

Englischer Titel

A Contribution to the Probabilistic Preliminary Design of High Performance Gear Boxes

Kurzfassung deutsch

Das Flugaufkommen wächst seit Jahrzehnten kontinuierlich. Gleichzeitig müssen immer strengere Umweltauflagen und Klimaziele eingehalten werden. Flugtriebwerke sind daher ständiger Gegenstand von Forschung und Entwicklung. Neue Antriebskonzepte versprechen Effizienzsteigerungen und Emissionsverringerungen. Eines dieser Konzepte ist die Untersetzung der Fan-Drehzahl mittels Planetengetriebe.

Diese Getriebe sind aufgrund der großen Leistungsdichte und dem in der Luftfahrt notwendigen Leichtbau sehr flexible Strukturen. Herkömmliche Feder-Masse-Modelle mit der Annahme starrer Körper, wie sie seit Jahrzehnten in der Getriebevorauslegung verwendet werden, können diese Flexibilität nicht adäquat abbilden. Der Einsatz von Finite Elemente Analysen, welche in der Lage sind, die Flexibilität der Getriebekomponenten korrekt abzubilden, bleibt aufgrund des größeren Berechnungs- und Modellierungsaufwands der Detailauslegungsphase vorbehalten.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Vorauslegungswerkzeuges, welches die Flexibilität der Getriebekomponenten berücksichtigt und dabei trotzdem nur einen geringen Rechenbedarf aufweist. Es wird ein Feder-Masse-Modell, basierend auf reduzierten Finite-Elemente-Modellen, vorgestellt. Dieser Ansatz ermöglicht schnelle Parameterstudien, sowie statistische und dynamische Simulationen von Fertigungsfehlern. Auf diese Weise kann ein Getriebeentwurf bezüglich seiner Robustheit bewertet und mit anderen Entwürfen verglichen werden. Dieser Vergleich unterstützt Entscheidungsprozesse in der Vorauslegung für oder gegen einen bestimmten Entwurf und kann dadurch die Vorauslegungsphase beschleunigen. Die Anwendung des hier vorgestellten Vorauslegungswerkzeuges ist dabei von der Geometrieerzeugung, über die Vernetzung und Reduktion der Finite-Elemente-Modelle bis hin zum Modellaufbau, der Lösung und der graphischen Ausgabe der Lösung weitgehend durch den Einsatz von Skripten automatisiert.

Kurzfassung englisch

Air traffic is growing continuously for decades while increasingly stringent environmental regulations and climate targets have to be fulfilled. This is why aircraft engines are in the permanent focus of research and development. New propulsion concepts promise more efficient engines and fewer emissions at the same time. The reduction of the Fan shaft speed with a planetary gear box is one of these concepts.

Due to the huge load density and the necessary light weight design, gear boxes used in aircraft engines are very flexible structures. Conventional spring-mass-models are used for decades in the preliminary gear box design. They assume rigid bodies and cannot consider the flexibility of high performance gear boxes. Finite element analyses take into account the flexibility of gear box components but they require huge computational resources, which is the reason why they are only used for the detailed design phase.

The scope of this work is the development of a preliminary design tool, which covers the flexibility of gear box components and requires just a little amount of computational resources. A spring-mass-model based on finite elements is being presented. This approach enables fast parameter studies, as well as static and dynamic simulations of manufacturing deviations. Different gear box designs can be compared and evaluated regarding their robustness. This comparison supports the selection process of a design and therefore can help to accelerate the preliminary design phase. The developed tool is automated using scripts, which reduces the effort of generating geometry, mesh creation, reduction of finite element models and the graphical representation of the results.