

Hochdynamische Oberleitungs-Emulation eines Pantographenprüfstandes: Modellierungs- und Regelkonzepte

Alexander Schirrer *

Stefan Jakubek **

* Institut für Mechanik und Mechatronik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9, E325
Tel. +43 1 58801 325521
Fax +43 1 58801 32899
alexander.schirrer@tuwien.ac.at

** Institut für Mechanik und Mechatronik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9, E325
Tel. +43 1 58801 325510
Fax +43 1 58801 32899
stefan.jakubek@tuwien.ac.at

Schlüsselwörter: Pantographen-Oberleitungs-Interaktion, Power-HiL, absorbierende Randbedingungen, Koordinatentransformation, Optimierung

Im Hochgeschwindigkeits-Zugbetrieb werden extreme Anforderungen an Pantographen-Stromabnehmer gestellt. Deren Hauptaufgabe, den Zug sicher mit elektrischer Energie zu versorgen soll mit minimalem Verschleiß und daher möglichst konstanter, vorgegebener Kontaktkraft erfüllt werden.

Zur Entwicklung aktiv geregelter Pantographen werden von der TU Wien gemeinsam mit SIEMENS Modelle von Pantograph und Oberleitung, Regelkonzepte und Pantographen-Prüfstandslösungen (Abb. 1) erforscht und entwickelt.

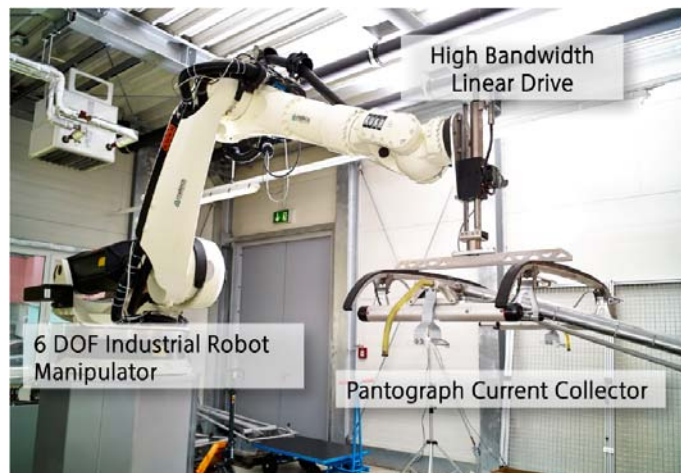


Abbildung 1: Hochdynamischer Pantographenprüfstand mit Oberleitungs-Emulation

Der mechatronische Pantographen-Prüfstand bewerkstelligt dabei die Emulation der Oberleitungsdynamik in Echtzeit. Dazu werden Oberleitungsmodelle verschiedener Komplexität verwendet, und Methoden zur Parametrierung der Modelle aus Messdaten wurden entwickelt [2]. Über die geeignete Kombination von Konzepten der modellprädiktiven Regelung und der mechanischen Impedanzregelung [3] wird es möglich, die komplexe dynamische Interaktion zwischen Pantograph-Prüfling und Oberleitungsmodell im Power-Hardware-in-the-Loop-Fall zu realisieren. Das ermöglicht die Wiederholbarkeit von Testszenarien unter voller Reproduzierbarkeit sowie das virtuelle Testen potentiell gefährlicher Situationen.

Dem dynamischen Oberleitungsmodell wird physikalisch über gekoppelte partielle Differentialgleichungen (Wellengleichung, Erweiterungen der Euler-Bernoulli-Biegebalkengleichung) erstellt. Wellentransport- und Dispersionsphänomene, sowie Teilreflexionen an Hängern sind relevant (Abb. 2) und müssen für die Anwendung abgebildet werden. Das Systemmodell wird weiters auf geeignet mitbewegte Koordinaten transformiert und schließlich diskretisiert. Gemeinsam mit geeigneten

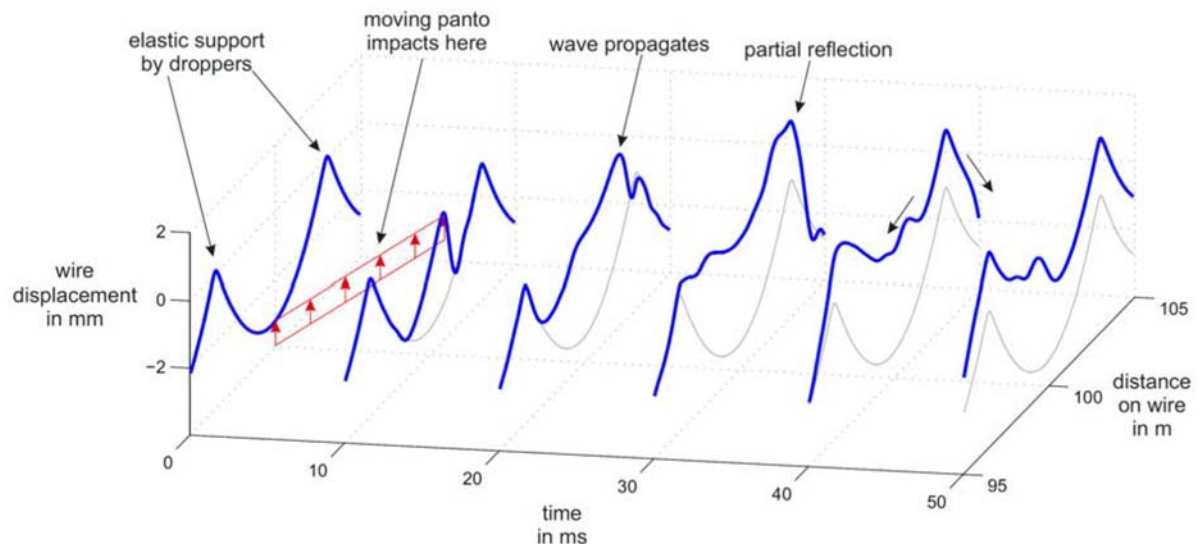


Abbildung 2: Komplexe Fahrdracht-Dynamik zeigt Wellenausbreitung, Teilreflexionen und Leitungsanhub nach einer Anregung durch bewegten Pantographen-Kontakt

absorbierenden Randbedingungen ermöglicht diese Systemstruktur eine signifikante Verkleinerung des Rechengebiets auf die direkte Umgebung des Pantographen-Kontaktpunkts. Derartige Randbedingungen sind im vorliegenden Fall bis dato nicht bekannt. In diesem Beitrag wird daher ein optimierungsbasierter Ansatz zur Generierung absorbierender Randbedingungen für das diskretisierte Problem vorgestellt [1].

Die Optimierungsmethodik basiert auf einem Output-Error-Verfahren, in dem direkt die diskreten Koeffizienten der Realisierung der Randbedingungen optimiert werden, um in geeigneten Testfällen die auftretenden Restreflexionen zu minimieren. Somit können einfache, explizite und stabile Randbedingungen für beliebige Diskretisierungen verteilt-parametrischer Systemdynamik erzeugt und optimiert werden. Weitere, komplexere anwendungsspezifische Probleme, etwa die korrekte Behandlung der Einfahrt der Hänger in das bewegte Rechengebiet, können nun als Rand-Regelungsprobleme behandelt werden.

Literatur:

[1] Alexander Schirrer, Emir Talic, Guilherme Aschauer, Martin Kozek, Stefan Jakubek. Determination of highly absorbing boundary conditions for linear finite difference schemes by multi-objective optimization. *Computational Physics*, 2014. submitted.

[2] Emir Talic, Alexander Schirrer, Martin Kozek, Stefan Jakubek. Multi-objective parameter identification of Euler-Bernoulli beams under axial load. *Sound and Vibration*, 2014 (in press).

[3] Raphael Priesner and Stefan Jakubek. Mechanical impedance control of rotatory test beds. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(11):6264–6274, Nov 2014.