

## Modulhandbuch

### Modulhandbücher entsprechend der Studienordnung ab SoSe 19

#### Schaltungstechnik

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Empf. Vorkenntnisse</b>                | komplettes Grundstudium   |  |
| <b>Lehrform</b>                           | Vorlesung/Labor   |  |
| <b>Lernziele</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Begreifen des Verstärkers als Grundfunktion der analogen Signalverarbeitung.</li> <li>■ Fähigkeit zur Verhaltensmodellierung mittels Ersatzschaltbildern und Signalflußbildern.</li> <li>■ Beherrschen der Dimensionierung von Transistor- und Operationsverstärkerschaltungen bei gegebenen Anforderungen.</li> <li>■ Begreifen der einsatzabhängigen Funktion, der Genauigkeits- und Geschwindigkeitsanforderungen von Analog-Digital- und Digital-Analog- Wandlern.</li> <li>■ Fähigkeit zum Entwurf und zur Umformung und zur Minimierung kombinatorischer Schaltungen.</li> <li>■ Verständnis für das Zeitverhalten in digitalen Netzen und Fähigkeit zur Bestimmung des `kritischen Pfads`.</li> <li>■ Fähigkeit zum Entwurf einfacher synchroner Schaltwerke wie Zähler und Zustandsautomaten mit systematischen Methoden.</li> <li>■ Erlernen der Grundregeln des Entwurfs digitaler Schaltungen.</li> </ul> |  |
| <b>Dauer</b>                              | 1 Semester  |  |
| <b>SWS</b>                                | 6.0   |  |
| <b>Aufwand</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lehrveranstaltung: 90 h</li> <li>■ Selbststudium/<br/>Gruppenarbeit: 90 h</li> </ul> <hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/>   |  |
|   | ■ Workload:   | 180 h  |
| <b>Leistungspunkte und Noten</b>          | 6 Creditpunkte  |  |
| <b>ECTS</b>                               | 6.0   |  |
| <b>Voraussetzungen für Vergabe von LP</b> | Klausur K90, Laborarbeit  |  |
| <b>Modulverantw.</b>                      | Prof. Dr.-Ing. Elke Mackensen   |  |
| <b>Max. Teilnehmer</b>                    | 0   |  |
| <b>Häufigkeit</b>                         | jedes Jahr (WS)   |  |
| <b>Verwendbarkeit</b>                     | Bachelor MK, Hauptstudium<br>Bachelor MK-plus, Hauptstudium   |  |
| <b>Veranstaltungen</b>                    | <b>Labor Schaltungstechnik</b>  |  |
|   | Art   | Labor  |
|   | Nr.   | E+I224   |
|   | SWS   | 2.0  |
|   | Lerninhalt  | Das Schaltungstechnik Labor enthält Versuche sowohl für den Bereich der Analogen- wie auch Digitalen Schaltungstechnik. Der Student bearbeitet in Gruppen zu 2 Studenten 6 Versuche aus folgender Auswahl: Kombinatorische Schaltungen: Aufbau Inverter, Stromaufnahme, Übertragungsverhalten, Störabstand, 2-Bit Addierer, Durchlaufzeit, Logikserie CMOS Differenzverstärker: Simulation eines Differenzverstärkers mit dem Programm PSPICE, Gegentakt und Gleichtaktverstärkung, Frequenzgang, Stabilität, Übertragungsverhalten. Operationsverstärker: Messung Übertragungskennlinie, Verstärkung, Eingangsoffsetspannung, Frequenzgang des realen Verstärkers für unterschiedliche Verstärkungen, Aufbau eines 2 poligen aktiven Filters mit dem Operationsverstärker und Messung des Übertragungsverhaltens. Programmierbare Logik: Entwurf der kombinatorischen Schaltung eines |

Vergleichers und der sequentiellen Schaltung eines kaskadierbaren Dezimalzählers bis `99` mit Enable, synchronem Reset und Carry. Programmierung und Funktionsnachweis auf GAL-Logikbausteinen. A/D-Wandler: Vermessung eines D/A-Wandlers auf Linearität und Restfehler. Aufbau eines A/D-Wandlers nach dem Verfahren der `successive Approximation`. Basisversuche zum Abtasttheorem. Abtastung eines Signals. Phasenregelkreis: Aufbau eines PLL mit unterschiedlichen Phasendetektoren. Untersuchung des Verhaltens im Zeit- wie im Frequenzbereich. Folgeverhalten, Einrastverhalten, Stabilität. Dimensionierung der Regelparameter. Aufbau eines PLL als Synthesizer. SMD-Technologie: Aufbau einer kleinen Schaltung im SMD-Labor mit SMD-Bausteinen an einem Vakuum- Bestückungsplatz. Reflow- Lötvorgang, Qualitätssicherung unter dem Stereo-Mikroskop, Inbetriebnahme. Der Versuch vermittelt den kompletten SMD- Fertigungsvorgang für moderne Elektronik. FPGA- Entwurf eines Frequenzzählers: Auf einem Logikentwurfssystem für FPGAs (ALTERA-MAX II) wird die Schaltung eines Frequenzzählers ergänzt und in wesentlichen Komponenten digital simuliert. Das Gesamtsystem wird in einen FPGA gebrannt und in Funktion demonstriert. ECL-Technik: Die Besonderheiten der Emitter Coupled Logic werden untersucht. Messtechnik mit Leitungsabschluss, Logikschaltungen, ECL- Zähler bis 150 MHz. Pegel und Störabstände. Impulsmesstechnik. Umgang mit einem hochwertigen Samplingoszillographen.

### Digitale Schaltungstechnik

Art Vorlesung

Nr. E+I316

SWS 2.0

Lerninhalt

- Grundlagen der Logik, logische Basisfunktionen, Normalformen.
- Kombinatorische Netze, Schaltnetze, statische Logik.
- Digitale Basisschaltungen, TTL, CMOS, innerer Aufbau, Störabstände.
- Minimisierung logischer Netze mit graphischen und rechnerischen Verfahren.
- Isomorphe und nicht- isomorphe Netze.
- Aritmetische kombinatorische Schaltungen (Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer).
- Zeitverhalten, kritischer Pfad, Treiberfähigkeit und Belastung.
- Rückkopplung bei Schaltnetzen, Stabilität, Oszillationen.
- Speicherelemente, Flipflops, Register und ihre Behandlung und Anwendung.
- Grundelemente von Zustandsautomaten und ihr systematischer Entwurf.
- Zustandsdiagramm.
- Moore-Automat, Mealey- Automat, sequentielle Schaltwerke

Literatur Jansen, D., *Handbuch der Electronic Design Automation*, München, Hanser Verlag, 2000

### Analoge Schaltungstechnik

Art Vorlesung

Nr. E+I315

SWS 2.0

Lerninhalt

- Verstärkerentwurf: Ideale und reale gesteuerte Quellen zur Modellierung des Verstärkermechanismus`
- Rückgekoppelte Verstärker: Signalflussbild, Schaltung, mathematische Beschreibung
- Differenzverstärker, Operationsverstärker, Fehlerminderung durch Gegenkopplung, idealer - Operationsverstärker, virtuell- Null- Verfahren, typische Kennwerte kommerzieller Operationsverstärker.

- Schaltungsbeispiele mit Operationsverstärkern: Verstärker mit unterschiedlichen Eigenschaften, Filter, Messschaltungen; Eigenschaften, Grenzen und Dimensionierungen.
- Stromquellen- und Stromspiegelschaltungen.
- Analog/Digital- und Digital/Analogwandler: Prinzipieller Aufbau in Abhängigkeit von Genauigkeit und Geschwindigkeit; Verstehen der Spezifikationen, Schnittstellen und Zahlenformate; Kosten- und leistungsgerechte Bausteinauswahl.

Literatur Tietze U., Schenk C., Gamm E., *Halbleiter-Schaltungstechnik*, 15. Auflage, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg, 2016

## + Modulhandbücher entsprechend der Studienordnung bis einschließlich WiSe 18/19

### Modulhandbücher entsprechend der Studienordnung bis einschließlich WiSe 18/19

#### Schaltungstechnik

|   |   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
|---|---|-------------|----------------------|------|------------------------------------|------|---|--|-------------|-------|
| <b>Empf. Vorkenntnisse</b>  | komplettes Grundstudium   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Lehrform</b>   | Vorlesung/Labor   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Lernziele</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Begreifen des Verstärkers als Grundfunktion der analogen Signalverarbeitung.</li> <li>■ Fähigkeit zur Verhaltensmodellierung mittels Ersatzschaltbildern und Signalflußbildern.</li> <li>■ Beherrschen der Dimensionierung von Transistor- und Operationsverstärkerschaltungen bei gegebenen Anforderungen.</li> <li>■ Begreifen der einsatzabhängigen Funktion, der Genauigkeits- und Geschwindigkeitsanforderungen von Analog-Digital- und Digital-Analog- Wandlern.</li> <li>■ Fähigkeit zum Entwurf und zur Umformung und zur Minimierung kombinatorischer Schaltungen.</li> <li>■ Verständnis für das Zeitverhalten in digitalen Netzen und Fähigkeit zur Bestimmung des `kritischen Pfads`.</li> <li>■ Fähigkeit zum Entwurf einfacher synchroner Schaltwerke wie Zähler und Zustandsautomaten mit systematischen Methoden.</li> <li>■ Erlernen der Grundregeln des Entwurfs digitaler Schaltungen.</li> </ul> |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Dauer</b>  | 1 Semester  |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>SWS</b>  | 6.0   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Aufwand</b>  | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">■ Lehrveranstaltung:</td> <td style="text-align: right;">90 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">■ Selbststudium/<br/>Gruppenarbeit:</td> <td style="text-align: right;">90 h</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border-top: 1px solid black; padding-top: 5px;"> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">■ Workload:</td> <td style="text-align: right;">180 h</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>  |             | ■ Lehrveranstaltung: | 90 h | ■ Selbststudium/<br>Gruppenarbeit: | 90 h | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">■ Workload:</td> <td style="text-align: right;">180 h</td> </tr> </table> |  | ■ Workload: | 180 h |
| ■ Lehrveranstaltung:  | 90 h  |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| ■ Selbststudium/<br>Gruppenarbeit:  | 90 h  |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">■ Workload:</td> <td style="text-align: right;">180 h</td> </tr> </table> |   | ■ Workload: | 180 h                |      |                                    |      |   |  |             |       |
| ■ Workload:   | 180 h   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Leistungspunkte und Noten</b>  | 6 Creditpunkte  |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>ECTS</b>   | 6.0   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Voraussetzungen für Vergabe von LP</b>   | Klausur K90, Laborarbeit  |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |
| <b>Modulverantw.</b>  | Prof. Dr.-Ing. Elke Mackensen   |             |                      |      |                                    |      |   |  |             |       |

**Max. Teilnehmer** 0  
**Häufigkeit** jedes Jahr (WS)  
**Verwendbarkeit** Bachelor MK, Hauptstudium  
Bachelor MK-plus, Hauptstudium

**Veranstaltungen** **Labor Schaltungstechnik**

|  |  |
|--|--|
| <p>Art Labor<br/>Nr. E+I224<br/>SWS 2.0<br/>Lerninhalt</p> | <p>Das Schaltungstechnik Labor enthält Versuche sowohl für den Bereich der Analogen- wie auch Digitalen Schaltungstechnik. Der Student bearbeitet in Gruppen zu 2 Studenten 6 Versuche aus folgender Auswahl: Kombinatorische Schaltungen: Aufbau Inverter, Stromaufnahme, Übertragungsverhalten, Störabstand, 2-Bit Addierer, Durchlaufzeit, Logikserie CMOS Differenzverstärker: Simulation eines Differenzverstärkers mit dem Programm PSPICE, Gegentakt und Gleichtaktverstärkung, Frequenzgang, Stabilität, Übertragungsverhalten. Operationsverstärker: Messung Übertragungskennlinie, Verstärkung, Eingangsoffsetspannung, Frequenzgang des realen Verstärkers für unterschiedliche Verstärkungen, Aufbau eines 2 poligen aktiven Filters mit dem Operationsverstärker und Messung des Übertragungsverhaltens. Programmierbare Logik: Entwurf der kombinatorischen Schaltung eines Vergleichers und der sequentiellen Schaltung eines kaskadierbaren Dezimalzählers bis `99` mit Enable, synchronem Reset und Carry. Programmierung und Funktionsnachweis auf GAL-Logikbausteinen. A/D-Wandler: Vermessung eines D/A-Wandlers auf Linearität und Restfehler. Aufbau eines A/D-Wandlers nach dem Verfahren der `successive Approximation`. Basisversuche zum Abtasttheorem. Abtastung eines Signals. Phasenregelkreis: Aufbau eines PLL mit unterschiedlichen Phasendetektoren. Untersuchung des Verhaltens im Zeit- wie im Frequenzbereich. Folgeverhalten, Einrastverhalten, Stabilität. Dimensionierung der Regelparameter. Aufbau eines PLL als Synthesizer. SMD- Technologie: Aufbau einer kleinen Schaltung im SMD-Labor mit SMD-Bausteinen an einem Vakuum- Bestückungsplatz. Reflow- Lötvorgang, Qualitätssicherung unter dem Stereo-Mikroskop, Inbetriebnahme. Der Versuch vermittelt den kompletten SMD-Fertigungsvorgang für moderne Elektronik. FPGA- Entwurf eines Frequenzzählers: Auf einem Logikentwurfssystem für FPGAs (ALTERA-MAX II ) wird die Schaltung eines Frequenzzählers ergänzt und in wesentlichen Komponenten digital simuliert. Das Gesamtsystem wird in einen FPGA gebrannt und in Funktion demonstriert. ECL-Technik: Die Besonderheiten der Emitter Coupled Logic werden untersucht. Messtechnik mit Leitungsabschluss, Logikschaltungen, ECL- Zähler bis 150 MHz. Pegel und Störabstände. Impulsmesstechnik. Umgang mit einem hochwertigen Samplingoszillographen.</p> |
|--|--|

**Digitale Schaltungstechnik**

|            |  |
|------------|--|
| Art        | Vorlesung  |
| Nr.        | E+I316   |
| SWS        | 2.0  |
| Lerninhalt | <ul style="list-style-type: none"><li>- Grundlagen der Logik, logische Basisfunktionen, Normalformen.</li><li>- Kombinatorische Netze, Schaltnetze, statische Logik.</li><li>- Digitale Basisschaltungen, TTL, CMOS, innerer Aufbau, Störabstände.</li><li>- Minimisierung logischer Netze mit graphischen und rechnerischen Verfahren.</li><li>- Isomorphe und nicht- isomorphe Netze.</li><li>- Aritmetische kombinatorische Schaltungen (Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer).</li><li>- Zeitverhalten, kritischer Pfad, Treiberfähigkeit und Belastung.</li><li>- Rückkopplung bei Schaltnetzen, Stabilität, Oszillationen.</li><li>- Speicherelemente, Flipflops, Register und ihre Behandlung und Anwendung.</li><li>- Grundelemente von Zustandsautomaten und ihr systematischer Entwurf.</li><li>- Zustandsdiagramm.</li><li>- Moore-Automat, Mealey- Automat, sequentielle Schaltwerke</li></ul> |
| Literatur  | Jansen, D., <i>Handbuch der Electronic Design Automation</i> , München, Hanser Verlag, 2000  |

#### **Analoge Schaltungstechnik**

|            |  |
|------------|--|
| Art        | Vorlesung  |
| Nr.        | E+I315   |
| SWS        | 2.0  |
| Lerninhalt | <ul style="list-style-type: none"><li>- Verstärkerentwurf: Ideale und reale gesteuerte Quellen zur Modellierung des Verstärkermechanismus`</li><li>- Rückgekoppelte Verstärker: Signalflussbild, Schaltung, mathematische Beschreibung</li><li>- Differenzverstärker, Operationsverstärker, Fehlerminderung durch Gegenkopplung, idealer - Operationsverstärker, virtuell- Null- Verfahren, typische Kennwerte kommerzieller Operationsverstärker.</li><li>- Schaltungsbeispiele mit Operationsverstärkern: Verstärker mit unterschiedlichen Eigenschaften, Filter, Messschaltungen; Eigenschaften, Grenzen und Dimensionierungen.</li><li>- Stromquellen- und Stromspiegelschaltungen.</li><li>- Analog/Digital- und Digital/Analogwandler: Prinzipieller Aufbau in Abhängigkeit von Genauigkeit und Geschwindigkeit; Verstehen der Spezifikationen, Schnittstellen und Zahlenformate; Kosten- und leistungsgerechte Bausteinauswahl.</li></ul> |
| Literatur  | Tietze U., Schenk C., Gamm E., <i>Halbleiter-Schaltungstechnik</i> , 15. Auflage, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg, 2016  |

