf und die Berechnung elektrischer Maschinen  
 ·Zusammenhang Nenndaten und Abmessungen ·Induktion und Stromdichte ·Erwärmung ·Randbedingungen zur Optimierung (Kosten, Trägheitsmoment, Bauvolumen, Einbaubedingungen, Verluste, Wirkungsgrad) ·Prinzipieller Entwurfsgang  
 ·Entwurfsgleichung und Spezifizierung auf Gleichstrommaschine, Asynchronmaschine, Asynchronmaschine Hauptelemente und Abmessungen ·Aufbau und Bezeichnung allgemein ·Besonderheiten bei Gleichstrommaschine, Asynchronmaschine, Asynchronmaschine ·Hinweise auf Probleme bei Einzelelementen (Längen-/ Durchmesser Verhältnis, Zahnbreite und -höhe,

Feldausbildung, etc.) Magnetischer Kreis · Grundlagen / Theorie · Luftspaltfelder, Nutungseinflüsse · magnetischer Spannungsabfall im Luftspaltfeld (mit und ohne Zahnentlastung) · Hinweise auf ideale Größen und Feldaufbau (Polbedeckungsfaktor, Carterscher Faktor, ideale Länge, ideeller Luftspalt, ..) · Permanentmagneterregung (reversibel, irreversibel ..) Einsatz von Rechentechnik · Einführung in Berechnung mit Finite Elemente Methode · Praktische Berechnungsbeispiele mit Software Dependent variables, boundary conditions and principle design for the assembling and calculation of electrical machines · Continuity of characteristics and dimension · Induction and current density · Heating · Boundary conditions for optimization (costs, moment of inertia, dimension, assembling conditions, losses and efficiency) · Principle design · Design equations and specifications of the DC, AC – synchronous and asynchronous machines Main parts and dimensions · Assembling and synonym · Specials of the DC, AC synchronous and asynchronous motor Magnetic circuit · Fundamentals / theory · Air gap field, slot effects · magnetic voltage drop in the air gap field (with and without tooth credit) · Advice for ideal dimensions (Pole factor, Carter factor, ideal length, ideal air gap, ..) · Permanent magnetic excitations (reversible, non reversible processes...) Insert of computer based calculations · Calculation with the finite element method · Practical calculation examples with Software

## Medienformen

Übungsaufgaben, gedruckte Vorlesungsmanuskripte Scriptum / Training

## Literatur

G. Müller: Elektrische Maschinen , Grundlagen elektrischer Maschinen, VCH Verlagsgesellschaft; K. Vogt, Berechnung elektrischer Maschinen, Verlag Technik; Vorlesungsmanuskript

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Transformers and Inductors

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5903 Prüfungsnummer: 2100312

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2165

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Transformers and Inductors“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie haben umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise von Transformatoren und Drosseln und verstehen die Wirkungsweise dieser Baugruppen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, die Problematik des Betriebsverhaltens in Verbindung mit dem konstruktiven Aufbau zu erfassen und entsprechend dem Einsatzfall zu bewerten. Ihre Kenntnisse über die Zusammenhänge des Feldaufbaus und der thermischen Verhältnisse ermöglichen es ihnen, Stärken und Schwächen verschiedener Ausführungsformen zu erkennen und Modifikationen vorzunehmen. Die Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Analyse des Anwendungsfalls und mit der Anpassung des Transformators bzw. der Drossel an vorgegebene Randbedingungen versetzen die Studenten in die Lage, konstruktiv und theoretisch wirksam zu werden. The students of the course transformers and inductors where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion. The students are able with these basic fundamentals to evaluate the strong ness and the weakness of transformers and inductors. There knowledge for the field assembling and thermal situation will allow evaluating the strong ness and weakness of different transformer designs. The ability to analyze the boundary values and adapt the transformer and inductor will help the students for theoretical and constructional work.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

·Drossel (Aufbau, Wirkungsweise, Betriebsverhalten) ·Modellvorstellung idealer und realer Transformator  
 ·Einphasentransformator ·Dreiphasentransformator ·Kühlung, ·Überwachung und Prüfung ·Konstruktion ·Transformatoren für besondere Anforderungen ·Impedance (Construction, mode of action and running behavior) ·Model of ideal and real Transformers ·One-phase transformer ·Three phase transformer ·Cooling ·Controlling and proofing ·Construction  
 •Transformers for special claim

### Medienformen

Übungsaufgaben, gedruckte Vorlesungsmanuskripte, spezielle Ausarbeitungen auf der Homepage Scriptum / Training

## Literatur

G. Müller: Elektrische Maschinen , Grundlagen elektrischer Maschinen, VCH Verlagsgesellschaft; Vorlesungsmanuskript

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Controlled Electrical Drives

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5906 Prüfungsnummer: 2100314

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2165

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Controlled Electrical Drives“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie haben umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise der vielfältigen elektromechanischen Energiewandler kleiner Leistung und verstehen mit den komplexen Besonderheiten dieser Motorengruppe umzugehen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, die Problematik elektromotorisch betriebener Geräte zu erfassen und die Anforderungen gerätespezifisch umzusetzen. Ihre Kenntnisse über die Zusammenhänge des elektromechanischen Energieumsatzes und der thermischen Verhältnisse ermöglichen es ihnen, Schwächen des Motors zu erkennen und an der Weiterentwicklung zu arbeiten. Die Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Analyse des Einsatzfalls und mit der Anpassung des Motors an konstruktive Gegebenheiten des Einbauortes versetzen die Studenten in die Lage, konstruktiv und theoretisch wirksam zu werden. The students of the course Controlled Electrical Drives Coils where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion. The students are able with these basic fundamentals to evaluate the strong ness and the weakness of transformers and inductors. There knowledge for the field assembling and thermal situation will allow evaluating the strong ness and weakness of different transformer designs. The ability to analyze the boundary values and adapt the transformer and inductor will help the students for theoretical and constructional work.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Es sind Kenntnisse zu den Grundlagen elektrischer Maschinen erforderlich. Previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

Drehstrommotoren, asynchron · Käfigläufer Wechselstrommotoren, asynchron · Kondensatormotor, Widerstandshilfsstrangmotor, Spaltpolmotor Drehstrommotoren, synchron · Magnetläufer, Hybridläufer Wechselstrommotoren, synchron · Magnetläufer, Reluktanzläufer, Hystereseläufer Schrittmotoren · Magnetschrittmotor, Reluktanzschrittmotor, Hybridschrittmotor Rotary field motors, asynchronous · Cage runner AC asynchronous motors · Condensator motors AC synchronous motors · Magnetic runner, Hybrid runner AC synchronous motors · Magnetic rotor, switched reluctance motor, Hysteresis runner Step motors · Magnet step motor, Reluctance motor, hybrid motor

## Medienformen

Übungsaufgaben, gedruckte Vorlesungsmanuskripte, spezielle Ausarbeitungen auf der Homepage Scriptum / Training

## Literatur

Stölting, H.-D., Kallenbach, H.: Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Verlag: Hanser; 2006 Stölting, H.-D., Beisse, A.: Elektrische Kleinmaschinen, Teubner Studienbücher; 1996 Vorlesungsmanuskript

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Low Power Drives

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min      Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5908      Prüfungsnummer: 2100316

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 86      SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik      Fachgebiet: 2165

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Low Power Drives“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie haben umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise der vielfältigen elektromechanischen Energiewandler kleiner Leistung und verstehen mit den komplexen Besonderheiten dieser Motorengruppe umzugehen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, die Problematik elektromotorisch betriebener Geräte zu erfassen und die Anforderungen gerätespezifisch umzusetzen. Ihre Kenntnisse über die Zusammenhänge des elektromechanischen Energieumsatzes und der thermischen Verhältnisse ermöglichen es ihnen, Schwächen des Motors zu erkennen und an der Weiterentwicklung zu arbeiten. Die Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Analyse des Anwendungsfalls und mit der Anpassung des Motors an konstruktive Gegebenheiten des Einbauortes versetzen die Studenten in die Lage, konstruktiv und theoretisch wirksam zu werden. The students of the course Low Power Drives where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion. The students are able with these basic fundamentals to evaluate the strong ness and the weakness of transformers and inductors. There knowledge for the field assembling and thermal situation will allow evaluating the strong ness and weakness of different transformer designs. The ability to analyze the boundary values and adapt the transformer and inductor will help the students for theoretical and constructional work.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Es sind Kenntnisse zu den Grundlagen elektrischer Maschinen erforderlich. Previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

Reihenschlusskommutatormotoren, Einphasenasynchronmotoren, Synchronmotoren, Elektronikmotoren, Spezielle Anwendungen in der Fahrzeugtechnik, Schwinganker Series characteristic commutator motor, One phase asynchronous motor, synchronous motor, electronic motor, Special applications in the automotive

### Medienformen

Übungsaufgaben, gedruckte Vorlesungsmanuskripte, spezielle Ausarbeitungen auf der Homepage Scriptum / Training

## Literatur

Stölting, H.-D., Kallenbach, H.: Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Verlag: Hanser; 2006 Stölting, H.-D., Beisse, A., Elektrische Kleinmaschinen, Teubner 1996 Vorlesungsmanuskript

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Realization of Machine Coils

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5907 Prüfungsnummer: 2100315

Fachverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2165

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung „Realization of Machine Coils“ wenden die Studenten ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe an. Sie haben umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise der elektromechanischen Energiewandler und verstehen die Zusammenhänge und Besonderheiten im Bezug auf die konstruktive Gestaltung der Wicklung umzusetzen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, die Problematik und die Randbedingungen der Wicklungsgestaltung zu erfassen und für gerätespezifische Anforderungen Lösungen zu finden. Ihre Kenntnisse über die Zusammenhänge des elektromechanischen Energieumsatzes und der thermischen Verhältnisse ermöglichen es ihnen, Entwürfe vorzunehmen, Stärken und Schwächen von verschiedenen Konzepten zu erkennen, eine Auswahl zu treffen und an der Optimierung zu arbeiten. Die Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Analyse des Einsatzfalls, mit der Anpassung der Wicklung an konstruktive Gegebenheiten des Einbauortes und mit der Realisierung der Anforderungen an das Betriebsverhalten des elektromechanischen Energiewandlers versetzen die Studenten in die Lage, konstruktiv und theoretisch wirksam zu werden. The students of the course Realization of Machine Coils where focused on the electrical engineering, the experimental physics, the engine building and material theory. There will be able to understand and fully describe the energy conversion. They are also able to analyze electro magnetic action as well as the description of and to affect the running behavior. They will receive the basic knowledge's of the electromagnetic power conversion. The students are able with these basic fundamentals to evaluate the strong ness and the weakness of transformers and inductors. There knowledge for the field assembling and thermal situation will allow evaluating the strong ness and weakness of different transformer designs. The ability to analyze the boundary values and adapt the transformer and inductor will help the students for theoretical and constructional work.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik und Mechanik. Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden die Anforderungen. Es sind Kenntnisse zu den Grundlagen elektrischer Maschinen erforderlich. Previous knowledge's are fundamentals in mechanics, experimental physics and mathematics. Basic overview of machine elements and abilities for technical drawings and construction of machine parts would be helpful.

### Inhalt

Wicklungsarten: ·Drehfeldwicklungen ·Kommutatorwicklungen ·Zahnspulenwicklungen ·Erregerwicklungen  
 ·Wicklungsauslegung ·Einteilung nach Funktion und Aufbau ·Aufbau von Wicklungen und Wicklungsteilen ·Definitionen  
 ·Wicklungsentwurf für Kommutatormaschine und Drehfeldmaschine ·Feldaufbau durch Wicklungen, Felderregerkurve und Feldkurve ·Wicklungsfaktor ·Polwicklungen, Wendepolwicklungen Isolation von Wicklungen Types of Windings : ·Winding for the rotating field ·Commutator winding ·Tooth coil winding ·Excitation winding ·Winding concept ·Section in functional and

assembling •Assembling of winding and winding parts •Definitions •Winding evaluation for commutor and rotaru field motors  
•Field assembling of windings, field excitation curve and field curve •Winding factor •Pole winding and interpoles •Insulation of windings

## Medienformen

Übungsaufgaben, gedruckte Vorlesungsmanuskripte Scriptum / Training

## Literatur

G. Müller: Elektrische Maschinen , Grundlagen elektrischer Maschinen, VCH Verlagsgesellschaft; K. Vogt, Berechnung elektrischer Maschinen, Verlag Technik; Vorlesungsmanuskript

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Analytical and Numerical Solution of Electric and Magnetic Fields

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5896

Prüfungsnummer: 2100307

Fachverantwortlich: Dr. Ulrich Lütke

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2166

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen die Berechnungsmethoden zur Lösung von elektrischen und magnetischen Feldproblemen. Sie sind in der Lage, einfache Problemstellungen analytisch zu berechnen. Sie verstehen die Besonderheiten numerischer Lösungsverfahren am Beispiel der Finiten Element Methode. Die Studierenden sind in der Lage mit dem kommerziellen Finite Elemente Programm ANSYS-Workbench elektrische und magnetische Feldprobleme zu simulieren und auszuwerten.

The students should learn to understand the methods of calculation to solve electric and electro-magnetic problems. They should be able to solve analytical field problems. They should understand the specific of numerical methods by using the Finite Element Method. The students should be able to use the commercial program ANSYS-Workbench to solve electric and electro-magnetic problems. They should be able to interpret the results.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik

Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Analytische und Numerische Berechnung von Feldproblemen in der Elektrotechnik Formulierung von Randwertaufgaben Feldtypen, partielle Differentialgleichungen; Randbedingungen; räumliche Dimension; zeitliche Abhängigkeiten; Stoffeigenschaften; Feldverkopplungen; Koordinatensysteme; Vereinfachungen; Skalare Potentialfelder (elektrostatisches Feld, magnetostatisches Feld, Wärmeleitungsprobleme); Vektorielle Felder (elektromagnetisches Feld, Vektorpotential); Mathematisch analoge Felder Analytische Berechnung Eindimensionale Lösungen; Methode der Spiegelung Numerische Näherungsverfahren Finite Element Methode (Verfahren des gewichteten Restes – Galerkinverfahren, Variationsverfahren); Ein- und zweidimensionales Beispiel für die Finite Element Methode; Boundary-Element-Methode; Diskretisierungstechniken Finite Elemente (Form- bzw. Ansatzfunktionen, Eigenschaften); Kanten- und knotenpunktorientierte Elemente; Vernetzungskonzepte; Großdimensionale Gleichungssysteme (Eigenschaften, Lösungsverfahren) Fehlerbetrachtung Fehlerursachen; Prüfung (Vergleich, Bilanzen, Abschätzung) Seminare Berechnung von Beispielen mit ANSYS-Workbench Analytical and numerical calculation of problems in electrical engineering Formulation of differential equations and boundary conditions types of fields, partial differential equations; boundary conditions; dimensions; material properties; time dependent terms; material properties; coupled fields; coordinate systems; simplifications; potential fields (electro-static field, magneto-static field, heat-conduction problems); vector fields (electro-magnetic fields, vector potential); mathematical analogical fields Analytical calculation one dimensional solutions; method of mirroring Numerical methods of solution Finite Element Method (Method of the Weighted Residue – Galerkins Method, Variation Method); one and two dimensional examples for the Finite Element Method; Boundary Element Method Methods of discretization Finite Element (shape functions, characteristics of

shape functions); edge elements; mesh generation; large equation systems (characteristics, solution methods) Possible sources of errors causes of errors; control (comparison, estimation of errors) Tutorial calculation of examples with ANSYS-Workbench

## Medienformen

Der Tafelvortrag wird durch Folienpräsentationen und Videoanimationen ergänzt. Alle wesentlichen Darstellungen werden in gedruckter Form an die Studenten ausgegeben. Übungsaufgaben sind aus dem Intranet durch Studenten abrufbar. Main scientific results are derived on the blackboard. Summaries and repetitions are presented with a laptop. Essential pictures, tables, diagrams etc. are hand out. Exercises are made available on the intranet.

## Literatur

- [1] K. Küpfmüller: Theoretische Elektrotechnik - eine Einführung, 17. bearb. Aufl. - Berlin, Springer-Verlag, 2006.
- [2] A. Kost: Numerische Methoden in der Berechnung elektromagnetischer Felder, Springer-Verlag, 1994.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Electromagnetic Flow Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5898 Prüfungsnummer: 2300371

Fachverantwortlich: apl. Prof.  
 Dr. Christian Karcher

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2346

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sollen die physikalischen Mechanismen der Wechselwirkung zwischen elektromagnetischem Feld und der Strömung von elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten verstehen (Grundlagen der Magnetohydrodynamik). Dieses Wissen soll ihnen erlauben, Methoden zur Strömungsbeeinflussung oder -messung für eine gegebene Industrieanwendung zu beurteilen bzw. auszuwählen.

The students should understand the physics which governs the interaction of magnetic and electric fields with flows of electrically conducting fluids (Basic Magnetohydrodynamics). This knowledge should allow them to identify which flow control or flow measurement methods can be used for a given engineering application.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik  
 Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

#### Vorlesung

Kapitel 0: Wiederholung der Grundgleichungen Grundgleichungen der inkompressiblen Fluidodynamik, Reynolds und Hartmann Zahl, Wechselwirkungsparameter, Maxwell Gleichungen, Skin Effekt, Induktionserwärmung

Kapitel 1: Strömung im homogenem Magnetfeld Hartmann Strömung, Hartmann Pumpe, MHD Generator, konvektive Dämpfung durch ein magnetisches Feld

Kapitel 2: Strömung im inhomogenem Magnetfeld elektromagnetische Pumpe, elektromagnetisches Rühren bei tiefen Frequenzen, Beispiel des kontinuierlichen Stranggießens von Stahl

Kapitel 3: Strömung im hochfrequenten Magnetfeld elektromagnetisches Rühren bei hohen Frequenzen, Formung freier Oberflächen, Instabilitäten freier Oberflächen, Induktionserwärmung

Kapitel 4: Methoden zur Strömungsmessung Strömungsmessung mit elektrischem Potential, Thermoelemente, Strömungsmessung mit Lorentzkräften, Strömungsmessung mit Ultraschall Demonstration

4 Stunden praktische Arbeit in Gruppen von 4 Studenten zur Strömungsmessung mit elektrischem Potential

#### Lecture

Chapter 0: A reminder of the basic equations basic equations of the incompressible fluid dynamics, Reynolds, Hartmann number, interaction parameter, Maxwell equations, skin effect, induction heating

Chapter 1: Flows under homogenous magnetic fields Hartmann flow, Hartmann pump, MHD generator, convection damping by a magnetic field

Chapter 2: Flows under non homogeneous magnetic fields electromagnetic pumps, low frequency electromagnetic stirring, example of the continuous casting of steel

Chapter 3: Flows under high frequency magnetic fields high frequency electromagnetic stirring, free surface forming, free surface instabilities, induction heating

Chapter 4: Flow measurement methods electric potential velocimetry, thermocouples, Lorentz force velocimetry, ultrasound velocimetry demonstration

4 hours practical work by groups of 4 students on electric potential velocimetry

## Medienformen

Wichtige wissenschaftliche Ergebnisse werden an der Tafel abgeleitet. Grafische Beispiele (Bilder, Videos...) werden mit Laptop und Beamer präsentiert.

Main scientific results are derived on the blackboard. Graphical examples (pics, videos...) are presented with a laptop.

## Literatur

[1] R. Moreau: Magnetohydrodynamics, Kluwer academic press, 1990.

[2] P. Davidson: An Introduction to Magnetohydrodynamics, Cambridge University press, 2001.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Industrial Electroheat 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5897 Prüfungsnummer: 2100308

Fachverantwortlich: Dr. Ulrich Lüdtké

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2166

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, typische elektrowärme-technische Einrichtungen zu analysieren und zu dimensionieren. Die Kompetenzen sind ausreichend, um eine praxisrelevante Entwurfsaufgabe zum Lehrgebiet als Abschlussarbeit zu lösen. The students should understand the basic principle of the electroheat. They should be able to solve relevant design problems of the industrial praxis. The practical exercises are first steps in the engineering design process and many exercises have substantial design content.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik  
 Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Wärmeübertragung:

Wärmeleitung (allgemeine Wärmeleitungsgleichung, Randbedingungen, Lösungsmöglichkeiten, thermisches Einkörperproblem); Konvektiver Wärmeübergang (Einfüsse, Strömungsarten, Kennzahl-Gleichungen, Wärmeübergangskoeffizient); Wärmeübergang durch Strahlung (Grundgesetze, Strahlungsaustausch zwischen schwarzen und grauen Flächen, Einstrahlzahlen)

Induktives Erwärmen und Schmelzen:

Induktoren; Ausbreitung des elektromagnetischen Feldes im Halbraum und anderen einfachen Körpern (Vollzylinder, Platte, Hohlzylinder); Ableitung von Feldimpedanzen charakteristischer Einsätze (Werkstücke); Induktorberechnung; Ersatzschaltungen; Stromquellen; Anpassung

Dielektrische Erwärmung:

dielektrische Verluste; Behandlung als Potentialfeld; Berechnung des Arbeitskondensators; Behandlung als Wellenfeld; dielektrischer Halbraum; Reflexion; Feldverteilung; Stromquellen; Anpassung

Indirekte und Direkte Widerstandserwärmung:

Heizleiter- / Heizelemente- Dimensionierung; direkte Widerstandserwärmung über Kontakte und Elektroden; Hochstromleitungen; Stromquellen; Anpassung

In den Übungen werden praxisrelevante Aufgaben gelöst, bei denen werkstofftechnische Fragen (z.B. Einhärtetiefe, Rekristallisation, Aushärten von Klebern) im Vordergrund stehen.

Heat transfer:

heat conduction (Fourier's equation, boundary conditions, solution methods, lumped thermal capacity model); heat convection (fundamentals of convection, types of flow, dimensionless groups, appropriate correlations, convective heat transfer coefficient); thermal radiation (physics of radiation, radiation exchange between black surfaces, shape factors, radiation exchange between diffuse grey surfaces, transfer factors)

Induction heating and melting:

inductors; propagation of the electromagnetic field in the electric conducting half space; depth of penetration (skin depth); surface impedance for different work-pieces (rectangular slab, solid cylinder, hollow cylinder); calculation of inductors ; equivalent electric network; frequency converters; load matching and tuning

Dielectric heating:

dielectric losses; evaluation as scalar potential field; calculation of the working capacitor; load matching and tuning; evaluation as dielectric wave guide as well as dielectric half space; power penetration depth; reflection; field distribution; supply-frequency heating systems; load matching and tuning

Resistance heating:

indirect resistance heating; dimensioning of heating conductors and heating elements; direct resistance heating with contacts and electrodes; high power supply lines; electric power supply; matching

Practical applications are considered in the seminars. Questions regarding material are standing in the foreground (e.g. skin depth, recrystallization, precipitation heat treatment of glue).

## Medienformen

Es wird der Tafelvortrag ergänzt durch Zusammenfassungen mittels vorgefertigter Darstellungen (Folienpräsentation) bevorzugt. Für ausgewählte dynamische Vorgänge und Prozesse werden Videopräsentationen gezeigt.

Anschauungsmaterial (Muster), Laborversuche und Betriebsbesuche ergänzen das Lehrangebot. Alle wesentlichen Darstellungen (Bilder und Tafeln) werden in gedruckter Form an die Studenten ausgegeben.

Main scientific results are derived on the blackboard. Summaries and repetitions are presented with a laptop (pictures and videos). Essential exercises, pictures, tables, diagrams etc. are hand out.

## Literatur

- [1] A. F. Mills: Basic Heat and Mass Transfer, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, ISBN 0-13-096247-3, 1999.
- [2] A. C. Metaxas: Foundations of Electroheat, a unified approach, John Wiley & Sons, Chichester, ISBN 0471956449, 1996.
- [3] Electromagnetic Induction and Conduction in Industry; Paris: Centre Francais de l'Électricité, 1997.
- [4] V. Rudnev, D. Loveless, R. Cook, M. Black: Handbook of Induction Heating, New York, Basel: Marcel Dekker, Inc., ISBN 0-8247-0848-2, 2003.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Dimensioning of Electro-Technological Components

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 7263 Prüfungsnummer: 2100318

Fachverantwortlich: Dr. Ulrich Lüdtke

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2166

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Parameter von Komponenten wie Speisequellen, Kompensationseinrichtungen und Erwärmungsanlagen zu bestimmen und für das spezielle Problem auszulegen. Sie kennen die wesentlichsten Eigenschaften der verschiedenen Verfahren. Sie können das thermische und elektrische System beurteilen. Die Studierenden erkennen die Möglichkeiten der numerischen Simulation als Hilfsmittel zur Auslegung elektrotechnologischer Komponenten.

The students should learn to design important components like power supplies for induction heating and other heating equipment. They should understand the most important properties of different processes. They are able to appraise the thermal and electrical system. The students should realise the options of numerical simulations as recourse for the dimensioning of electro-technological components.

### Vorkenntnisse

Elektroprozess Technik 1, Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik  
 Industrial Electroheat 1, Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Auslegung wichtiger Konstruktionsparameter für Speisequellen und Kompensationseinrichtungen bei Widerstandserwärmung, Kondensatorfelderwärmung, Induktionserwärmung sowie Erwärmung magnetisch polarisierter Teilchen im Wechselfeld

Verlustwärmeableitung (Leitung, Konvektion, Strahlung, Technische Lösungen)

Numerische Simulationen als Hilfsmittel zur Auslegung elektrotechnologischer Komponenten

Dimensioning of important construction design parameters of power supplies and capacitor installations for resistance heating, dielectric heating, induction heating and heating of magnetic dipole in an alternating magnetic field

Heat loss (heat conduction, convection, radiation, technical solutions)

Numerical simulations as recourse for the dimensioning of electro-technological components

### Medienformen

Der Tafelvortrag wird durch Folienpräsentationen und Videoanimationen ergänzt. Alle wesentlichen Darstellungen werden in gedruckter Form an die Studenten ausgegeben. Übungsaufgaben sind aus dem Intranet durch Studenten abrufbar.

Main scientific results are derived on the blackboard. Summaries and repetitions are presented with a laptop. Essential pictures, tables, diagrams etc. are hand out. Exercises are made available on the intranet.

## Literatur

- [1] F. Beneke, H. Pfeifer, B. Nacke und E. Baake: Praxishandbuch Thermoprozesstechnik 1: Grundlagen - Prozesse - Verfahren, Vulkan, 2009.
- [2] F. Beneke, H. Pfeifer und B. Nacke: Praxishandbuch Thermoprozess-Technik 2 - mit CDR: Band II: Prozesse - Komponenten - Sicherheit, Vulkan, 2011.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Industrial Electroheat 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5901

Prüfungsnummer: 2100311

Fachverantwortlich: Dr. Ulrich Lüdtké

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2166

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, typische elektrowärme-technische Einrichtungen zu analysieren und zu dimensionieren. Die Kompetenzen sind ausreichend, um eine praxisrelevante Entwurfsaufgabe zu den behandelten Elektrotechnologien zu lösen.

The students should understand the basic principle of the electroheat. They should be able to choose the right electroheat technique for a given industrial problem. They should master the simplest techniques used to set the dimensions of an electroheat equipment. The practical exercises are first steps in the engineering design process and many have substantial design content.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik

Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Lichtbogenerwärmung:

Gleichstrombogen; Einphasenwechselstrombogen; Lichtbogenöfen; Drehstrom- Hochstromleitung; Kompensation; Filterung; Netzurückwirkungen

Plasmatechnik:

Koronaentladung; Glimmentladung; physikalische Grundlagen; Stromquellen; Anwendungen (Ätzen, Polymerisieren, Implantieren, chemische Reaktionen, Auftragen usw.)

Teilchenstrahlung:

Glühemission; Teilchen- Beschleunigung; Fokussierung; Strahlablenkung; Wirkungen und Anwendungen von Elektronen- und Ionenstrahlen

Temperatur- und elektromagnetische Strahlung:

UV-, Licht- und IR-Strahlung; Laserstrahltechniken

Hochleistungsimpulstechnik:

Funkenentladung; Stromimpulse; magnetische Impulse; Wirkungen und Anwendungen

Elektrochemische Techniken:

Elektrochemische Metallbearbeitung; Elektrophorese, Schmelzflusselektrolyse; Elektrolytische Metallabscheidung

Magnetische Techniken:

Kräfte des magnetischen Feldes; Hochfeldmagnete; Anwendungen (Bremsen, Rühren, Stützen, Magnetofluide, bei Umwandlungsprozessen)

Elektrostatische Techniken:

Kräfte des elektrischen Feldes; Aufladungen (durch Leitung, Ionisation, elektrokinetische Vorgänge); Anwendungen

(Zerstäubung, Beschichtung, Trenn- und Sortierverfahren, Elektrografie)

Arc heating:

Gleichstrombogen; Einphasenwechselstrombogen; Lichtbogenöfen; Drehstrom- Hochstromleitung; Kompensation; Filterung; Netzurückwirkungen

Plasma technology:

Koronaentladung; Glimmentladung; physikalische Grundlagen; Stromquellen; Anwendungen (Ätzen, Polymerisieren, Implantieren, chemische Reaktionen, Auftragen usw.)

Particle radiation:

electron gun (thermionic emission, beam accelerating, focusing system, beam deflection and scanning); ion gun; effects and applications electron and ion beams

Heat and electromagnetic radiation:

UV-, light- und IR-radiation; laser radiation

High performance pulse technology:

electric and magnetic pulses; effects and applications

Electrochemical technologies:

electrochemical machining, electrophoresis, thermo-electrolytic reduction, electro-deposition

Electric- and magnetic techniques:

forces of the electric and magnetic fields; charge processes by conducting, ionisation, and electro-kinetic processes; magnetization; applications (sputtering, coating, separation and sorting of ferrofluids)

## Medienformen

Es wird der Tafelvortrag ergänzt durch Zusammenfassung/Wiederholung mittels vorgefertigter Darstellungen (Folienpräsentation) bevorzugt. Für ausgewählte dynamische Vorgänge und Prozesse werden Videopräsentationen gezeigt. Anschauungsmaterial (Muster) und Laborversuche ergänzen das Lehrangebot. Alle wesentlichen Darstellungen (Bilder und Tafeln) werden in gedruckter Form an die Studenten ausgegeben und sind aus dem Intranet abrufbar.

Main scientific results are derived on the blackboard. Summaries and repetitions are presented with a laptop (pictures and videos). Essential pictures, tables, diagrams etc. are made available on the intranet.

## Literatur

[1] A.C. Metaxas: Foundations of Electroheat: a Unified Approach Chichester, John Wiley & Sons, 1997.

[2] K.J. Binns, P.J. Lawrenson, C.W. Trowbridge: The analytical and numerical solution of electric and magnetic fields, John Wiley & Sons Ltd, 1994.

[3] G. Janzen: Plasmatechnik - Grundlagen, Anwendungen Heidelberg; Hüthig, 1992.

[4] P.A. Davidson, A. Thess: Magnetohydrodynamics; Springer, 2002.

[5] C. Hamann: Elektrochemie, Weinheim [u.a.], Wiley & VCH, 2003.

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Plasma Technologies

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5899

Prüfungsnummer: 2100310

Fachverantwortlich: Dr. Birger Dzur

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2173

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten verstehen die physikalischen Grundlagen des Plasmas sowie die Prinzipien der Plasmagenerierung. Sie kennen die wichtigsten physikalischen Eigenschaften thermischer Plasmen. Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise technischer Plasmaerzeuger und haben einen Überblick über die wichtigsten technischen Anwendungen thermischer Plasmen. Dieses Wissen befähigt die Studenten, plasmatechnologische Konzepte für eine gegebene Aufgabenstellung auszuwählen und mit thermischen Plasmen in der Praxis umzugehen.

The students should understand the principles of plasma physics and plasma generation as well as the mean properties of thermal plasmas. They should know the assembly and function of plasma generators and they should have an overview on the mean technical applications of thermal plasmas. This knowledge should qualify them to select plasma technological concepts for given conceptual formulations and to work with thermal plasmas.

### Vorkenntnisse

Mathematik und Physik für Ingenieure, Grundlagen der Elektrotechnik

Maths and physics for engineers, basics in electrical engineering

### Inhalt

Kapitel 0: Grundlagen des Plasmas Definitionen, natürlich vorkommende Plasmen, kinetische Gastheorie, Ionisationsprozesse, Partikelbewegung im Plasma, Existenzformen von Plasmen

Kapitel 1: Plasmaeigenschaften Elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität, Enthalpie, Viskosität

Kapitel 2: Plasma im thermodynamischen Gleichgewicht Vollständige U-I-Kennlinie, Potenzialverlauf, Zündung und Durchschlag

Kapitel 3: Frei brennende Lichtbögen Katode, Anode und Säule, U-I-Kennlinie, Klassifikation, Anwendungen (Schweißen, Schmelzen, Lichtbogenspritzen, Plasmachemie, Beleuchtung)

Kapitel 4: Gleichstrom-Plasmageneratoren direkte und indirekte Plasmaerzeuger (Aufbau und Bauformen), Anwendungen (Plasmaschneiden und -spritzen, thermische Abfallbehandlung)

Kapitel 5: Das induktiv gekoppelte Hochfrequenzplasma (ICP) Aufbau, Funktionsweise, Anwendungen (Plasmachemie, Pulverbehandlung, Erzeugung von Nanopulvern und -schichten)

Kapitel 6: Plasmadiagnostik einfache Modelle und Methoden für Lichtbögen und DC-Plasmen, Enthalpiesonde, spektroskopische Verfahren

Chapter 0: Fundamentals of the plasma state definitions, plasmas in nature, kinetic gas theory, ionization processes, fluctuations of particles in plasmas, basic existence forms of plasmas

Chapter 1: Plasma properties electrical conductivity, conductivity and capacity of heat, enthalpy, viscosity

Chapter 2: Plasma in thermal equilibrium complete U-I-characteristic, electric potential distribution, ignition and breakdown

Chapter 3: Free burning arcs Cathode, anode, arc column, U-I-characteristic, classification, applications (welding, metallurgy, arc spraying plasma chemistry)

Chapter 4: DC-plasma generators direct and indirect DC-plasma generators (assembly, technical configurations), applications (plasma cutting and spraying, waste treatment)

Chapter 5: Inductively coupled (IC-) thermal plasma assembly, principles of function, applications (plasma chemistry, powder manufacturing, nano powders and coatings, powder modification)

Chapter 6: Plasma diagnostics simple models and methods for arcs and DC-plasmas, enthalpy probe measurement, spectroscopic methods

## Medienformen

Tafelbild, Folien, PowerPoint-Präsentationen, Video, Script

main scientific results are derived on the blackboard, graphical examples (slides, pics, videos...), handouts (script)

## Literatur

[1] M. I. Boulos, P. Fauchais, E. Pfender: Thermal Plasmas - Fundamentals and Applications, Vol. 1, Plenum Press, New York and London, 1994.

[2] A. v. Engel: Electric Plasmas - Their Nature and Uses, Taylor & Francis Ltd., London and New York, 1983.

[3] O. P. Solonenko, M. F. Zhukov: Thermal Plasmas and New Materials Technology, Vol. 1 and 2, Cambridge Interscience Publishing, 1995.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Design of Power Electronic Switches

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5883

Prüfungsnummer: 2100303

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Tobias Reimann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2168

		1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester		V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
						2	1	0														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, leistungselektronische Bauelemente für die Applikation sachgerecht auszuwählen und einzusetzen. Sie kennen die wesentlichsten Eigenschaften der Bauelemente. Sie sind fähig, die optimalen Verfahren zur Ansteuerung und zum Schutz anzuwenden. Sie können das thermische System beurteilen, Verlustleistungen abschätzen und Kühlsysteme auslegen. Sie kennen die Besonderheiten der Bauelemente bei Reihen- und Parallelschaltungen sowie in ZVS/ZCS-Applikationen.

The students are able to choose correctly power semiconductor devices for different typical applications. They should know the static and dynamic characteristics of state-of-the-art power switches. They are able to apply optimised control and protection technologies. They would be able to calculate the power losses and to design the cooling system. They will be familiar with the behaviour in parallel and series connection as well as in ZVS/ZCS application.

### Vorkenntnisse

- Grundlagen der Leistungselektronik  
Basics of Power Electronics
- Grundlagen elektronischer Bauelemente  
Basics of Semiconductor Devices

### Inhalt

- Überblick zu Leistungshalbleiterbauelementen
- Grundlagen des Schaltens und der Kommutierung
- Aufbau, statisches und dynamisches Verhalten von Leistungshalbleiterbauelementen
- Datenblätter von Leistungshalbleiterbauelementen
- Auslegung leistungselektronischer Schalter
- Ansteuerung und Schutz
- Verfahren der Übertragung von Informationen und Hilfsenergie
- Varianten der Zustandserkennung von Schaltern
- Verluste in leistungselektronischen Schaltern
- Temperatur und Kühlung
- Aufbau und Verbindungstechnik, Zuverlässigkeit, Systemintegration
- Parallelschaltung, Reihenschaltung
- Eigenschaften als ZVS und ZCS
- overview power semiconductor devices

- basics of switching and commutation
- structure, static and dynamic behaviour of power semiconductor devices
- data sheets
- design of power electronic switches
- gate drive and protection
- auxiliary power supply and control signal transmission techniques
- status detection of switches
- power losses, temperature calculation, cooling
- packaging, reliability, system integration
- parallel and series connection
- behaviour under ZVS and ZCS conditions

## Medienformen

Skript, Datenblätter, Laborversuche, Bücher, Internet  
script, data sheets, lab demonstration, books, internet

## Literatur

A. Wintrich:

Applikationshandbuch Leistungshalbleiter  
ISBN 978-3-938843-56-7 (2010)

A. Wintrich:

Application Manual Power Semiconductors  
ISBN 978-3-938843-66-6 (2011)

A. Volke:

IGBT Modules: Technologies, Driver and Application  
ISBN 978-3-00-040134-3 (2012)

B.J. Baliga:

Fundamentals of Power Semiconductor Devices  
ISBN 978-0-387-47313-0 (2008)

J. Lutz:

Halbleiter-Leistungsbaulemente: Physik, Eigenschaften, Zuverlässigkeit  
ISBN 978-3-540-34206-9 (2006)

J. Lutz:

Semiconductor Power Devices: Physics, Characteristics, Reliability  
ISBN 978-3-642-11124-2 (2011)

## Detailangaben zum Abschluss

keine

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Technological Power Supply

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5882

Prüfungsnummer: 2100302

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Petzoldt

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2161

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Stromversorgungen für beliebige Anwendungen (spezifische Leistung, Ausgangsspannung, Ausgangsstrom) zu projektieren, zu dimensionieren und umzusetzen. Sie können für den geforderten Einsatzfall die am besten geeignete Grundschaltung auswählen und umsetzen. Sie sind fähig, analoge und digitale Steuerverfahren einzusetzen. Sie sind vertraut mit den Netzanschlussbedingungen, unter denen die Stromversorgung zuverlässig funktionieren soll. Sie können die Zuverlässigkeit von Schaltnetzteilen mit Hard- oder Softwaremaßnahmen wesentlich beeinflussen. The students are able to design and develop power supply for several applications (specified power, output voltage and current). They have to choose the best topology for the given application along with digital/analog control. The designed power supply should comply with grid codes of their class. The design should improve the reliability of the power converter through software and hardware.

### Vorkenntnisse

·Ingenieurwissenschaftliches Grundstudium ·Grundlagen der Leistungselektronik ·Electrical Engineering Basics ·Basics of Power Electronics

### Inhalt

·Grundschaltungen zur Stromversorgungstechnik ·Grundprinzipien der potentialfreien Energieübertragung Sperr- und Durchflusswandlerprinzip Eintransistorschaltungen Mittelpunkt- und Brückenschaltungen ·hart schaltende Technik ·Resonanz- und Quasiresonanztechnik ·Power Factor Controller (PFC)-Schaltungen ·Verfahren zur Steuerung und Regelung ·Schutzalgorithmen, Hardwareschutz ·Basic circuits of power supply ·Basic principles of non-isolated power transfer ·Push/pull dc-dc converters ·Flyback converter ·Center tap and bridge topologies ·Hard switching techniques ·Resonance and quasi resonance techniques ·Power factor controller topology ·Feedback and feedforward control ·Protection algorithm, hardware protection circuits

### Medienformen

Arbeitsblätter, Simulationsmodelle, Projektarbeit work sheets, simulation models, project work

### Literatur

- B. K. Bose: „Modern power electronics” - Mohan, N.; Undeland, T.M.; Robbins, W.P: “Power Electronics-Converters, Application, Design”

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Active Filters and Power Flow Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5885 Prüfungsnummer: 2100304

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Petzoldt

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2161

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, elektrische Netze und Verbraucher zu analysieren und die richtigen Maßnahmen zur Verbesserung oder Absicherung der Energiequalität des Netzknotenpunktes zu ermitteln und die geeigneten Schaltungen zur Verbesserung der Eigenschaften auszuwählen. Sie sind fähig, für vorhandene elektrische Netze aktive Filter zu projektieren, auszulegen und in Betrieb zu setzen. Sie sind in der Lage, die Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiequalität einzuschätzen und die geeigneten Filtertopologien auszuwählen. Sie können bei Notwendigkeit sehr große Systeme simulieren, diese analysieren, um optimale Strukturen und Parameter zu finden. The students are able to analyse the electrical grid and loads, to develop a method and to identify the right topology to improve the power quality. They should be able to develop and implement active filter topologies. They will be able to identify the possibility of improving the power quality and to design the corresponding filter topology. If necessary, they should be able to simulate the complex systems, to find the optimal system configuration.

### Vorkenntnisse

- Grundlagen der Leistungselektronik
- Grundkenntnisse zum Simulationssystem Matlab/Simulink
- Basics of Power Electronics
- Basic knowledge about Simulation using Matlab/Simulink

### Inhalt

- Netzurückwirkung von Gleichrichterschaltungen
- Filterkreise am Netzanschlusspunkt
- Power Factor Correction (PFC)- Methoden
  - am einphasigen Netz
  - am Drehstromnetz
- aktive Filter zur Oberschwingungskompensation
  - Parallelfiler (shunt active Filter)
  - Reihenfilter (series active Filter)
  - Hybridfilter (hybrid active Filter)
- Energetische Betrachtungen des Zusammenwirkens des leistungselektronischen Stellgliedes mit dem elektrischen Netz
- Anforderungen an die Steuerung und Regelung
- einsetzbare Komponenten (technische Umsetzung)
- Netzausfallerkennung
- Simulation des Gesamtsystems

- Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit
- Power quality
- Power factor correction methods
- Passive filters for reactive power and harmonic compensation
- Active power filters for reactive power and harmonic compensation
  - shunt active filters
  - series active filters
  - hybrid active filters
- Interconnection between mains and converters
- Demands on the control circuits
- Technical realisation of active power filters
- Mains failure detection
- Simulations of active filters
- Problems on EMI/EMC

## Medienformen

Arbeitsblätter, Rechnerübung, Exkursion, Projektarbeit, Simulationen work sheets, PC training, excursion, project work, simulation

## Literatur

- Tagungsbände der bekannten internationalen Leistungselektroniktagungen des IEEE
- IEEE-Zeitschriften "Transactions on Power Electronics", "Transactions on Industrial Applications"
- Proceedings of the well known IEEE conferences for power electronics
- IEEE-Journal "Transactions on Power Electronics", "Transactions on Industrial Applications"

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Digital Machines for Driver Signal Generation

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5887 Prüfungsnummer: 2100306

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Petzoldt

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2161

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Ansteuerschaltungen für verschiedene leistungselektronische Schaltungen zu projektieren, zu dimensionieren und umzusetzen. Sie können das für den geforderten Einsatzfall am besten geeignete Verfahren auswählen und umsetzen. Sie sind befähigt, analoge und digitale Ansteuerverfahren und deren Realisierung umzusetzen. Sie sind mit einsetzbaren typischen Softwareentwicklungswerkzeugen vertraut, können diese für programmierbare Logikschaltkreise und für ausgewählte Mikrorechner anwenden. Sie können spezielle Ansteuerschaltkreise auswählen und die notwendigen Beschaltungen für die Applikation umsetzen und in Betrieb nehmen.

The students are able to do projects by designing the control structure/drive circuits for different power electronic converters in order to dimension it and finally realise it. They can choose and realise a particular technique/solving method suitable for the required case study. They are able to design, develop and implement the analog and digital control technique. They will become familiar with different software programming tools, and with the help of these tools, they will be able to program different FPGA and microcontrollers. They will be able to choose special control ICs for their particular topology/application in order to realise it and to bring into operation.

### Vorkenntnisse

- Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik
- Grundlagen der Leistungselektronik
- Basics of digital circuitry · Basics of Power Electronics

### Inhalt

- Ansteuerung von DC-DC-Stellern · Ansteuerverfahren netzgelöschter Stromrichter
- Prinzip der Zündverzögerung · PLL-Strukturen zur Netzsynchronisation
- Ansteuerautomat für Pulswechselrichter mit Unterschwingungsverfahren und Raumvektormodulation
- Applikation mit programmierbarer Logik, Mikrocontroller und DSP
- Realisierung mit Mikrocontroller (8 bis 32 bit) für kleine und hohe Pulsfrequenzen
- Realisierung mit programmierbarer Logik (GAL, FPGA, CPLD)
- Logikentwurf mit VHDL
- Control algorithm of dc-dc converters
- Control methods of grid controlled converters · Principle of firing angle delay
- PLL-structures for grid synchronization
- Control method for PWM-inverter with sine triangle modulation and space vector modulation
- Application with programmable logic, microcontroller and DSP
- Implementation with microcontroller (8 to 32 bit) for lower and higher pulse frequency

· Implementation with programmable logic (GAL, FPGA, CPLD) · Logic design using VHDL

## Medienformen

Arbeitsblätter, Programmierung von Controllern und Logikschaltkreisen, Projektarbeit, Simulationen

work sheets, programming of controller and logic arrays, project work, simulation

## Literatur

Beschreibung/Dokumentation der Programmierertools für programmierbare Logik von den Firmen XILINX und Altera

Instructions/Documentation of the programming tools for programmable logic arrays of the companies XILINX and Altera

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Modelling and Simulation in Power Electronic Systems

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5886

Prüfungsnummer: 2100305

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Petzoldt

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 75

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2161

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sind in der Lage die für das zu lösende Problem geeigneten Simulationssysteme auszuwählen. Sie sind befähigt die verschiedenen Simulationssysteme entsprechend der erforderlichen Näherungsstufe gezielt einzusetzen und zu parametrieren. Sie sind in der Lage technische Felder zu simulieren. Weiterhin sind sie befähigt auch umfangreiche leistungselektronische Schaltungen und Systeme nachzubilden, um die zeitlichen Verläufe interessierender Größen zu bestimmen, daraus die Beanspruchung der Bauelemente abzuleiten und damit die Schaltungen zu dimensionieren. The students are able to find a solution of a given problem using appropriate simulation packages. They are qualified to use different simulation packages for the required simulation depth and to parameterise the total simulation model. They are able to simulate technical fields (thermal, electrostatic, electromagnetic field). Furthermore they will be able to extensively construct power electronic topologies and systems, so as to perform a time simulation to evaluate certain parameters, thereby to characterize the power switches, leading to the dimensioning of the power electronic topology.

### Vorkenntnisse

·Ingenieurtechnisches Grundlagenstudium ·Electrical Engineering Basics

### Inhalt

·Numerische Berechnung elektrostatischer Felder und Temperaturfelder mit der Methode der Finiten Elemente (Differentialgleichungen, verschiedene Formulierungen, Lösungsansätze, Galerkinverfahren, Randbedingungen, Gitternetzgenerierung, Anwendungsbeispiele, Fehlerbetrachtung) ·Berechnung einfacher Standardprobleme mit ANSYS ·Berechnung einfacher verkoppelter Standardprobleme mit ANSYS ·ereignisgesteuerte Berechnung von Differentialgleichungen ·Ereigniserkennung in elektrotechnischen Systemen ·kontinuierliche Modelle von Schaltnetzwerken ·Diskontinuierliche Modelle mit idealen Schaltern, Zweipolige Schaltermodelle, Dreipolige Schaltermodelle ·Numerical simulations ·Temperature field simulation with FEM ·Standard calculations with ANSYS ·Coupled calculations with ANSYS ·Event triggered calculation of differential equations ·Event detection in electrical systems ·Continuous models of networks ·Discontinuous models with ideal switches, two and tree pole models of power electronics switches

### Medienformen

Arbeitsblätter, Rechnerübung, Exkursion, Projektarbeit, Simulationen work sheets, PC training, excursion, project work, simulation

### Literatur

Grundlagen/Dokumentation zum Simulationssystem Matlab/Simulink Grundlagen/Dokumentation zum Simulationssystem ANSYS Basics/Documentation to the simulation system Matlab/Simulink Basics/Documentation to the simulation system

ANSYS

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Medium Voltage and High-Voltage Switchgear

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5875

Prüfungsnummer: 2100297

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Übersicht und grundlegendes Verständnis zum Aufbau, Funktionsweise von Hoch- und Mittelspannungsschaltanlagen und zur Spezifik der eingesetzten Schaltgeräte, Selbstständige Projektierung von elektrischen Schaltanlagen, Analytisches Denken und kreatives Denken, betriebswirtschaftliche Betrachtungen, Projektarbeit, Arbeitsorganisation, Teamorientierung  
General survey and basic understanding to the design, the functionality of medium voltage and high voltage switchgear and for the peculiarity of the used switching devices, Business economical considerations, project work

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss 1. Semester successful degree of the first semester

### Inhalt

- Gestaltung von Elektroenergieversorgungssystemen in der Hochspannung - Grundlagen der Netz- und Anlagentechnik - Mittelspannungs-Schaltanlagen und -Schaltgeräte - Hoch- und Höchstspannungs-Schaltanlagen und - Schaltgeräte - Projektierung, Bemessung, Errichtung von Schaltanlagen, Isolationskoordination - Schutz- und Leittechnik in Schaltanlagen - Elektrische und mechanische Anforderungen an Betriebsmittel in Schaltanlagen, Umweltbedingungen für Hochspannungsgeräte - Structure of electrical power supply systems at high voltage - Basics of power transmission and distribution network installations - Medium-voltage switchgear and substations - High and extra-high voltage switchgear and substations - Project planning, rating, installation of switchgear - Insulation co-ordination, short-circuit current calculation, protection and substation control, grounding, lightning protection - Electrical and mechanical requirements of equipment in substations, environmental conditions for high-voltage devices

### Medienformen

Skript, Tafel, Beamer, Power-Point-Präsentation, Übungen, Folien script, blackboard, projector, Power-Point-Presentation, exercise, transparency

### Literatur

- Gremmel, H. (Hrsg.); Kopatsch, G.: ABB Schaltanlagen Handbuch, 11. Auflage, Cornelsen, Berlin, 2007 - Schwab, A.J.: Elektroenergiesysteme; Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006 - Heuck, K.; Dettmann, K.-D.: Elektrische Energieversorgung, Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, 6. Auflage, Fried. Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2005 - Böhme, H.: Mittelspannungstechnik, Schaltanlagen berechnen und entwerfen, 2. Auflage, HUSS-Medien, Verlag Technik, Berlin, 2005 - Doemeland, W.; Götz, K.: Handbuch Schutztechnik, Grundlagen • Schutzsysteme • Inbetriebsetzung, 8. Auflage, HUSS-Medien, Berlin, VDE Verlag, Offenbach, 2007 - Schlabbach, J.:

Elektroenergieversorgung, Betriebsmittel, Netze, Kennzahlen und Auswirkungen der elektrischen Energieversorgung, 2. Auflage, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 2003 - Schlabbach, J. (Hrsg.); Metz, D.: Netzsystemtechnik, Planung und Projektierung von Netzen und Anlagen der Elektroenergieversorgung, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 2005 - Böning, W. (Hrsg.): Hütte, Taschenbücher der Technik, Elektrische Energietechnik, Band 2 Geräte, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1978 - Hosemann, G. (Hrsg.): Hütte, Taschenbücher der Technik, Elektrische Energietechnik, Band 3 Netze, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1988, ISBN: 3-540-15359-4 - Garzon, R.D.: High Voltage Circuit Breakers, Design and Applications, 2nd edition, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 2002 - Flurschein, C.H.: Power circuit breaker theory and design, Peter Peregrinus LTD., IEE Power Engineering Series 1, Revised Edition, 1982

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Modelling and Simulation of Switching Devices

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5880 Prüfungsnummer: 2100298

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, schaltgerätetypische Fragestellungen bezüglich Modellbildung und Simulation durch kommerzielle Programmsysteme zu lösen. Das analytische und systematische Denken ist ausgeprägt. Arbeitsorganisation und Teamorientierung werden gefördert. General survey and basic understanding of the modelling and simulation of switching devices, Solving of mathematical equations, Analytical and methodical thinking will be trained.

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss 1. und 2. Semester, Spezialisierung Schaltgeräte und Hochspannungstechnologie successful degree of the first and the second semester, specialised in switching devices and high voltage technology

### Inhalt

·Physikalische Grundlagen für die Modellbildung und Simulation von mechanischen, thermischen, elektromagnetischen und plasmaphysikalischen Problemstellungen ·Modellbildung und Simulation für elektromagnetische Antriebe der Schaltgeräte (E-Magnetsysteme, Klappankersysteme) ·Modellbildung und Simulation von thermischen Fragestellungen (Dauererwärmung von Kontaktsystemen, Kurzzeiterwärmung, Modellbildung von Kontaktstellen) ·Modellbildung und Simulation zum Lichtbogenverhalten von Schaltgeräten der Nieder- und Hochspannungstechnik - Analyzing the mechanical sttructure of the drive system and building a model for preparing the simulation - Methods for calculating the mechanical substructure (Simulink, SimMechanics ...) - Evaluation of the electrical and magnetic fields on a concrete arrangement (Maxwell) - Simulation of the heating inside the switching devices (ANSYS) - CFD-simulation with FLUENT

### Medienformen

Rechnerpraktikum, Tafel, Beamer, Präsentationen, Exponate practical work , blackboard, beamer, presentations, computer exercises

### Literatur

·Haddad, A.; Warne, D.: Advances in High Voltage Engineering, IEE Power and Energy Series 40, UK 2005 ·Reece, A. B. J.; Preston, T. W.: Finite Elemente Methods in Electrical Power Engineering, Oxford University Press, 2000 ·Flurschein, C. H.: Power Circuit breaker theory and Design, IEE Power Engineering Peregrins, London, 1975 ·Conference Proceedings Gas Discharges, Holm Conference

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen





## Switching Devices

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5874 Prüfungsnummer: 2100296

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Übersicht und grundlegendes Verständnis zu mechanischen Schaltgeräten, deren physikalischen Wirkprinzipien und zum Schaltlichtbogen im Besonderen, Kenntnisse zur Vorgehensweise bei der Simulation ausgewählter Mechanismen und Messung physikalischer Größen, Verknüpfung von physikalischem Denken und Ingenieurdenken, Förderung experimenteller Fähigkeiten  
 Overview and basically understanding of mechanical circuit breaker devices and relevant physical effects, especially of electrical arc, Practical experiences in measurement of electrical values (voltage, current, electric and magnetic strength) and construction/ design of an electrode configuration in a team work, Presentation of results of the experimental project

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss 1. Semester successful degree of the first semester

### Inhalt

·Physik des Lichtbogens in Gasen ·Modellbildung des Schaltlichtbogens ·Physik des Lichtbogens im Vakuum und Öl  
 ·Kontaktphysik ·Antriebe von Schaltgeräten ·Niederspannungsschaltgeräte ·Schaltgeräte für Mittel- und Hochspannung  
 ·Elektrische Sicherungen - Physics of the electric arc in gases (characteristics of arc plasma, mechanism of charge carrier generation, characteristic of dc-arc, interaction of electrical arc and network, arc in N2 and SF6 in comparison, possibilities to influence electrical arc in switching devices) - Modelling of electric arc (electric arc behaviour in the network using bb-models, arc extinction using CFD-programs) - Physics of electrical arc in oil and vacuum (function of oil- and vacuum circuit breakers) - Physics on contacts, electrode effects, contact materials - Kind and function of circuit breaker drives - Low voltage switching devices, relay - Switching devices for medium voltage - Circuit breakers and disconnectors for medium and high-voltage (puffer c. b., selfblast c. b., controlled switching, diagnostic) - Electric fuses (selectivity of fuses and switching devices)

### Medienformen

Skript, Video, Schnittmodelle, Exponate, experimentelle Vorführungen script, video, models, experiments

### Literatur

·Holm, R.: Electric Contacts Theory and Applications; Reprint of edition 1967; Springer Verlag 2000 ·Flurschein, C. H.: Power circuit breaker theory and design; Peregrinus, London 1975 ·Nakanishi, Kunio et. al.: Switching Phenomena in High-Voltage Circuit Breakers, Dekker, New York 1991 ·Greenwood, Allan: Vakuum Switchgear; IEE 1994 ·Wright, A.; Newbery, P. G.: Electric Fuses, 2nd edition, IEE London 1995

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Diagnosics of Electric Power Devices

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5877 Prüfungsnummer: 2100299

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Übersicht und grundlegendes Verständnis zu Verfahren und Methoden der Technischen Diagnostik, analytisches, übergreifendes und ökonomisches Ingenieurdenken, praktischer Umgang mit Messtechnik und Diagnosegeräten, Fähigkeit zur Auswertung von aktuellen Fachartikeln und zur Präsentation der Grundaussagen dieser Artikel  
 Overview and basic understanding of test- and diagnostic methods concerning electrical devices of electrical power engineering, practical training in test methods, presentation of the ideas of professional articles

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss 1. Semester successful degree of the first semester

### Inhalt

- Ziele, Aufgaben von Prüfungen - Monitoring und Zustandsbewertung von Betriebsmitteln der Elektrischen Energietechnik - Prüfeinrichtungen, Prüfnormen und Durchführung von Geräte- und Systemprüfungen statistische Methoden, Alterungsmodelle - Teilentladungen (Mechanismen und Arten von TE, Messmethoden und -geräte) - Dielektrische Diagnose fester und flüssiger Isoliermaterialien - Diagnose und Assetmanagement - Diagnosemethoden für ausgewählte Betriebsmittel, wie Kabel und Kabelgarnituren, Transformatoren, Generatoren und Maschinen, Nieder- und Hochspannungsschaltgeräten - GIS, GIL - Aims, tasks and philosophy of diagnostics - Voltage strength (breakdown voltage at different voltage characteristics, test systems, statistical methods, models of aging) - Partial discharges (mechanism and kinds of partial discharges, measurements methods and devices) - Measurement of dissipation factor and capacity for isolation diagnostic - Dielectric diagnosis of solid and liquid isolation materials (effect of polarisation, gas in oil analysis) - Diagnostics of cable systems - Diagnostics of transformers - Diagnostics of power generators and machines - Diagnostics of low and high voltage switching devices - Diagnostics of GIS and high voltage transmission-systems - Diagnostics and asset-management

### Medienformen

Skript, Video, Exponate, experimentelle Vorführungen, Praktika script, video, experiments, practical work

### Literatur

König, D.; Rao, Y. N.: Partial discharges in Electrical Power Systems, vde-verlag gmbh, Berlin, 1993 Porzel u. a.: Diagnostik der elektrischen Energietechnik, expert-Verlag, 1996 Flurschein, C. H.: Power circuit breaker theory and design, Peregrinus, London, 1975 Conference proceedings CIGRE-publications

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Technology of Low-Voltage Switching Devices

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5879 Prüfungsnummer: 2100301

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, schaltgerätetypische Fragestellungen zu lösen und neue Lösungen zu erarbeiten. Sie können moderne Methoden der Portfoliotechnik, der Computersimulation, der Spezialmesstechnik und das Simultaneous Engineering anwenden. Das analytische und kreative Denken ist ausgeprägt. Teamorientierung, Präsentationstechnik und Arbeitsorganisation werden ausgeprägt. General survey and basic understanding of the construction and operation of low voltage switching devices. Analytical and methodical thinking will be trained, business economical considerations, project work.

### Vorkenntnisse

· erfolgreicher Abschluss 1. und 2. Semester Spezialisierung Schaltgeräte- und Hochspannungstechnologie successful degree of the first and the second semester, specialised switching devices and high voltage technologies

### Inhalt

· Technologieentwicklung/-portfolio bei NS-Schaltgeräten · Technologietrends/Delphi-Studie · Konstruktion von NS-Schaltgeräten · Schütze, Einschaltvorgang, Ausschaltvorgang · Leistungsschalter, Auslösekennlinie, Löschrinzip  
 · Vakuumschalter · Motorschutzschalter · Computersimulationen (Magnetfeld, Temperatur, Mechanik) · Lichtbogensimulation  
 · Prüfungen, Normung, Lebensdauer, Hochstrom, Spezialmesstechnik/Erwärmung - Technology, Development, Portfolio of Low-voltage Switching Devices - Construction and Operation of Switching Devices - Contactors, Mechanical Arrangement, Closing Process - Vacuum Interrupters - Motor starters - Computer Simulation (Magnetic field, mechanis, temperature) - Simulation of arcing behaviour - Test methods, test standards - Special measurement technics

### Medienformen

Skript, Video, Schnittmodelle, Exponate, Vorführungen, Rechnerübungen Script, video, examples of real devices, experimental, computer exercises

### Literatur

Slade, G.: Electrical Contacts, Principles and Application; Marcel Dekker Inc. 1999 Kussy, F. W.: Design Fundamentals for Low-Voltage Distri-Warren, J. L.: bution and Control; Marcel Dekker 1987 Holm, R.: Electric Contacts Theory and Applications Reprint of edition 1967; Springer Verlag 2000 Lindmayer, M.: Schaltgeräte Springer Verlag 1987

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen



## Transient Process in Switchgears

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5878 Prüfungsnummer: 2100300

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2162

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Analyse der Entstehung und des Verlaufes der transienten Vorgänge, Entwicklung von Ersatzschaltbildern, Nutzung von Simulationsprogrammen Analysis of origin and behaviour of transient processes, development of equivalent schemes, application of simulation tools

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss 1. Semester succesful conclusion of the first semester

### Inhalt

- Übersicht über transiente Vorgänge - Elektromechanische Vorgänge/Stabilität - Ersatzschaltbilder von elektrischen Betriebsmitteln - Schalterbeanspruchungen beim Unterbrechen von Klemmenkurzschlüssen, Abstandskurzschlüssen, Doppelerdschlüssen und beim asynchronen Schalten - Schalterbeanspruchungen von Generatorleitungsschaltern - Schaltüberspannungen beim Unterbrechen von kleinen induktiven Strömen und beim Einschalten von Leitungen - Stromausgleichsvorgänge - Wanderwellenvorgänge - Ausgleichsvorgänge in GIS - Overview concerning transient processes - Electromechanical processes/stability - Equivalent schemes of electrical equipments - Stresses of circuit breakers: during interruption of terminal faults, double earth faults and during out-of-phase switching - Stresses of generator circuit breakers - Switching overvoltages: during interruption of small inductive currents and during switch-on of lines - Transient current processes - Travelling waves processes - Transient processes in GIS

### Medienformen

Tafel, Beamer, Power-Point-Präsentationen, Rechnerseminar, Skript blackboard, Beamer, Power-Point-Presentations, Computer tutorial, lecture notes

### Literatur

- Noack, F.: Schalterbeanspruchungen in Hochspannungsnetzen, Verlag Technik Berlin, 1980 - Koettnitz, H.: Grundlagen elektrischer Betriebsvorgänge in Elektroenergiesystemen, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1986 - Miri, A. M.: Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen, Springer Verlag Berlin, 2000 - Pavella, M.; Murthy, P. G.: Transient Stability of Power Systems, John Wiley & Sons, New York, 1994 - Meliopoulos, A. P. S.: Power System Grounding Transients, Marcel Dekker Inc., New York, 1988 - Greenwood, A.: Electrical Transients in Power Systems, John Wiley & Sons Inc., New York, 1991

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Fuzzy- and Neuro Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5912

Prüfungsnummer: 2200095

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Informatik und Automatisierung

Fachgebiet: 2211

		1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester		V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
						2	1	0														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Aneignung von Kenntnissen und praktischen Fertigkeiten beim Entwurf von Fuzzy- und Neuro-Systemen zur Anwendung auf den Gebieten der Modellbildung, des Entwurfs regelungstechnischer Systeme und der Lösung von Klassifikationsaufgaben in wissensbasierten Entscheidungshilfesystemen. Kennenlernen von Basismechanismen und Anwendungsgebieten von Evolutionären Algorithmen.

### Vorkenntnisse

Abschluss der Grundausbildung in Mathematik, Regelungstechnik, Systemanalyse

### Inhalt

Grundlagen der Fuzzy-Theorie, Module des Fuzzy-Systems, Kennlinien und Kennflächen von Fuzzy-Systemen, Fuzzy-Modellbildungsstrategien, Fuzzy-Klassifikation und -Klassensteuerung, optimaler Entwurf von Fuzzy-Steuerungen und Regelungen, adaptive/lernende Fuzzy-Konzepte, Beispiele aus Technik, verwendete Tools: Fuzzy-Control Design Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox für MATLAB.

Theoretische Grundlagen Künstlicher Neuronaler Netze. Lernstrategien (Hebbsches Lernen, Delta-Regel Lernen, Competitives Lernen). Vorstellung grundlegender Netzwerktypen wie Perzeptron, Adaline, Madaline, Back-Propagation Netze, Kohonen-Netze. Modellbildung mit Hilfe Neuronaler Netze für statische (Polynommodell) und dynamische (Differenzgleichungsmodell, Volterra-Reihen-Modell) nichtlineare Systeme einschließlich entsprechender Anwendungshinweise (Fehlermöglichkeiten, Datenvorverarbeitung, Gestaltung des Lernprozesses). Strukturen zur Steuerung/Regelung mit Hilfe Neuronaler Netze (Kopieren eines konventionellen Reglers, Inverses Systemmodell, Internal Model Control, Model Predictive Control, direktes Training eines neuronalen Reglers, Reinforcement Learning). Methoden zur Neuro-Klassifikation (Backpropagation, Learning Vector Quantization). Anwendungsbeispiele und Vorstellung von Entwicklungstools für Künstliche Neuronale Netze, verwendete Tools: Neural Network Toolbox für MATLAB, HALCON, NeuralWorks Professional.

### Medienformen

Bei der Vorlesung werden über Beamer die wichtigsten Skizzen, Gleichungen und Strukturen dargestellt. Einfache Beispiele, das Herleiten von Gleichungen und die Erstellung von Strukturen werden anhand von Tafelbildern entwickelt. Zusätzlich wird der Lehrstoff mit Beispielen unter Verwendung der in MATLAB vorhandenen Toolboxen anhand untermauert. Die Vorlesungsfolien und das Skript können als PDF-Dokument heruntergeladen werden. Es findet zusätzlich zur Vorlesung alle zwei Wochen ein rechnergestütztes Seminar statt, in welchem die Studenten unter Verwendung von MATLAB/Simulink Aufgaben im Bereich der Modellbildung, Regelung und Klassifikation mit Fuzzy und Neuro Methoden lösen.

### Literatur

- Adamy J.: Fuzzy Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen Shaker Verlag, Aachen 2005.
- Koch M., Kuhn Th., Wernstedt J.: Fuzzy Control – Optimale Nachbildung und Entwurf optimaler Entscheidungen, Oldenbourg, München, 1996.
- Kiendl H.: Fuzzy Control methodenorientiert, Oldenbourg, München 1997.
- D. Patterson: Künstliche Neuronale Netze, München,...: Prentice Hall, 1996. R. Brause: Neuronale Netze, Stuttgart: Teubner, 1995. K. Warwick, G.W.Irwin, K.J. Hunt: Neural networks for control and systems, London: Peter Pelegrinus Ltd., 1992.
- Schöneburg E., Heinzmann F., Fedderson S.: Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien, Addison-Wesley, 1994.
- Rechenberg I.: Evolutionsstrategie '94, frommann-holzboog, 1994

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT
- Master Electrical Power and Control Engineering 2008
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

## Nichtlineare Regelungssysteme 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5910 Prüfungsnummer: 2200174

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2213

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden sind in der Lage, die Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen nichtlinearer dynamischer Systemmodelle zu untersuchen.
- Die Studierenden können typische nichtlineare Phänomene wie z.B. Grenzzyklen oder endliche Entweichzeit einordnen und analysieren.
- Die Studierenden können Eigenschaften von nichtlinearen Systemen zweiter Ordnung in der Phasenebene analysieren und beurteilen.
- Die Studierenden können die Stabilität von Ruhelagen nichtlinearer Systeme überprüfen und beurteilen.
- Für die Klasse der Euler-Lagrange-Systeme können die Studierenden Betriebspunkt- und Folgeregelungen entwerfen.
- Die Studierenden können adaptive Regelungen mit Hilfe der Lyapunov-Theorie entwerfen.
- Die Studierenden können Regelungen zur Verbesserung des Einzugsbereichs entwerfen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse über Zustandsraumverfahren, z.B. aus Regelungs- und Systemtechnik 2

### Inhalt

<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-1>

### Medienformen

Entwicklung an der Tafel, Beiblätter, Übungsblätter und Simulationsbeispiele unter:  
<http://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/nichtlineare-regelungssysteme-1>

### Literatur

- Khalil, H., Nonlinear Systems, Prentice Hall, 1996
- Slotine, J.-J., Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- Sontag, E., Mathematical Control Theory, Springer, 1998
- Spong, M., Hutchinson, S., Vidyasagar, M., Robot Modeling and Control, Wiley, 2005
- Vidyasagar, M., Nonlinear Systems Analysis, SIAM, 2002

### Detailangaben zum Abschluss

Ohne.

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Optimal Control

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester  
 Englisch

Fachnummer: 5911 Prüfungsnummer: 2200250

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Diese Veranstaltung liefert Grundlagen der Optimalregelungsalgorithmen und dynamischen Optimierungsmethoden für industrielle Prozesse. The course provides fundamentals of optimal control and optimization methods for engineering processes

### Vorkenntnisse

Basic Control Theory + Advanced Control Systems

### Inhalt

Auf Deutsch: 1. Formulierung optimaler Steuerungsprobleme •Ziel der optimaler Steuerung, Zielfunktion •Modelle der zu steuernden Systeme •Beschränkung der Variable 2. Verfahren der Variation •Optimalitätsbedingungen •Variation eines Funktionales •Euler-Lagrange-Method 3. Indirekte Lösungsmethode •Das Maximum-Prinzip •Die dynamische Programmierung •Optimal-Riccati-Regler 4. Einführung in die nichtlineare Optimierung •Lösung Optimierungsprobleme ohne Beschränkungen • Lösung Optimierungsprobleme mit Beschränkungen •Sequentiell quadratische Programmierung 5. Direkte Lösungsmethode zur optimalen Steuerung •Kollokationsverfahren •Simultane Verfahren •Sequentielle Verfahren Auf Englisch: 1. Formulation of optimal control problems ·Aims of optimal control, cost function ·Model description ·Variable constraints 2. Calculus of variation ·Optimality condition ·Variation of functional ·Euler-Lagrange method 3. Indirect solution methods of optimal control ·The Maximum principle ·Dynamic programming ·Optimal Riccati controller 4. Nonlinear programming ·Solving unconstrained problems ·Solving constrained problems ·Sequential quadratic programming 5. Direct methods of optimal control ·Collocation on finite elements ·Sequential approach ·Simultaneous approach

### Medienformen

Powerpoint slices + blackboard

### Literatur

R. F. Stengel, Optimal Control and Estimation, Dover Publications, 1994 J. Macki, Introduction to Optimal Control Theory, Springer, 1998 D. G. Hull, Optimal Control Theory for Applications, Springer, 2003

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Diagnosis and Prediction

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5914 Prüfungsnummer: 2200252

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Ament

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2211

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, technische Systeme hinsichtlich der Diagnosemöglichkeiten zu bewerten und eigenständig Lösungen für Diagnoseaufgaben zu erarbeiten. Sie sind weiterhin in der Lage Systeme und Zeitreihen hinsichtlich ihrer Vorhersagbarkeit zu analysieren und mit Hilfe systemtechnischer Methoden Vorhersagen für unterschiedliche Zeithorizonte zu realisieren. Durch die Kombination von Methoden der Diagnose und Vorehrsage lösen die Studierenden Aufgaben auf dem Gebiet der prädiktiven Diagnose. Die Studierenden wenden moderne Methoden der Prozess- und Systemanalyse sowie moderne Computersimulationssysteme an. Teamorientierung, Präsentationstechnik und Arbeitsorganisation werden ausgeprägt.

### Vorkenntnisse

Abschluss der Grundausbildung in Mathematik, Regelungstechnik, Systemanalyse

### Inhalt

#### Diagnose

- Auswertung von Signalen und Zuständen
- Verwendung von Systemmodellen
- Berechnung von Kennwerten
- Klassifikationsverfahren
- Modellreferenzverfahren
- Wissensbasierte Verfahren

#### Vorhersage

- Vorhersagbarkeit
- Prognoseprozess
- Primärdatenaufbereitung
- Vorhersage mit deterministischen Signalmodellen
- Vorhersage mit stochastischen Signalmodellen
- Musterbasierte Vorhersage
- Konnektionistische Verfahren zur Vorhersage

### Medienformen

Skript, Video, Vorführungen, Rechnerübungen

## Literatur

- Brockwell, P. J. Davis, R. A.: Introduction to Time Series and Forecasting. New York : Springer-Verlag, 1996
- Isermann, Rolf: Überwachung und Fehlerdiagnose. VDI Verlag, 1994
- Janacek, Gareth ; Swift, Louise: Time series: Forecasting, Simulation, Applications. New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore : Ellis Horwood, 1993
- Romberg, T. [u. a.]: Signal processing for industrial diagnostics. Wiley, 1996
- Schlittgen, Rainer: Angewandte Zeitreihenanalyse. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2001
- Schlittgen, Rainer; Streitberg, Bernd H.J.: Zeitreihenanalyse. 9. Auflage. München, Wien, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2001
- Wernstedt, Jürgen: Experimentelle Prozessanalyse. 1. Auflage. Berlin : Verlag Technik, 1989

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008



## Digital Process Automation

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5915 Prüfungsnummer: 2200253

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Steven Lambeck

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2215

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Basierend auf den im Fach Regelungs- und Systemtechnik und Digitale Regelungen eingeführten Grundstrukturen lernen die Studenten die Bemessung von digitalen, d.h. mit Mitteln der modernen Rechentechnik realisierbaren, Reglern kennen.
- Ingenieurtechnisch relevante Regelalgorithmen werden ausführliche behandelt und von den Studierenden hinsichtlich praktischer Besonderheiten (Stellgrößenbegrenzungen, Quantisierungseffekte, etc.) untersucht
- Die Studierenden werden befähigt die entworfenen Reglerstrukturen in ein echtzeitfähiges Rechnersystem umzusetzen, wodurch die wichtigen Zeitanforderungen insbesondere bei hochdynamischen Prozessen eingehalten werden können.

### Vorkenntnisse

Fächer Mathematik 1-3, Physik 1-2, Digitale Regelungen Regelungs- und Systemtechnik und des Moduls Informatik

### Inhalt

I Digitale Basisautomatisierung in Echtzeitsystemen ·Einordnung von DDC ·Abtastregime / Wahl der Tastperiode  
 ·Ingenieurtechnisch relevante DDC-Algorithmen ·Realisierungsbedingte Probleme beim Einsatz von DDC ·Rapid Control Prototyping II Charakterisierung und Realisierung von Echtzeitverarbeitung ·Einordnung von EZ-Systemen / Definitionen  
 ·Rechenprozesse ·EZ-Programmierverfahren / Schedulingalgorithmen ·Echtzeitbetriebssysteme ·Methoden des Echtzeitsoftwareentwurfs

### Medienformen

Skript in Verbindung mit Folien, Tafelschrieb

### Literatur

Günther, M.: „Zeitdiskrete Steuerungssysteme“ Hüthig 1988 Ackermann, J.: „Abtastregelung“ Springer-Verlag GmbH 1988  
 Isermann, R.: „Digitale Regelsysteme“ Springer 1988 Lauber, R., Göhner, P.: „Prozessautomatisierung I + II“ Springer, Berlin 1999  
 Wörn, H., Brinkschulte, U.: „Echtzeitsysteme“ Springer, Berlin 2005

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Distributed Optimization

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5913 Prüfungsnummer: 2200251

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2212

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können Steuerungsaufgaben für hochdimensionale Systeme analysieren und entwickeln. Sie klassifizieren Zerlegungs- und Koordinationsprinzipien. Auf der Grundlage der nichtlinearen Optimierung und des Optimalsteuerungsentwurfs sind sie in Lage, Steuerungssysteme zu zerlegen, Optimierungs- und Optimalsteuerungsprobleme zu formulieren und mittels hierarchischer Methoden zu lösen, d. h. die Steuerungen zu entwerfen. Die Studierenden beschreiben die Grundbegriffe der mehrkriteriellen Optimierung, deren Aufgabenstellung und Lösungsmethoden.

### Vorkenntnisse

Regelungs- und Systemtechnik 1 - 3, Prozessoptimierung 1 + 2

### Inhalt

Hierarchische Optimierung statischer und dynamischer Systeme: Zerlegung und Beschreibung hierarchisch strukturierter Systeme; Koordinationsmethoden für statische Mehrebenenstrukturen; Möglichkeiten des Einsatzes statischer Hierarchiemethoden;  
 Hierarchische Optimierung großer dynamischer Systeme; Wechselwirkungsbalance- Methode und Wechselwirkungsvorhersage- Methode für lineare und nichtlineare Systeme; Trajektorienzerlegung.  
 Verteilte Optimierung.  
 Prinzipien der mehrkriteriellen Entscheidungsfindung:  
 Mehrkriterieller Charakter von Entscheidungsproblemen; Steuermenge, Zielmenge, Kompromissmenge; Ein- und Mehrzieloptimierung; Verfahren zur Bestimmung der Kompromissmenge und von optimal effizienten Lösungen.

### Medienformen

Präsentation, Vorlesungsskript, Tafelanschrieb

### Literatur

K. Reinisch. Kybernetische Grundlagen und Beschreibung kontinuierlicher Systeme. Verlag Technik. 1977  
 W: Findeisen. Hierarchische Steuerungssysteme. Verlag Technik. 1974  
 M. Papageorgiou . Optimierung, Oldenbourg Verlag. München. 2006  
 M. G. Singh. Dynamical hierarchical control. North Holland Publishing Company. Amsterdam. 1977  
 M. G. Singh, A. Titli. Systems: Decomposition optimization and control. Pergamon Press. Oxford. 1978  
 K. Reinisch. Hierarchische und dezentrale Steuerungssysteme. In: E. Philippow (Hrsg.). Taschenbuch Elektrotechnik. Bd. 2. Verlag Technik. 1987  
 J. Ester: Systemanalyse und mehrkriterielle Entscheidung. Verlag Technik. 1987

Detailangaben zum Abschluss

Mündliche Prüfung, 45 min.

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Projektseminar

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 360 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5862

Prüfungsnummer: 2100317

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 12

Workload (h): 360

Anteil Selbststudium (h): 360

SWS: 0.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2162

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							360 h														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden lernen interdisziplinär wissenschaftlich zu arbeiten. Die Studierenden werden in die Lage versetzt ihrem Fachgebiet übergreifende Aufgaben zu lösen. Bearbeitet werden praxisnahe Themen aus der Industrie. Students learn to work scientifically in an interdisciplinary team environment. They will be taught methods to achieve scientific results with their specialization with respect to interfaces to other scientific disciplines. The work content will be aligned with special industrial needs.

### Vorkenntnisse

Abschluss der vorhergehenden Lehrveranstaltungen. Successful completion of precedent courses.

### Inhalt

Die Studenten sollen ein kleines Forschungsprojekt durchführen, das sich aus aktuellen Forschungsprojekten ihrer Spezialisierung ergibt. Abhängig vom notwendigen Wissensstand für ein Teilprojekt, erfahren die Studenten ein spezielles Training on the job, um ihr Wissen aus den Vorlesungen bezüglich der Projektarbeit zu erweitern. Die Studenten lernen das Durchführen und Managen von Forschung und innovativen Projekten. The students have to execute a small research project, which results from current research projects of their specialization. Dependent on the necessary knowledge conditions for a subproject, the students experience a special training on the job, in order to extend their knowledge from the lectures concerning the work on the project. The students learn how to drive through and manage research and innovative projects.

### Medienformen

Skript, PC Scriptum, PC

### Literatur

Siehe andere Kurse. See other courses.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Elective Course 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 5857

Prüfungsnummer: 90301

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 216

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

See other courses.

### Vorkenntnisse

See other courses.

### Inhalt

Ein Student, der eine Spezialrichtung gewählt hat, muss Wahlkurse belegen. Als Wahlkurs können Kurse aller anderen Profile gewählt werden. A student has to select courses from other specialization profiles. See corresponding course outline.

### Medienformen

See other courses.

### Literatur

See other courses.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Elective Course 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 5858

Prüfungsnummer: 90302

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 216

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

See other courses.

### Vorkenntnisse

See other courses.

### Inhalt

Ein Student, der eine Spezialrichtung gewählt hat, muss Wahlkurse belegen. Als Wahlkurs können Kurse aller anderen Profile gewählt werden. A student has to select courses from other specialization profiles. See corresponding course outline.

### Medienformen

See other courses.

### Literatur

See other courses.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

## Elective Course 3

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 5859

Prüfungsnummer: 90303

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 216

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

See other courses.

### Vorkenntnisse

See other courses.

### Inhalt

Ein Student, der eine Spezialrichtung gewählt hat, muss Wahlkurse belegen. Als Wahlkurs können Kurse aller anderen Profile gewählt werden. A student has to select courses from other specialization profiles. See corresponding course outline.

### Medienformen

See other courses.

### Literatur

See other courses.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

---

## Modul: Master-Arbeit mit Kolloquium

Modulnummer 100919

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

- Vertiefung bisher erworbener Kenntnisse innerhalb der gewählten Vertiefungsrichtung
- Beurteilung komplexer und konkreter Problemstellungen
- Selbstständiges Lösen von Problemstellungen unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenz
- Wissenschaftliche Dokumentation der Arbeit
- Problemlösungskompetenz
- Kritisches Urteilsvermögen über die eigene Arbeit
- Darstellung von Forschungsergebnissen in komprimierter Form für ein allgemeines Publikum
- Führen wissenschaftlicher Diskussionen

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Erfolgreicher Abschluss aller Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen des Studiengangs EPCE mit einem Gesamtumfang von 90LP

### Detailangaben zum Abschluss



## Kolloquium zur Master-Arbeit

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 8130

Prüfungsnummer: 99002

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 150

SWS: 0.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 216

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										150 h														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Vertiefung bisher erworbener Kenntnisse innerhalb der gewählten Vertiefungsrichtung
- Beurteilung komplexer und konkreter Problemstellungen
- Selbstständiges Lösen von Problemstellungen unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenz
- Wissenschaftliche Dokumentation der Arbeit
- Problemlösungskompetenz
- Kritisches Urteilsvermögen über die eigene Arbeit
- Darstellung von Forschungsergebnissen in komprimierter Form für ein allgemeines Publikum
- Führen wissenschaftlicher Diskussionen

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss aller Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen des Studiengangs EPCE mit einem Gesamtumfang von 90LP

### Inhalt

- Selbstständiges Bearbeiten einer fachspezifischen wissenschaftlichen Themas
- Konzeption eines Arbeitsplanes
- Einarbeitung in die Literatur
- Erarbeitung und Anwendung notwendiger wissenschaftlicher Methoden
- Diskussion der Ergebnisse
- Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit
- Erstellung einer wissenschaftlichen Präsentation
- Durchführung einer Präsentation
- Wissenschaftliche Diskussion der Inhalte

### Medienformen

### Literatur

Nach Massgabe der Masterarbeit

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008

Master Electrical Power and Control Engineering 2013

## Masterarbeit

Fachabschluss: Masterarbeit schriftlich 6 Monate Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: unbekannt

Fachnummer: 5865 Prüfungsnummer: 99001

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Frank Berger

Leistungspunkte: 25 Workload (h): 750 Anteil Selbststudium (h): 750 SWS: 0.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 216

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										750 h											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen in einem speziellen fachlichen Thema ihre bisher erworbenen Kompetenzen. Sie werden befähigt, eine komplexe und konkrete Problemstellung zu beurteilen und unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen selbstständig zu bearbeiten. Das Thema ist gemäß wissenschaftlicher Standards zu dokumentieren und die Studierenden werden befähigt, entsprechende wissenschaftlich fundierte Texte zu verfassen. Die Studierenden erwerben Problemlösungskompetenz und lernen es, die eigene Arbeit zu bewerten und einzuordnen.

### Vorkenntnisse

Zulassung zur Masterarbeit durch den Prüfungsausschuss

### Inhalt

Selbstständige Bearbeitung eines fachspezifischen und wissenschaftlichen Themas unter Anleitung, Konzeption eines Arbeitsplanes, Einarbeitung in die Literatur, Erarbeitung der notwendigen wissenschaftlichen Methoden, Durchführung und Auswertung, Diskussion der Ergebnisse, Erstellung der Masterarbeit

### Medienformen

schriftliche Arbeit

### Literatur

Literatur wird mit Ausgabe des Themas bekannt gegeben oder ist selbstständig zu recherchieren.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Electrical Power and Control Engineering 2008  
 Master Electrical Power and Control Engineering 2013



## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Nomen nescio, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung,Lehrveranstaltung,Unit)