

Optimierung eines PID-gesteuerten DC-DC-Konverters mit maschinellem Lernen

Patryk Krzyzanski

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Markus Olbrich

Leibniz Universität Hannover
Abteilung: Institut für Mikroelektronische Systeme

October 13, 2023

Abstract

In dieser Arbeit wird die Verwendung neuronaler Netze zur Optimierung und Steuerung eines PID-regulierten DC-Konverters untersucht. Das Ziel besteht darin, ein System zu entwickeln, das in der Lage ist, die altersbedingte Degradation von Schaltungskomponenten wie Kapazität und Induktivität zu überwachen und anzupassen, um die Leistung des Konverters aufrechtzuerhalten. Ein besonderer Fokus liegt auf dem Trainingsprozess und der Architektur des neuronalen Netzes. Der Trainingsprozess wird mithilfe von Methoden wie Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG) und Bayesscher Optimierung umgesetzt. Das Training und die Schaltungssimulation werden unter Einsatz von Transientenanalyse mit SystemC durchgeführt, um eine präzise Bewertung und Auswertung der Simulationsergebnisse zu ermöglichen. Es werden Techniken zur Optimierung der Hyperparameter des neuronalen Netzes vorgestellt. Herausforderungen und Lösungsansätze im Kontext der neuronalen Netzarchitektur und des Trainings werden diskutiert. Abschließend werden die erzielten Ergebnisse und ihre Implikationen für zukünftige Forschungen präsentiert.

Chapter 1

Einleitung

123

Chapter 2

einleitungBig

In der sich ständig weiterentwickelnden Domäne der Elektronik und Elektrotechnik ist es zunehmend evident, dass bestimmte Schlüsselkomponenten, insbesondere Kapazitäten und Induktivitäten, eine Neigung zur Degradation aufgrund vielfältiger Umwelteinflüsse aufweisen. Diese Degradationsprozesse können signifikante Auswirkungen auf die Funktionalität und Integrität der betroffenen Schaltungen haben. Insbesondere könnte man postulieren, dass die Lebensdauer und Effizienz von elektronischen Systemen erheblich beeinträchtigt werden könnten, wenn diese Degradationsphänomene nicht sorgfältig berücksichtigt und adressiert werden.

Zur Untermauerung dieses Gedankens gibt es eine Fülle von wissenschaftlichen Untersuchungen, die die unterschiedlichen Degradationsmechanismen und ihre Auswirkungen beleuchten. Beispielsweise haben Jeong, Jaeyoon, Kwak, Sangshin und Choi, Seungdeog in ihrem Artikel "Degradation-Sensitive Control Algorithm Based on Phase Optimization for Interleaved DC-DC Converters" spezifische Degradationsprozesse in DC-DC-Wandlern aufgezeigt, wobei insbesondere die Änderung des äquivalenten Serienwiderstands (ESR) von Kondensatoren als ein Hauptindikator für solche Degradationsphänomene hervorgehoben wurde[**jeong2023degradation**].

In einem ähnlichen Kontext haben Kulkarni, Chetan, Biswas, Gautam, Kim, Kyusung und Bharadwaj, Raj Mohan die systemischen Auswirkungen von Degradationen auf kritische Avionikssysteme hervorgehoben. Ihre Studien legen nahe, dass solche Degradationen tiefgreifende Auswirkungen auf Navigationssysteme wie GPS- und Inertial-Navigationssysteme haben können[**kulkarni' model-based' 2023**].

Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit, die Degradationsmechanismen elektronischer Komponenten sowohl auf Makro- als auch auf Mikroebene eingehend zu verstehen, um innovative Lösungen zu entwickeln, die solche Phänomene mitigieren oder gar verhindern können.