

Aktive Steuerung von Schall und Schwingungen

Active Control of Sound and Vibration

Vorlesung von / Lecture by: Prof. Dr. Wolfgang Klippel

Dauer / Schedule: 2 SWS wöchentlich im Sommer Semester / 2 SWS per week in the summer term

Ziel des Lehrfachs

Vermittlung weiterführender Methoden zur Modellierung und Analyse von elektrischen, mechanischen und akustischen Systemen und zum systematischen Entwurf von Steuerungseinrichtungen, die mit Hilfe analoger Elektronik oder digitaler Signalverarbeitung realisiert werden können. Schwerpunkt hierbei ist der Erwerb von Fertigkeiten, das aus verschiedenen Fachgebieten der Elektrotechnik / Mechanik / Akustik erworbene Wissen integrativ auf komplexe Strukturen (nichtlinear, zeitvariant, mit verteilten Parametern) anwenden zu können.

Mit dieser Vorlesung sollen jüngste Aktivitäten in Forschung und Entwicklung vorgestellt und der Studierende auf künftige Anforderungen der modernen Elektroakustik vorbereitet werden.

Objectives

Transmission of methods for modeling and analyzing electric, mechanical and acoustic systems and for a systematic sketch of control systems, which can be realized with the help of analogue, electronic or digital signal processing. The focus is the acquisition of skills to apply the knowledge gained from various fields of the electrical engineering / mechanics and acoustics to complex structures (non-linear, time-variant, with distributed parameters).

With this lecture, the latest activities in research and development are presented with which the student is getting prepared for future demands of the modern electro-acoustic.

Inhalt des Lehrfachs

Modellierung elektroakustischer Systeme

- elektromechanische Wandlung, Schwingungsverhalten, Abstrahlung, Wellenausbreitung aus systemtheoretischer Sicht
- Von elektrischen Analogien zu signalorientierten Modellen
- Zeitvariante Parameter und Nichtlinearitäten
- Messtechnische Verifikation der Modelle

Entwurf elektro-akustische Steuerungssysteme

- Identifikation linearer und nichtlinearer Parameter
- Optimale Schätzung, Wiener-Hopf Gleichung, adaptive Algorithmen
- Grundlagen der nichtlinearen Steuerung
- Aktive Beeinflussung des Schallfeldes

Technische Anwendungen

- Lautsprecher mit nichtlinearer Steuerung
- Aktive Lärmbekämpfung
- Echounterdrückung in Freisprecheinrichtungen
- Schallsender und Empfänger mit steuerbarer Richtcharakteristik

Vorausgesetzte Kenntnisse

- Vordiplom Elektrotechnik
- Vorlesung Akustik, Signalanalyse, Elektromechanische Netzwerke (empfohlen)

Content

Modelling of electro-acoustical systems

- Electro-mechanical transmission, vibration behavior, radiation, wave propagation from a system-theoretical point of view
- From electrical analogues to signal orientated models
- Time-variant parameters and nonlinearities
- Verification of models by measurements

Design of electro-acoustic control systems

- Identification of linear and nonlinear parameters
- Optimal valuation, Wiener-Hopf equation, adaptive algorithms
- Basics of the nonlinear control
- Active control of sound fields

Technical application

- Transducer with nonlinear control
- Active noise compensation
- Echo compensation in free-speech applications
- Beam steering of sound sources and microphones

Assumed Knowledge

- First diploma in Electrical Engineering
- Participation in the lectures: Acoustic, Signal Analysis and Electro-mechanical networks

E-Learning – Trainings

Studenten die Ihre Kenntnisse in der Elektroakustik vertiefen möchten, stehen unter dem Link die folgenden Trainingseinheiten für das Selbststudium zur Verfügung:

<https://www.klippel.de/education/trainings.html>

1. Messung der linearen konzentrierten Parameter des elektrodynamischen Wändlers
2. Schwingungs- und Abstrahlverhalten der Lautsprechermembran
3. Lautsprechernichtlinearitäten
4. Messung nichtlinearer Signalverzerrungen
5. Numerische Simulation des nichtlinearen Lautsprecherhaltens
6. Auralisation
7. Micro-speaker

Das Schulungsmaterial enthält eine kurze Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen, einen Film über die praktische Arbeit mit Mess- und Simulationswerkzeugen, sowie Software und Datensätze um die praktische Interpretation der Messdaten zu üben. Der Teilnehmer wird mit Hilfe von Anweisungen und Fragen durch die Trainingseinheit geführt und kann die Richtigkeit seiner Antworten mit Hilfe eines automatischen Korrektursystems überprüfen. Bei erfolgreichem Abschluss jeder Trainingseinheit wird ein Teilnehmerzertifikat ausgestellt

Students who are willing to deepen their knowledge of the electro-acoustics, are welcome to complement their self-studies with the following trainings available under:

<https://www.klippel.de/education/trainings.html>

1. Linear Lumped Parameter Measurement
2. Vibration and Radiation Behavior of Loudspeakers Membrane
3. Loudspeaker Nonlinearities
4. Loudspeaker Distortion Measurements
5. Predicting the nonlinear loudspeaker behavior
6. Auralization
7. Micro-speaker

The material contains a short summary of theoretical basics, a movie about the practical work with measurement and simulation software as well as software and data to practice the interpretation of measurement data. Instructions and questions guide the trainee through each training. An automatic correction system gives immediate feedback about the performance. A certificate will be issued if the training is completed successfully.