



DESIGN-SUPPORT-TOOL ZUR GEWÄHRLEISTUNG VIBRATIONSFESTER ELEKTRONIK

Dr. Mike Röllig, Dipl.-Ing. René Metasch, Dipl.-Ing. Robert Schwerz

Zuverlässige Elektronik bedeutet für hochwertige und sicherheitsrelevante Produkte einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Den Mittelpunkt der Untersuchungen im hier vorgestellten Projekt bildet die Zuverlässigkeit von Motorsteuerungen, wie sie in jedem Automobil eingesetzt werden. Deren Betriebsfestigkeit unter Stößen und Vibrationen muss in jeder Fahrsituation gewährleistet sein.

Die strukturmechanische Simulation über die Finite-Elemente-Methode (FEM) trägt hier entscheidend zur Auslegung und Konstruktion von Motorsteuerungen bei. Die Simulation erlaubt es, komplexe mechanische Zusammenhänge zu verstehen und unterschiedliche Konstruktions- und Werkstoffvariationen rasch umzusetzen. Ziel ist es, in möglichst kurzer Zeit ein robustes Design für die Motorsteuerung bereitzustellen, so dass keine kritischen mechanischen Beanspruchungen zu Frühausfällen von elektronischen Bauelementen führen.

Im Rahmen des Projekts ist ein Design-Support-Tool entstanden, das die extrem beschleunigte Netzgenerierung von FEM-Modellen ermöglicht. Der Zeitfaktor liegt hierbei bei 1:250. Komplexe Motorsteuerungen sind nun innerhalb von zehn Minuten modelliert und bedürfen nicht mehr des manuellen Aufwands über fünf Arbeitstage (Bild 1). Dabei sind Netzgeometrie, Werkstoffe und Belastungsprofile einbezogen. Das Design-Tool basiert auf einer FEM-Programmsprache (APDL-ANSYS) und greift auf eine Datenbank zu, in der einzelne Submodelle zur Erstellung von elektronischen Bauelementen hinterlegt sind. Diese Datenbank ist auf die Kundendatenbank qualifizierter Bauelemente zuschneidbar, d. h. jederzeit bei Neuqualifizierung von Bauelementen mit geringem Aufwand erweiterbar.

Über eine grafische Nutzereingabeschnittstelle (GUI) werden sämtliche Designparameter abgefragt, die für eine Belastungsberechnung unter Vibration erforderlich sind. In der gegenwärtigen Ausbaustufe werden Vibrationslasten in Form von

Power Spectral Density (PSD) und harmonischen Schwingungen berechnet.

Die Auswertung, ob es sich um gute oder weniger gut platzierte Bauelemente handelt, erfolgt über deren berechnete mechanische Beanspruchung. Es wurde ein Kriterium erarbeitet, welches den Vergleich zu über- oder unterbeanspruchten Bauelementen zulässt. Im Vorfeld erfolgte eine Kalibrierung des Schwingungsverhaltens von Substraten mit und ohne elektronische Bauelemente. Dafür wurden reale Schwingungsversuche zur Bestimmung des variablen Werkstoffdatensatzes für die Leiterplatte als Kupfer-Glasfaser-Polymergemisch zugrunde gelegt. Zudem wurden anhand von schwingungsmechanischen Stufentests die Beanspruchungslimits der Bauelemente bestimmt, die als Kriterium für ihren Ausfall vorliegen.

Dadurch können sofort nach der Berechnung Hinweise auf kritische Bauelementpositionen gegeben werden. Damit kann der Designer durch stabilisierende Maßnahmen gezielt eingreifen.

Der Design-Tool-Ansatz soll auch in thermische Beanspruchungsanalysen überführt werden. Hierbei wird eine Routine aus grob- und feinvernetzten Modellen eingebunden.

Danksagung

Das Team bedankt sich bei der Continental Automotive GmbH Regensburg für das entgegengebrachte Vertrauen.

- 1 FEM-Netz einer elektronischen Baugruppe einer Motorsteuerung modelliert in zehn Minuten, Darstellung der berechneten Verformung.
- 2 Gedämpftes Abklingverhalten eines Substrats und Kalibrierung der Dämpfungseigenschaften mittels FEM.