

Modulhandbuch Mechatronics (Master)

Bei der Gestaltung eines Studiengangs wird zusätzlich zu Studien- und Prüfungsordnungen ein Modulhandbuch erstellt, das eine inhaltliche Beschreibung der Module und die zu erwerbenden Kompetenzen enthält. Module können verpflichtend oder Teil des Wahlbereiches sein. Jedes Modul wird mit einer Modulabschlussprüfung abgeschlossen und mit einer bestimmten Anzahl an Kreditpunkten versehen. Studiengänge und damit auch Module sind konsequent von den zu erreichenden Qualifikationszielen (Learning Outcomes) her konzipiert.

In den Feldern

- Wissen und Verstehen,
- Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen,
- Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität und
- Kommunikation und Kooperation

werden Kompetenzen im Verlauf des Studiums im jeweiligen fachspezifischen Kontext erworben. Dabei werden nicht alle Kompetenzen oder deren Ausprägungen in jedem Modul erworben; relevant ist, dass am Ende des Studiums die Studierenden alle Kompetenzen erworben haben.

Basis hierfür ist der Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse (HQR) und die Musterrechtsverordnung gemäß Artikel 4 Absätze 1 – 4 des Studienakkreditierungsstaatsvertrag der Kultusministerkonferenz.



Master-Ebene

Studiengangsziele

Die Einbindung möglichst vieler Nationen von Studierenden mit verschiedenen technischen Ursprungsfachrichtungen erfordert die Positionierung als nonkonsekutiver Studiengang in englischer Sprache. Inhaltlich soll der Studiengang dabei die Studierenden in die Lage versetzen, nach erfolgreicher

Absolvierung Ihres Studiums als qualifizierte Gesprächspartner auf fachlicher, interdisziplinärer Ebene in der Praxis auftreten zu können. Das fachliche Niveau soll hoch gelegen sein, um sich auch in der Hochschullandschaft dem Wettbewerb stellen zu können. Die interkulturellen Teams der Studierenden in Projektarbeiten befähigen diese außer der Einbringung Ihres Fachwissens einen fachübergreifenden Systementwurf leisten zu können, wie dieser in Disziplinen des Methodenreview und der Modellbildung erforderlich ist. Das Niveau soll dabei die Studierenden in die Lage versetzen auch einen weiteren wissenschaftlichen Weg (z.B. Promotion) beschreiten zu können. Systematisches Denken, Abstraktionsvermögen und Kommunikationsvermögen sollen sich die Studierenden im Bereich der sozialen Kompetenzen zu zur Übernahme von z.B. Führungsaufgaben zu eigen gemacht haben.

Inhalt Module

Masterstudium

Advanced Mathematics
Electrical Drives
Power Electronics
Engineering Design and Materials
Engineering Mechanics
Integration of Mechatronic Systems
Process Interface Equipment
Simulation of Mechatronic Systems
Scientific Project
Advanced Control Systems
Embedded Computing
Special Module
Optional Module
Master-Thesis
Robotics
Industrial Project
Research Project
Systems Analysis and Simulation with LabView

Modul: Advanced Mathematics

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	01
Modultitel:	Advanced Mathematics
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Ertel
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	1 Linear Algebra (Repetition) - Video Lectures (Gilbert Strang) 2 Computer Algebra - Gnuplot, a professional Plotting Software - Short Introduction to GNU Octave / MATLAB, Python 3 Calculus - Selected Topics (Repetition) - Sequences and Convergence; - Series; - Continuity - Taylor Series - Differential Calculus in many Variables 4 Statistics and Probability (Repetition) - Statistical Parameters - Probability Theory - Distributions - Random Numbers - Principal Component Analysis - Estimators 5 Numerical Mathematics Fundamentals - Arithmetics on the Computer - Numerics of Linear Systems of Equations - Roots of Nonlinear Equations 6 Function Approximation - Polynomial Interpolation - Spline interpolation - Method of Least Squares and Pseudoinverse - Singular Value Decomposition (SVD) 7 Numerical Integration and Solution of Ordinary Differential Equations - Numerical Integration - Numerical Solution of Ordinary Differential Equations - Linear Differential Equations with Constant Coefficients
Veranstaltungen:	Advanced Mathematics for Engineers Advanced Mathematics for Engineers - Lab
Lehr- und Lernformen:	Lecture/Practical training
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Undergraduate Mathematics, e.g. Calculus (multidimensional), Linear Algebra, Statistics, Programming
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems Informatik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Portfolio with 80% weight of the written examination (K90) and 20% weight of the laboratory results (P).
ECTS-Leistungspunkte:	10
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester

Literatur:	J.W. Cheney and D. Kincaid. Numerical mathematics and computing. Thomson Brooks/Cole, 2007. J. Nocedal and S.J. Wright. Numerical optimization. Springer Verlag, 1999. S.M. Ross. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. Academic Press, 2009. G. Strang. Introduction to linear algebra. Wellesley Cambridge Press, 3rd edition, 2003. H. Schwarz: Numerische Mathematik, Teubner Verlag. M. Brill.: Mathematik für Informatiker. Hanser Verlag, 2001. W. Nehrlich: Diskrete Mathematik, Fachbuchverlag Leipzig.
------------	--

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensvertiefung

After successfully attending this course the graduates is able to solve mathematical problems arising in typical engineering tasks. Primary focus is on numerically solving on linear problems and on the statistical interpretation of results from measurements. In numerical mathematics, the focus is put on methods for function approximation from data, solution of equations, integration and solution of differential equations. Generation and test of random numbers are essential foundations of simulation and cryptography.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

The graduates have broadened their knowledge in the following fields and are capable of reproducing this knowledge: High level programming languages with built in mathematical functions like Octave or Python will be used for the practical assignments (e.g. programming of algorithms).

Modul: Electrical Drives

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	02
Modultitel:	Electrical Drives
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	Introduction -Fundamental equations; -energies, forces, powers DC machine -mechanics, equivalent circuit, main equations; - types of machines, variable supply voltage; -application in drives, operating range, risks AC machine -Fundamentals of transformer: equations for AC machine; -Electrical machine: equivalence to rotating transformer; -torque, power; -operating range, fundamental understanding Induction machine -mechanics, equivalent circuit; -(rotor) resistance, inductances; -heyland circle, Kloss formula; -operation modes, controlling; -application in drives, risks, construction Synchronous machine -mechanics, equivalent circuit, phasor diagram; -field oriented control, analogon to dc machine Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) -mechanics, equations, phasordiagram; -effect of reluctance; -mechanical specialities; -rotor design Brushless DC-Motor (BLDC) -application in drives; -advantages/disadvantages in relation to normal synchronous machine Field of application -powertrain in hybrids and e-drives; -application for full drives or auxiliary drives; -costs versus necessity; -comparison of force densities
Veranstaltungen:	Electrical Drives
Lehr- und Lernformen:	Lecture
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Principles of electrical engineering
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	J. Pollefliet: Electronic power control - vol.2: Electronic motor control, Academia press K. Hofer; Elektrische Antriebe in Fahrzeugen W. Leonhard: Control of Electrical Drives, Springer 1997 (dt.: Regelung elektrischer Antriebe, Springer 2000) H. Schäfer, Praxis der elektrischen Antriebe für Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensverbreiterung

The lecture gives an overview together with formulas of the most important electrical machines in the application for drives. The graduates are able to describe the function of these most used electrical machines and drives together with the necessary control in the drive and give application-hints and examples.

Modul: Power Electronics

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	03
Modultitel:	Power Electronics
Modulverantwortliche/r:	Dr.-Ing., Professor László Farkas
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	Based on a modern Power Electronics device for electrical drives the main structure and the most important components will be discussed. Especially an introduction to the power semiconductors with their characteristic curves will be given. In the next step the classical circuits are discussed with their main application including the (dis-)advantages: without commutation, commutation by circuit / by network, self commutation. Also an introduction to the possible operation quadrants, their triggering and the harmonics in general is given. Especially the modern vector control (voltage space-vector) will be discussed in detail for the example of the synchronous machine. Finally, a prospect will be given to the most important electrical machines for e-drives with the focus to the used power electronics.
Veranstaltungen:	Power Electronics
Lehr- und Lernformen:	V
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Principles of electrical engineering
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	K90
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins: Power Electronics - Converters, Applications and Design; Wiley 2003 W. Leonhard: Control of Electrical Drives ; Springer 1997 (dt.: Regelung elektrischer Antriebe, Springer 2000) K. Heumann: Grundlagen der Leistungselektronik, Teubner 2001

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensvertiefung

The students have deepened their existing knowledge in the following areas and are capable of not only reproducing the corresponding contents but also of explaining them. They understand the underlying principles, the whys and wherefores:

- valuation of structure of modern power electronics and the interaction of most important components,
- analyze of the used components,
- comparison of concepts.

Modul: Engineering Design and Materials

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	04
Modultitel:	Engineering Design and Materials
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Michael Niedermeier
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	– product design: mechatronics – selection of materials: steel, light-metals, plastics, ceramics, composites – smart materials and lightweight structures – corrosion – joining technologies – selected machine elements
Veranstaltungen:	Engineering Design and Materials
Lehr- und Lernformen:	Lecture/Exercise/Term Paper/Presentations
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems Technik-Management & Optimierung
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	6
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	H. Roloff, W. Mattek, Maschinenelemente, Vieweg Verlag Braunschweig, Michael Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, Elsevier

Kompetenzstufen

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

The most important materials can be selected and used to design a mechatronical product. The graduates are able to calculate and design the mechanical parts of a mechatronical product. To gain a practice related understanding on the subject of corrosion, tribology and surface technology together with user related know how on important types of metals.

Modul: Engineering Mechanics

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	05
Modultitel:	Engineering Mechanics
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Ralf Stetter
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	This lecture consolidates highly specialized knowledge of engineering mechanics as basis for theoretical and applied research. Special chapters from the areas statics, kinematics, kinetics, and dynamics are presented in the lecture and are consolidated by means of tutorials in form of team practice. Through this specialized problem solving qualifications for the development of new calculation methods are acquired. The subject matter taught additionally serves as a basis for the application of the finite element method. The students should be able, on the one hand, to calculate the rigidity and stiffness even of complicated components and to analyze even complex mechanisms dynamically, on the other hand also to play an active role in the advancement of the research field "mechanics".
Veranstaltungen:	Engineering Mechanics
Lehr- und Lernformen:	Lecture
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Knowledge of mathematics and basics of engineering mechanics
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	6
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	180h
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	Dankert&Dankert: Technische Mechanik: Statik, Festigkeitslehre, Kinematik/Kinetik. Vieweg Teubner Verlag. Hibbeler: Statics&Dynamics. MACMILLAN.

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensvertiefung

This lecture consolidates highly specialized knowledge of engineering mechanics as basis for theoretical and applied research. Special chapters from the areas statics, kinematics, kinetics, and dynamics are presented in the lecture and are consolidated by means of tutorials in form of team practice. Through this specialized problem solving qualifications for the development of new calculation methods are acquired. The subject matter taught additionally serves as a basis for the application of the finite element method.

Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

After finishing the lecture, the graduates are able, on the one hand, to calculate the rigidity and stiffness even of complicated components and to analyze even complex mechanisms dynamically, on the other hand also to play an active role in the advancement of the research field "mechanics".

Modul: Integration of Mechatronic Systems

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	06
Modultitel:	Integration of Mechatronic Systems
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	This module deals with concepts and methods from the area of statistical experimental planning and the modeling of mechatronic systems: Integration of mechatronic systems: A) Theoretical part: Introduction and overview; Structure of mechatronic systems; Description and modeling of mechatronic systems; Sensors; Actuators; Concepts and methods from the field of modeling mechatronic systems B) Practical part: Automation determines our world. In this laboratory, the students can gain hands-on practical experience with actuators, sensors and controls. Depending on the student's background, the complexity of the task can be adapted accordingly. Beginners learn, for example, simple pneumatic circuits, experiment with different sensors and simulate / control small automation solutions. Experienced students can deepen their knowledge in a complex system with a superior Windows interface and seven Siemens S7 controllers. In the so-called Festo-Lab we use various didactic systems for Mechatronic (manufacturer: Festo didactics): - Pneumatics (actuators, valves, sensors) - various sensors - Simulation software for electronics, pneumatics and mechatronic - small mechatronic solutions for material handling - the large, interlinked playmobil consisting of seven independent modules and a superior control system - Kuka robot with attached image processing
Veranstaltungen:	Integration of Mechatronic Systems
Lehr- und Lernformen:	Lecture
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Mathematics Basic of control theory
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensverständnis

The graduates will be able to explain the essential elements of mechatronics.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

Graduates can design, build and bring into service a simple mechatronic system. At the end of the semester, each graduate can be proficient at least with MecLab and fluid sim simulation.

Kommunikation und Kooperation

Depending on the background of the student we will discuss at the beginning of the semester which stations are to be run individually. Each student should work independently on his / her stations to gain practical experience. Through the modular, individually customizable concept, each student can solve his / her tasks or be supported accordingly. At the end of the semester, each student should be proficient at least with MecLab and fluid sim simulation.

Modul: Process Interface Equipment

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	07
Modultitel:	Process Interface Equipment
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	- Introduction and overview of industrial automation systems - System interfaces to field elements (binary, digital, analog and signal adaption) - Sensor principles and example devices - Actuators - Fieldbus- and P2P-connection devices - Operational amplifiers - ADC/DAC - Linearisation Lab tests: • Intelligent contactor turning on / off Ohmic inductive load (Identification of R, L, and C of load, non-linear behaviour of L, over Voltage protection) • Temperature measurement by TC, RTD and and pyroelectric sensor (Identify type of sensor, Parameter Identification of dynamic model Pt1-Tt, Limits of linear behaviour of different type of measurement amplifiers) • Characteristics of intelligent position sensors (Limit switches, inductive sensor, capacitive sensor, 2/3 wire interface, switching distance) • Position control of pneumatic platform (kinematics of platform, acceleration sensor, pwm signal smoothing, behaviour of pneumatic cylinders and valves) • AC drive unit coupled to a PLC (signal adaptation to analogue input:: Resistor, Tacho generator, Current (Hall) sensor, loop powered current level detector, proximity switches for detection of rotation)
Veranstaltungen:	Process Interface Equipment Laboratory on Process Interface Equipment
Lehr- und Lernformen:	Lecture + Practical training
Voraussetzungen für die Teilnahme:	-Basic mathematical knowledge -Basic physical knowledge -Electrical engineering -Electronics -Measurement technology Participation of the lecture is necessary for the attending the lab.
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	8
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	Gussow , Milton; Schaum's outline of basic electricity; McGraw-Hill; 2007 Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag 2003, Frohne/Ueckert: Grundlagen der elektrischen Messtechnik, Teubner Verlag 1984, Paul: Elektrotechnik und Elektronik für Informatiker, Teubner Verlag 1995

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensvertiefung

This lecture deals with components of an automation system which are closely related to the respective technical process. Focus is on sensors and their interfacing to the automation system. Other topics include actuators and typical communication systems (fieldbusses and point-point connections) found on the sensor-actuator level.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

The graduates are capable of applying the knowledge they have acquired in the following fields: Getting practical experience during hands-on equipment training concerning intelligent sensors / actuators of industrial process interface equipment.

Modul: Simulation of Mechatronic Systems

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	08
Modultitel:	Simulation of Mechatronic Systems
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Konrad Wöllhaf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	• Introduction • Model Forms • Simulation Algorithms • Simulation in Practice • Applications • Component Models • HIL / Co-Simulation
Veranstaltungen:	Simulation of Mechatronic Systems
Lehr- und Lernformen:	Lecture
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Mathematics Basic of control theory
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Informatik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	Angermann, A.; Beuschel, M.; Rau, M. & Wohlfarth, U. (2002), Matlab-Simulink-Stateflow, Ol-denbourg. Atkinson, L.V. & Harley, P.J. (1983), An Introduction to Numerical Methods with Pascal, Addison-Wesley. Cellier, F.E. (1992), Continuous system modeling, Springer. Karnopp, D.C.; Margolis, D.L. & Rosenbert, R.C. (2000), System Dynamics, John Wiley & Sons, New York. Lyshevski, S.E. (1999), Electromechanical Systems, Electric Machines, and Applied Mechatronics, CRC Press. Mathews, J.H. (1992), Numerical Methods, Prentice-Hall. Tiller, M. (2001), Introduction to Physical Modeling with Modelica, Kluwer Academic Publishers Group.

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensverbreiterung

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- die Herausforderungen in einem Simulationsprojekt
- verschiedene Simulationsmethoden
- die Herausforderungen bei HIL-Simulationen

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden:

- ein Simulationsprojekt organisieren
- geeignete Simulationsmethoden und Algorithmen auswählen und verwenden
- dynamische Systeme modellieren und diese in expliziten Differentialgleichungen erster Ordnung umwandeln
- Matlab zur Lösung alltäglicher Rechenaufgaben aus der Ingenieurpraxis einsetzen
- ODE-Systeme mit Matlab und Simulink umsetzen und simulieren.

The students should be able, on the one hand, to calculate the rigidity and stiffness even of complicated components and to analyze even complex mechanisms dynamically, on the other hand also to play an active role in the advancement of the research field.

Wissenschaftliche Innovation

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums nicht nur ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, komplexere Zusammenhänge zu analysieren und darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen selbständig zu identifizieren / zu entdecken. Sie können auch Problemlösungen für folgende komplexe Fragestellungen entwickeln und so einen Beitrag für die Weiterentwicklung von Wissenschaft / Gesellschaft / Praxis leisten: - Formulierung von Simulationsmodellen und Programmierung in Matlab.

Modul: Scientific Project

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	09
Modultitel:	Scientific Project
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	Project of relevance for Mechatronics to be performed at the RWU. - Providing the essential tools necessary to understand different cultures - Training participants' usage of the given tools in various cross cultural scenarios and teams - Finding a common understanding of what a team comprises of, which is shared by all participants - Being aware of communication und language problems within the participants - Clarifying the goals and rules of the project teams for effective co-operation - Finding constructive and neutral ways of dealing with conflict - Understanding functions, targets, roles and expectations of each team member - Integrating a permanent intercultural learning process for the future
Veranstaltungen:	Working in International Scientific Project Teams Scientific Project
Lehr- und Lernformen:	Project
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	seminar paper + project paper
ECTS-Leistungspunkte:	6
Benotung:	unbenotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	

Kompetenzstufen

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Wissenschaftliche Innovation

In the course of their study, the graduates have already reached a level of knowledge and understanding that enables them to analyze not only simple but also complex interactions. On this basis, they are capable of independently identifying scientific or practice-related issues. They can also develop solutions to problems for the following complex issues and thus make a contribution to the further development of science/society/practice: Independent working on the field of mechatronics.

Kommunikation und Kooperation

The graduates are capable of communicating effectively. By attending the module, they have improved their communicative skills in the following fields (technical/general/foreign language): To develop a process of learning that encourages intercultural understanding and tolerance amongst the participants. To effectively work in teams by enhancing each team member's contribution in successfully completing a scientific project.

Modul: Advanced Control Systems

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	10
Modultitel:	Advanced Control Systems
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Lothar Berger
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	The lecture starts with an introduction to analysis and modeling of dynamic systems (electrical, mechanical, thermal). Design and optimization of single and multiple stage digital P/PI/PD/PID control is presented, as well as single-input and multi-input state control without and with observer, and optimal control. The lecture closes with illustrating adaptive control methods (with recursive parameter estimation, neural nets, fuzzification). The lab starts with practical exercises in digital control design with MATLAB and C and then proceeds to experimental setups: motor control, heater control, liquid mixer tank, and inverted pendulum.
Veranstaltungen:	Digital Control Digital Control Lab
Lehr- und Lernformen:	Lecture/Exercise + practical training
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	K60 written examination, 60 minutes with 4876 Digital Control Lab
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	Macia, N. F., Thaler, G. J.: Modeling and Control of Dynamic Systems. Cengage Learning (English) Moudgalya, K. M.: Digital Control, Wiley (English) Press, W. H., Teukolsky, S. A., Numerical Recipes in C++ , Cambridge (English) Schulz, G.: Regelungstechnik 1 + 2, Oldenbourg (German)

Kompetenzstufen

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

The Advanced Control Systems course should enable engineering graduates to characterize, model, and simulate dynamic systems (electrical, mechanical, thermal) and to choose and implement a suitable control method (PID/PI/PD/P control, state control without/with observer, adaptive control).

Wissenschaftliche Innovation

Control methods are assessed regarding effort, safety, and cost-effectiveness and implemented by computer-based tools like MATLAB/Simulink, and as algorithms by programming in C.

The Advanced Control Lab should enable engineering students to choose and implement a suitable control method (PID/PI/PD/P control, state control without/withobserver, adaptive control) for a given system. Control methods are implemented by computer-based tools like MATLAB/Simulink, LabVIEW, and as algorithms by programming in C.

Modul: Embedded Computing

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	12
Modultitel:	Embedded Computing
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	In modern embedded systems, like motor control systems, anti-lock braking systems or medical applications, the computer science part are grown in scale and complexity. This means advanced processors are involved and the programming part are more and more complex. So the developers are looking for software development tools and the support of an operating system. In this lecture an overview about the opportunities of modeling of embedded systems are given. After this first part we continue with an introduction in a typical 32 bit microcontroller (OMAP). The hardware functions and the interfaces of this controller are discussed. The development of programs is done with and without the support of an operating system. As an operating system for microcontrollers we use uCLinux. The last aspects of this lecture deals with operating systems for microcontrollers. We discuss the typical restrictions of microcontroller together with an operating system. Especially the advantages and disadvantages of the use of a virtual memory system are in the focus of this last part of the lecture.
Veranstaltungen:	Embedded Computing (WS) Embedded Computing Lab (SoSe) Embedded Project (SoSe)
Lehr- und Lernformen:	Lecture/Lab/Project
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Bachelor knowledge
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Portfolio including written examination, 90 minutes.
ECTS-Leistungspunkte:	10
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	B. P. Douglas; "Real-Time UML", Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc., 2000. P. Marwedel; "Embedded System Design", Springer Verlag, 2006. D. Abbott; "Linux for Embedded and Real-time Applications", Elsevier Science, 2003

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensverbreiterung

Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage:

- mechatronische Fragestellungen zu analysieren, zu modellieren und das Verhalten zu simulieren,
- elektrische und IT- Komponenten zu erstellen und zu programmieren
- mechatronische Projekte in ihrem interdisziplinären Charakter zu erfassen, zu konzipieren und zu realisieren
- Ergebnisse mechatronischer Projekte auch fachfremden Interessierten zu präsentieren Projektgruppen zu bilden und zu leiten.

Wissensverständnis

The aim of the lecture Embedded Computing is to give an overview about specific computing aspects in embedded systems. The first step is the modeling part which gives an opportunity to model the behavior and the restrictions of embedded systems. As next the lecture gives a detailed introduction in a modern 32 bit microcontroller which is used in sophisticated embedded applications. Programming aspects and the use of real time operating systems are discussed.

Modul: Special Module

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	13
Modultitel:	Special Module
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Wahlpflicht
Inhalt des Moduls:	
Veranstaltungen:	§29 SPO Tab. 2
Lehr- und Lernformen:	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	
ECTS-Leistungspunkte:	8
Benotung:	
Arbeitsaufwand:	
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	

Kompetenzstufen

Modul: Optional Module

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	14
Modultitel:	Optional Module
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Wahl
Inhalt des Moduls:	
Veranstaltungen:	§29 SPO Tab. 3
Lehr- und Lernformen:	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	
ECTS-Leistungspunkte:	
Benotung:	
Arbeitsaufwand:	
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	NaN
Literatur:	

Kompetenzstufen

Modul: Master-Thesis

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	15
Modultitel:	Master-Thesis
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	The Master thesis is to be written in English language. If the thesis work is performed at one of the partner universities, tutoring and marking are performed by one professor from RWU and one professor from the partner university. After completion, the results of the Master Thesis are to be presented in a public presentation at the RWU.
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Project
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Für die Zulassung zur Bearbeitung der Master-Thesis müssen die Studienleistungen aus den Semestern MM1 und MM2 im Umfang von mindestens 55 Credits erbracht worden sein.
Verwendbarkeit des Moduls:	
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Master-Thesis and colloquium
ECTS-Leistungspunkte:	25
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	

Kompetenzstufen

Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

The Master-Thesis is an accredited examination which shall prove the candidates ability to solve problems and work on a topic from the subject-matter of his major field of study within a specified period of time using adequate methods.

Modul: Robotics

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	16
Modultitel:	Robotics
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Konrad Wöllhaf
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	The module Robotics will give interested students an introduction to the state of the art in robotics. This includes mobile systems as well as manipulators for indoor and outdoor use. Manipulators: • History, Types of Robots, Applications, Social Impact • Kinematic: Homogeneous Transformation, Euler-Angles, Quaternions, DH-Parameter, Forward-Backward Kinematic • Robot-Movements: Trajectories, Collision Detection • Dynamics: Principle-Virtual Work, Iterative Newton-Euler, Luh-Walker-Paul • Position Control • Programming: Languages, Online/Offline, Control-Panel Mobile Robotics: In this lecture the basics for the definition and handling of mobile robotics will be explained. This includes AUVs, UUVs and UGVs with a focus on UGVs. Beside real world examples the general technologies for the development of mobile systems will be introduced and explained. Therefore the following topics are handled during the lecture: • description of platforms of mobile robots (kinematic and dynamic models) • possible sensors for mobile systems • communication for mobile systems (inter robot communication, local on board communication and communication with the control station) • self localization • automatic generation of maps based on sensor data • algorithms for collision avoidance • algorithms for path planning
Veranstaltungen:	Robotics Lab on Robotics
Lehr- und Lernformen:	Lecture / practical training (laboratory)
Voraussetzungen für die Teilnahme:	MOBILE ROBOTICS: - knowledge about geometry and matrix operations - basics in physics - control theory basics Robotics Lab: Basics in programming, robotics lecture or adequate previous knowledge.
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics Electrical Engineering and Embedded Systems Informatik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Written examination, 90 minutes
ECTS-Leistungspunkte:	8
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester

Literatur:	MANIPULATORS: - R. Isermann, Mechatronic Systems, Springer 1999 - Schilling, Fundamentals of Robotics, Prentice Hall - Craig, Robotics, Addison Wesley MOBILE ROBOTICS: - Howie Choset, Kevin M. Lynch., Seth Hutchinson, George Kantor, Wolfram Burgard, Lydia E. Kavraki, Sebastian Thrun; Principles of Robot Motion – Theory, Algorithms, and Implementation; MIT Press; 2005 - Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox; Probabilistic Robotics; MIT Press; 2006 - Saeed B. Niku; Introduction to Robotics – Analysis, Systems, Applications; Prentice Hall; 2001
------------	--

Kompetenzstufen

Wissen und Verstehen

Wissensverbreiterung

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- die Einsatzgebiete
- Herausforderungen beim Einsatz von Robotern
- Verschiedene Möglichkeiten der Bahnplanung
- Aufbau von Robotersystemen
- Wie ein Roboter dynamisch simuliert werden kann
- Kuka-Roboter in unterschiedlichen Arten bewegen
- Koordinatensysteme einrichten
- Kuka-Roboter programmieren
- Simulation einer Roboterzelle mit Kuka-SimPro
- Automatisierungsaufgaben mit Hilfe von Industrierobotern lösen
- Einen einfachen mobilen Roboter programmieren

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden:

- Das inverse Problem für 6-achs-Roboter lösen.
- Mit homogenen Transformationsmatrizen 3D Systeme beschreiben.
- Einfache Automatisierungsaufgaben mit Hilfe eines Roboters lösen.

Modul: Industrial Project

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	17
Modultitel:	Industrial Project
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Wahl
Inhalt des Moduls:	To be defined by industrial supervisor. To apply theoretical background knowledge from lectures in a project in industrial context.
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Project
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Mechatronics
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Practical work
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	NaN
Literatur:	

Kompetenzstufen

Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

One day per week a project of relevance for mechatronics can be performed in industry to acquire complementary practical experience.

Modul: Research Project

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	18
Modultitel:	Research Project
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Wahl
Inhalt des Moduls:	To be defined by teaching supervisor or by professor. To apply theoretical background knowledge from lectures in a project in research context.
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Project
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Project work
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	NaN
Literatur:	

Kompetenzstufen

Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

In the course of their study, the students have already reached a level of knowledge and understanding that enables them to analyze not only simple but also complex interactions. On this basis, they are capable of independently identifying scientific or practice-related issues. They can also develop solutions to problems for the following complex issues and thus make a contribution to the further development of science/society/practice: One day per week a project of relevance for mechatronics can be performed in a lab to acquire complementary practical experience.

Modul: Systems Analysis and Simulation with LabView

Studiengang:	Mechatronics (Master)
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	20
Modultitel:	Systems Analysis and Simulation with LabView
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Raphael Ruf
Art des Moduls:	Wahl
Inhalt des Moduls:	LabVIEW is a data driven oriented programming language for measurement acquirement and processing including the visualisation of measuring devices. The course concentrates on basics of LabVIEW and its applications concerning data acquirement and communications by USB (NI DAQ 6251), RIO-Systems with FPGA, CAN-Bus and Ethernet (Internet communication). The actual version is LabVIEW 2012
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Lecture/Practical training
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Knowledge of programming languages like C
Verwendbarkeit des Moduls:	
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Portfolio
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	30h / 1 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	

Kompetenzstufen

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Nutzung und Transfer

After successful participation the students should be able to write simple LabVIEW programs for measurement data acquirement, processing and visualization. They should furthermore be able to pass the (optional) CLAD test, arranged by the company National Instruments on Internet (http://www.ni.com/training/labview_exam.htm). This is a prerequisite for becoming a CLAD (Certified LabVIEW Associate Developer), which can be accomplished in a separated examination.

Gültig ab: WS19/20