

3.6.1 Digitale Regelungssysteme

Digitale Regelungssysteme	
Modulübersicht	
EDV-Bezeichnung: ELTB610A (Vertiefungsmodul 4)	
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Dirk Feßler	
Modulumfang (ECTS): 6 CP	
Einordnung (Semester): 6. Semester	
Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse aus den Vorlesungen Regelungstechnik und Digitale Signalverarbeitung.	
Voraussetzungen nach SPO: Nach SPO sind keine formellen Voraussetzungen erforderlich.	
Lernergebnisse und Kompetenzen: Allgemein: In diesem Modul werden mit der Einführung digitaler Regelungssysteme sowie des IMC-Prinzips und der Youla-Parametrierung sowie des Reglerentwurfs mittels Koprimer Faktorisierung aller stabilisierenden Regler auch die Voraussetzungen für den Entwurf robuster Regler mittels Minimierung der H_2- bzw. H_∞-Norm geschaffen und die Studierenden zum Selbststudium moderner Regelungsliteratur vorbereitet. Kompetenzen: Die Studierenden können die Robustheit von Regelungen analysieren, PID-Regelkreise gezielt erweitern, spezifische Regler für (instabile) Strecken berechnen, digital realisieren und auf einem Signalprozessor implementieren, indem sie • die Grenzen der klassischen Regelungstechnik kennen und die Robustheit von Regelungen bewerten, • in der Lage sind, PID-Regler für verschiedenartige Prozesse zu entwerfen und ggf. anwendungsspezifisch zu erweitern, • ihr Verständnis für Regelungssysteme vertiefen und ihre Fähigkeit zur Abstraktion bzw. Approximation technischer Prozesse verbessern, • die Grundlagen der modernen modell-gestützten Regelungsmethoden (IMC und MPC) verstehen und mit klassischen Regelungskonzepten kombinieren, • Fuzzy Control zur Prozessregelung und -führung anwenden, • die Grundlagen digitaler Regelungssysteme und ihre Beschreibung im zeitdiskreten sowie im z-Bereich kennen • in der Lage sind, einen Regler zeit-zu-diskretisieren, einen Regelalgorithmus, bzw. allgemein einen Algorithmus der digitalen Signalverarbeitung, auf einem Signalprozessor zu implementieren, • die Peripherie eines Signalprozessors zur Anbindung an den Prozess effizient einsetzen, • in der Lage sind, die Software-Architektur für konkrete Aufgabenstellungen zu entwerfen, um später mehrschleifige digitale Regelungen für den sicheren und wirtschaftlichen Betrieb von Prozessanlagen entwickeln und realisieren zu können.	

Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 Minuten) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 Minuten) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.

Studienleistung: Die schriftlichen Berichte der Studierenden zu den Laborversuchen werden bewertet.

Lehrveranstaltung: Digitale Regelungssysteme

EDV-Bezeichnung: ELTB611A

Dozierende(r): Prof. Dr.-Ing. Dirk Feßler

Umfang (SWS): 4 SWS

Turnus: Wintersemester und Sommersemester

Art, Modus: Vorlesung, Wahlpflichtfach (§41 (5) SPO)

Lehrsprache: Deutsch

Studieninhalte:

- Reglerentwurf mit explizitem Gütekriterium (Parameteroptimierung) in Form von Betragsoptimum und Symmetrischem Optimum.
- Grenzen der klassischen Regelungstechnik: Servodilemma, Sensitivität und Komplementäre Sensitivität, Robustheit, Bode-Gleichgewichtstheorem und Wasserbett-Effekt, Schranken der Regelgüte bei Strecken mit Polen und/oder Nullstellen in der rechten Halbebene (RHE).
- Erweiterungen und theoretische Ergänzungen zum PID-Standard-Regelkreis: Stellgrößenbeschränkung und Anti-Windup Maßnahmen, Sollwertgewichtung, Polvorgabe, Folgeregelung, Vorfilter, Vorsteuerung, Regler mit 2-Freiheitsgraden, Kerbfilter im Regelkreis.
- Digitale Regelungssysteme: Beschreibung von Systemen im zeitdiskreten oder z-Bereich, Analyse und Simulation digitaler Systeme, Direkter und indirekter Entwurf digitaler Regler, digitale Realisierung kontinuierlicher Regler, quasi-kontinuierliche Regelung (BLT mit prewarping), Dead-Beat-Regler.
- Mehrschleifige Regelungen: Störgrößenaufschaltung, Hilfsregelgrößenaufschaltung, Kaskadenregelung, Split-Range Regelung, Override Control, Verhältnisregelung, Bereichsregelung, Regelungen mit mehreren Steuergrößen und Entkopplung.
- Modell-gestützte Regelungsmethoden: IMC-Prinzip, Youla Parametrierung, Smith Predictor, Reglerentwurf mittels Koprimer Faktorisierung, MPC für lineare Prozesse.
- Regelungstechnische Konzepte der Prozessführung: Sollwertvorverarbeitung, Prozessführung (Trajektorienplanung, Bang-Bang-Control), Grundlagen und Anwendung von Fuzzy Logic und Fuzzy Control.

Empfohlene Literatur:

- Föllinger, O.: Lineare Abtastsysteme, 5. Auflage, De Gruyter Oldenbourg Verlag, München, 1993
- Unbehauen: Regelungstechnik II: Zustandsregelungen, digitale und nichtlineare Regelsysteme, Vieweg, 6. Auflage, 1993
- Reuter, M.; S. Zacher: Regelungstechnik für Ingenieure: Analyse, Simulation und Entwurf von Regelkreisen, 17., überarbeitet und erweiterte Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden 2024

- Lunze, J.: Automatisierungstechnik: Methoden für die Überwachung und Steuerung kontinuierlicher und ereignisdiskreter Systeme, 5., überarbeitete Auflage, De Gruyter Oldenbourg, Berlin; Boston, 2020
- Große, N.; W. Schorn; R. Bartz: Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik, 1. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, Leipzig; München; Wien, 2006
- Schuler, H.; J. Birk: Prozessführung, 1. Auflage, Oldenbourg, München; Wien, 1999
- Hoffmann J.; U. Brunner: MATLAB & Tools: für die Simulation dynamischer Systeme, 1. Auflage, Addison-Wesley, München, 2002
- Große, N.; W. Schorn; R. Bartz: Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik, 1. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, Leipzig; München; Wien, 2006
- Schuler, H.; J. Birk: Prozessführung, 1. Auflage, Oldenbourg, München; Wien, 1999
- Hoffmann J.; U. Brunner: MATLAB & Tools: für die Simulation dynamischer Systeme, 1. Auflage, Addison-Wesley, München, 2002

Lehrveranstaltung: Labor Digitale Regelungssysteme

EDV-Bezeichnung: ELTB612A

Dozierende(r): Prof. Dr.-Ing. Dirk Feßler

Umfang (SWS): 1 SWS

Turnus: Wintersemester und Sommersemester

Art, Modus: Labor, Wahlpflichtfach (§41 (5) SPO)

Lehrsprache: Deutsch

Studieninhalte:

Versuche zu

- Digitale Füllstandsregelung
- Digitale Regelung eines DC-Servo-Systems hinsichtlich der Drehzahl
- Digitale Regelung einer schwebenden Kugel

Empfohlene Literatur:

- Reay, Donald: Digital Signal Processing and Applications with the OMAP - L138 eXperimenter, Wiley, 2012
- Welch, Thad B.: Real-Time Digital Signal Processing from MATLAB® to C with the TMS320C6x DSPs Second Generation, 2nd Edition, CRC Press, 2012
- Chassaing, Rulph: Digital Signal Processing and Applications with the C6713 and C6416 DSK, Wiley, 2005
- Schuler, H.: Prozessführung, Oldenbourg, 1999
- Doblinger, Gerhard: Signalprozessoren: Architekturen – Algorithmen – Anwendungen, 2. Auflage, Schlembach Fachverlag, Weil der Stadt, 2004
- Dahnoun, Naim: DSP Implementation Using the TMS320C6000TM DSP Platform, Prentice Hall, Harlow, 2000
- Bateman, Andrew; Paterson-Stephens, Iain: The DSP handbook: Algorithms, Applications and Design techniques, Prentice Hall, Harlow, 2002
- Kehtarnavaz, Nasser; Simsek, Burc: C6x-Based Digital Signal Processing, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2000
- Hoffmann J.; U. Brunner: MATLAB & Tools: für die Simulation dynamischer Systeme, 1. Auflage, Addison-Wesley, München,

2002 Große, N.; W. Schorn; R. Bartz: *Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik*, 1. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, Leipzig; München; Wien, 2006

- Schuler, H.; J. Birk: *Prozessführung*, 1. Auflage, Oldenbourg, München; Wien, 1999
- Hoffmann J.; U. Brunner: *MATLAB & Tools: für die Simulation dynamischer Systeme*, 1. Auflage, Addison-Wesley, München, 2002