

Verwendung von CAD-basierenden Simulationsmodellen in Matlab/SimMechanics für die Raumfahrtindustrie –

Abstract

Sowohl während der Startphase als auch in der Operationsphase sind Raumfahrzeuge verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt, wie beispielsweise thermischer Belastung, quasistatischen Belastungen, Vibrationen und Akustik. [Scharton, 2002] Da es aus Kostengründen nicht möglich ist, Prototypen in Form großer komplexer Raumfahrzeuge nachzubauen, werden diese Test auf der Erde direkt an den später fliegenden Objekten vorgenommen. Dies geschieht unter einem hohen Aufwand, um annähernd zero-g Bedingungen zu schaffen. Eine computergestützte Simulation eines virtuellen Prototyps könnte hierbei erste wichtige Testdaten liefern ohne das Raumfahrzeug direkten Tests zu unterziehen.

Während der sogenannten Launch and Early Orbit Phase (LEOP) sind vor allem drei Ereignisse den kritischen zuzuordnen: die Vibrationsbelastung während dem Start, der Impulsschock beim Abstoßvorgang des Raumfahrzeugs (S/C) von der Trägerrakete und das Ausklappen der Sonnensegel.

Vibration and Acoustic Testing of Spacecraft

Abbildung 1 zeigt die Funktionsweise eines Shakers. Dabei handelt es sich um eine schwenkbar gelagerte Plattform, auf der Satelliten befestigt und durch verschiedene Frequenzen und Amplituden angeregt werden können.

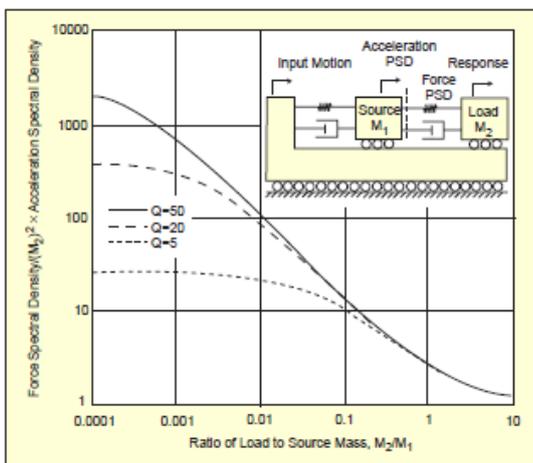


Abbildung 1 Feder-Dämpfer-System eines Shakers

Dies geschieht in der Regel in einem Frequenz- und Amplitudenbereich, der dem einer durch eine Trägerrakete beim Start induziertem Bereich nahe kommt. Dabei werden zeitgleich Daten zum Eigenschwingverhalten des Satelliten gemessen.

Abbildung 2 ermöglicht die Vorstellung der Größenordnung eines solchen Testdurchlaufes, während in Abbildung 3 eine typische Kraftmessung über die Frequenz aufgetragen ist.



Abbildung 2 Shaker und Satellit bei der Testvorbereitung

Verwendung von CAD-basierenden Simulationsmodellen in Matlab/SimMechanics für die Raumfahrtindustrie –

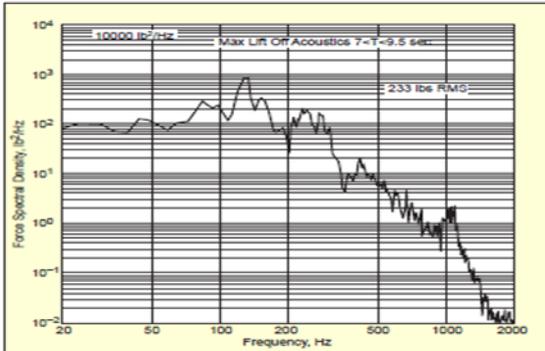


Abbildung 3 Kraft-über-Frequenz-Verlauf

Solar Array Deployment Test

Bei dem Solar Array Deployment Test wird das Ausklappen der Sonnensegel unter simulierter Schwerelosigkeit getestet. Über Flaschenzugkonstruktionen und Gewichten wird hierbei eine künstliche 0g-Umwelt erzeugt, sodass alleine Trägheitskräfte zur Beobachtung sondiert werden können.



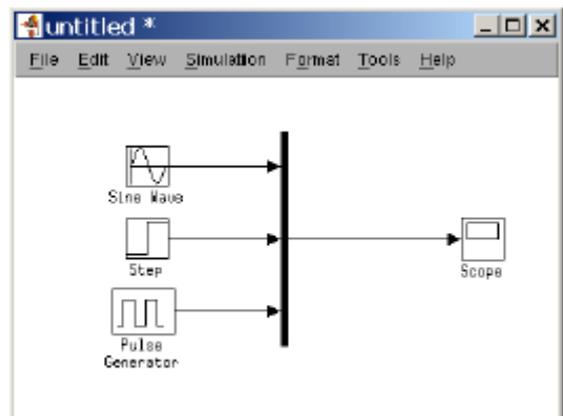
Abbildung 4 Aufhängung während eines Solar Array Deployment Test

Das Ausklappen der Sonnensegel ist nach wie vor die masse- und energieärmste Variante große Flächen für maximale Energieerzeugung kompakt und leicht in die Umlaufbahn zu befördern.[De Luca, 2011] Unter Schwerelosigkeit können jedoch unter anderem ein Verklemmen und dadurch eine unzureichende Stromerzeugung für die Batterien oder wegen einer ungleichmäßigen Bestrahlung durch den Sonnenwind ein leichtes Verkippen des Satelliten aus seiner

Position heraus folgen. Daher ist es von großer Wichtigkeit Vorhersagen über das actio-reactio-Verhalten des Satelliten beim Ausklappen der Sonnensegel machen zu können.

Simulation mit virtuellem Prototyp

Sind die CAD-Daten bekannt, können diese über eine Prozesskette in ein Simulationsprogramm wie beispielsweise SimMechanics eingespeißt werden. [Nezhat, 2013] Hier können verschiedene Anregungsarten auf das Objekt simuliert werden. Darunter beispielsweise eine Schwingung für die Simulation eines Shakertests. Mehrere von MATLAB erzeugte Schwingungen sind in Abbildung 5 dargestellt.



Verwendung von CAD-basierenden Simulationsmodellen in Matlab/SimMechanics für die Raumfahrtindustrie –

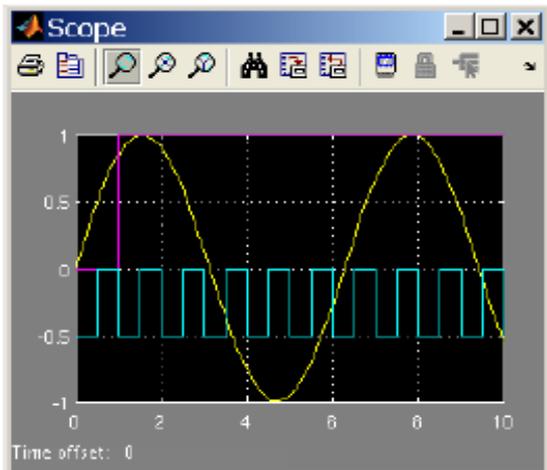


Abbildung 5 Erzeugung (oben) und Darstellung (unten) von Schwingungen über MATLAB

Da auf diesem Weg nicht nur Schwingungen erzeugt werden können, sondern auch Masse, Massenträgheit und andere Eigenschaften berücksichtigt werden ist auch die Simulation eines Solar Array Deployment Test mit einem virtuellen Prototyp durchführbar.

Fazit

Mit der Verknüpfung von Konstruktionsprogrammen wie CAD Catia und Simulationsprogrammen wie SimMechanics ist es möglich Tests mit virtuellen Prototypen durchzuführen. Vor allem in dem Bereich der Raumfahrt ergibt sich hiermit eine kostengünstige Variante eine zusätzliche Absicherung bezüglich kinematischen Verhalten zu schaffen und mit virtuellen Prototypen in einer Branche zu experimentieren, in denen es keine realen Prototypen gibt.

Referenzen:

[1] Antonio De Luca (2011). Architectural Design Criteria for Spacecraft Solar Arrays, Solar Cells -Thin-Film, Technologies, Prof. Leonid A. Kosyachenko (Ed.), ISBN: 978-953-307-570-9, InTech, Available from:

<http://www.intechopen.com/books/solar-cells-thin-film-technologies/architectural-design-criteria-for-spacecraftsolar-arrays>

[2] Terry D. Scharton (2002). Vibration and Acoustic Testing of Spacecraft, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California

[3] Sam Nezhat, Silvain Jewoh [2013] CASIN Einführung, SANEON GmbH, Lehrstuhl für Flugsystemdynamik, Technische Universität München