

---

**Modulbezeichnung:** Elektrische Antriebe (EAM-EA-V) 5 ECTS  
(Electrical Drives)

Modulverantwortliche/r: Jens Igney  
Lehrende: Jens Igney

---

Startsemester: WS 2021/2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Elektrische Antriebe (WS 2021/2022, Vorlesung, 2 SWS, Jens Igney)  
Übungen zu Elektrische Antriebe (WS 2021/2022, Übung, 2 SWS, Marco Eckstein)

---

**Inhalt:**

*Elektrische Antriebe*

**Einleitung:** Generelle Aspekte, Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik, Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems

**Grundlagen:** Motor und Lastmaschine, Rechnen mit normierten Größen, Übersicht der elektrischen Antriebe

**Stromrichter für Gleichstromantriebe:** Stromrichter für Antriebe an Gleichstromquellen, Stromrichter für Antriebe am Drehstromnetz

**Stromrichter für Drehstromantriebe:** Übersicht, Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis, IGBT und Elko

**Digitale Steuerung und Regelung (Hardware):** Blockschaltbild, Microcontroller, PLD, FPGA, ASIC, Zeitscheiben und Interrupt, Abtastung

**Drehzahl- und Positionsgeber:** Analogtacho, Impulsgeber, Resolver

**Steuerung und Regelung:** Übersicht, Regelung von Gleichstromantrieben, U/F-Steuerung für Drehstromantriebe, Feldorientierte Regelung allgemein, Feldorientierte Regelung für Antriebe mit Asynchronmaschinen

**Mechatronische Antriebssysteme:** Motivation und Beispiele, Probleme durch Kombination/Integration  
*Electrical Drives*

**Introduction:** General aspects, Conclusions for the lecture Electrical Drives, Block diagram of an electrical drive system

**Basics:** Motor and mechanical load, Calculation with per unit values, Overview of electrical drive systems

**Converters for DC-drives:** Converters for DC-drives at DC-sources, Converters for DC-drives at three-phase mains

**Converters for three-phase AC-drives:** Overview, Converters with DC-link intermediate voltage, IGBT and Electrolytic Capacitor

**Digital control (Hardware):** Block diagram, Microcontroller, PLD, FPGA, ASIC, Time slot and interrupt, Sampling

**Speed and Position Sensors:** Analog tachometer, Incremental encoder, Resolver

**Control:** Overview, Closed loop control of DC-Drives, V/F-open loop control of AC-Drives, General aspects of Field-oriented closed loop Control, Field-oriented closed loop control of induction motor drives

**Mechatronical drive systems:** Motivation and examples, Problems because of combination/integration

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Ziel**

Die Studierenden sind in der Lage Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder bis zu übergeordneten Regelkreisen zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben, sowie Teilprobleme unter vereinfachten Rahmenbedingungen zu analysieren und zu berechnen und geeignete Antriebslösungen für antriebstechnische Aufgabenstellungen zu erstellen.

**Lernziele**

**Mechanik:** Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen.

**Netzgeführte Stromrichter:**

Die Studierenden beschreiben den Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter.

**Selbstgeführter Stromrichter:**

Die Studierenden erstellen Spannungs- und Stromzeitverläufe von Antrieben mit Gleichstromsteller und Gleichstrommaschine für verschiedene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden beurteilen den Einsatz selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden berechnen Pulsmuster von Raumzeigermodulation und Sinus-Dreieck-Modulation und zeichnen anhand derer Spannungszeitverläufe. Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise des IGBT und skizzieren dessen Treiberschaltung. Sie entnehmen Datenblättern relevante Parameter von IGBT, Freilaufdiode und Elektrolytkondensator. Die Studierenden unterscheiden verschiedene netz- und selbstgeführte Varianten des Einspeisestromrichters und entwickeln ausgehend von einer Antriebsaufgabe ein Umrichter-Gesamtsystem aus geeigneten Teilsystemen.

**Steuerung und Regelung:** Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Kaskadenregelung einer Gleichstrommaschine, der U/f-Steuerung und der feldorientierten Steuerung, konzipieren die Parameter der regelungstechnischen Blöcke und berechnen Parameter der Signale. Die Studierenden berechnen Steuerbereiche, Zeitverläufe und Raumzeiger-Ortskurven.

**Digitale Regelung:** Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. Sie unterscheiden Vorfilter, Abtast-Halte-Glied und Analog-Digital-Umsetzer.

**Drehzahl- und Positionsgeber:**

Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.

The knowledge based on the lecture „Basics of Electrical Drives“ should be deepened and improved in the region of the converters for DC-Drives and AC-drives with DC-voltage link. The field-orientated closed-loop control should be introduced illustrated by the induction motor and the components necessary for that as digital hardware and speed and position sensors should be treated. The new knowledge could be used for mechatronical drive systems.

**Literatur:**

Skript  
script accompanying the lecture

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Elektrische Antriebe (Prüfungsnummer: 50901)  
(englische Bezeichnung: Electrical Drives)  
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90  
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablingung: WS 2021/2022, 1. Wdh.: SS 2022  
1. Prüfer: Jens Igney