

Effiziente Simulation harmonisch angeregter Strömungen auf der Basis der Sprungantwortmethode

Masterthesis
08-09-2022

Hintergrund

Die Charakterisierung linearer dynamischer Systeme und ihres Verhaltens bei verschiedenen Anregungsfrequenzen durch Sprungantworten (Step Responses oder SRs) ist eine gängige Technik in der Regelungstechnik. Das Interesse an harmonisch angeregten physikalischen Systemen ist jedoch nicht auf diesen Bereich beschränkt. Insbesondere in der Nano- und Mikrofluidik, wo Strömungen teils durch Wechselspannungen angetrieben werden, ist es entscheidend, das Systemverhalten bei verschiedenen Wechselspannungsfrequenzen zu verstehen. Dazu werden in der Regel umfangreiche numerische Simulationen der beschreibenden Differentialgleichungen im Zeit- oder Frequenzbereich bei verschiedenen Frequenzen durchgeführt und das Systemverhalten für verschiedene Anregungsfrequenzen extrahiert. Je nach Problemstellung können diese Simulationen Tage oder Wochen dauern und machen umfangreiche parametrische Studien praktisch unmöglich.

In einer aktuellen Arbeit am NMF wurde die Möglichkeit untersucht, nur eine einzige Simulation der SR durchzuführen und dadurch die Rechenzeiten deutlich zu reduzieren, während gleichzeitig alle dynamischen Informationen des gegebenen Systems erhalten bleiben [1]. Die Grundidee ist zwar ähnlich wie in der Regelungstechnik, aber die inhärenten Nichtlinearitäten bei elektrisch angeregten Strömungsproblemen erschweren eine direkte Übertragung der Methoden. Die Überwindung dieser Hürde könnte sehr viel effizientere Simulationen in einem weiten Bereich ermöglichen und sowohl der Grundlagen- als auch der angewandten Forschung zugute kommen.

In dieser Arbeit soll die Methode zur Extraktion des dynamischen Verhaltens von nano- und mikrofluidischen Systemen bei unterschiedlichen Anregungsfrequenzen aus Sprungantwort-Simulationen erforscht werden. Dazu soll ein mathematischer Formalismus entwickelt werden, der auf Vorarbeiten am NMF aufbaut. Die Methode soll dann an einem aus der Literatur bekannten, einfachen Strömungsproblem getestet werden.

Deine Aufgaben

1. Formulierung der mathematischen Methode zur Übersetzung von Sprungantworten in harmonisch angeregtes Verhalten mit Hilfe der Laplace-Transformation
2. Implementierung und Simulation eines einfachen exemplarischen Strömungsproblems in COMSOL Multiphysics und Proof-of-Principle der vorgeschlagenen Methode durch Anwendung, z. B. in Matlab
3. Untersuchung der Anforderungen und Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Methode anhand der numerischen Implementierung der Sprungfunktion und der mathematischen Eigenschaften des Strömungsproblems

Was Du mitbringst

- Interesse an der Erforschung neuer Wege der numerischen Simulation - sei neugierig!
- Tiefgreifendes mathematisches Verständnis und Interesse
- Erste Erfahrungen mit numerischen Simulationen sind von Vorteil



Nano- and
Microfluidics

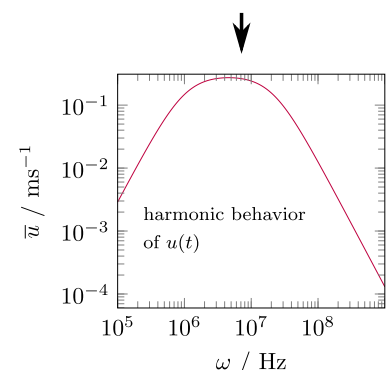
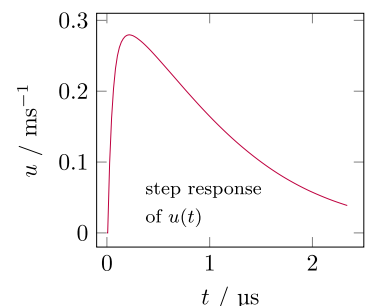
M. Sc. Aaron Ratschow
L2|06 Center of Smart Interfaces
ratschow@nmf.tu-darmstadt.de
www.nmf.tu-darmstadt.de

Wichtige Fakten

- Masterthesis
- Entwicklung einer numerischen Methode
- Flexibler Starttermin

Schick mir gerne eine E-Mail, um Deine eigenen Ideen zu diskutieren!

Vollständiges harmonisches Verhalten aus nur einer SR-Simulation:



Was wir bieten

- Werde Wegbereiter eines neuartigen numerischen Ansatzes mit weitreichenden Anwendungen
- Sei Teil eines internationalen Kooperationsprojekts und präsentiere unseren Partnern Deine Ideen und Ergebnisse
- Enge Betreuung und Unterstützung bei der Entwicklung eigener Ideen

Bewirb Dich jetzt – Wir warten auf Dich!

Literatur

- [1] A. D. Ratschow, D. Pandey, B. Liebchen, S. Bhattacharyya, and S. Hardt. Resonantly-driven nanopores can serve as nanopumps.



**Nano- and
Microfluidics**

M. Sc. Aaron Ratschow
L2|06 Center of Smart Interfaces
ratschow@nmf.tu-darmstadt.de
www.nmf.tu-darmstadt.de

Wichtige Fakten

- Masterthesis
- Entwicklung einer numerischen Methode
- Flexibler Starttermin

Schick mir gerne eine E-Mail, um Deine eigenen Ideen zu diskutieren!

Vollständiges harmonisches Verhalten aus nur einer SR-Simulation:

