

## Sherlock – Zuverlässigkeitsprognose von Baugruppen

Von Jörg Angstenberger und Dr. Viktor Tiederle, Relnetyx AG, Dettingen/Teck, sowie Dr. Randy Schueller und Cheryl Tulkoff, DfR Solutions, Austin, Texas, USA

Ein neues wegweisendes automatisiertes Designwerkzeug ermöglicht die Vorhersage der Ausfallwahrscheinlichkeiten von Baugruppen auf Basis von physikalischen Ausfallmechanismen unter Verwendung von Entwurfsdaten aus dem Baugruppendesign.

Gesamtkosten und Qualität eines Produktes werden bereits durch Entscheidungen bestimmt, die in einer sehr frühen Entwicklungsphase getroffen werden. Das Auffinden und Korrigieren von Konstruktionsfehlern in einem späten Entwicklungszyklus ist teuer und im extremsten Fall fatal, wenn Designschwächen erst dann erkannt werden, wenn Ausfälle im Feld aufgetreten sind.

Ein Design, welches die Zuverlässigkeit mit beinhaltet, wird oft als Selbstverständnis erwartet. Allerdings werden diese Anforderungen schnell vernachlässigt, wenn konkurrierende Aspekte bei einem Entwurf berücksichtigt werden müssen. Der Entwickler ist zum Beispiel gefordert, bei zunehmender Verbesserung von Leistungsmerkmalen die Dimensionen der Baugruppe immer weiter zu verringern. Der Zuverlässigkeitsingenieur wird zwar Bedenken bezüglich Design-Risiken äußern, aber ohne die Möglichkeit, potentielle Auswirkungen zu quantifizieren, ist er meist nicht in der Lage, entsprechenden Einfluss auf die Design-Entscheidungen zu nehmen. Die Lösung dieses Dilemmas ist mit Sherlock möglich.

### Analyse-Tool benötigt nur Designdaten

Sherlock ist ein neu entwickeltes Analyse-Tool zur Zuverlässigkeitsprognostik. Noch bevor eine Baugruppe als reales Muster aufgebaut wird, ermöglicht dieses wegweisende Werkzeug auf Basis von bereits vorhandenen Design-Daten (Layout, Stückliste usw.) quantitative Vorhersagen über die Lebensdauer des Produkts unter definierten Betriebsbedingungen. Sowohl die Ausfallrate durch die thermische Ermüdung von Lötverbindungen und Durchkontaktierungen als auch mögliche Kurzschlüsse aufgrund der

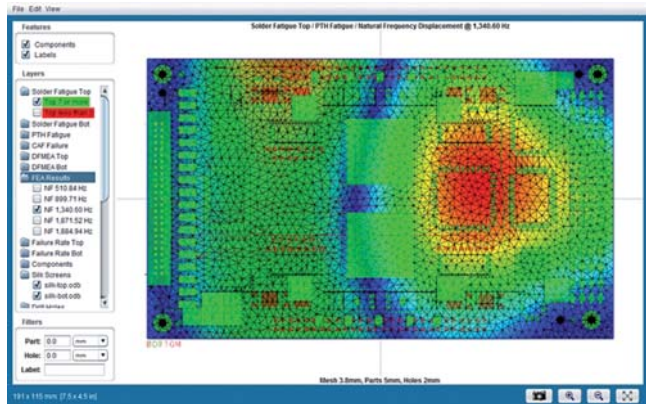


Abb. 1: Eigenfrequenz einer bestückten Leiterplatte berechnet mit dem Sherlock FEM-Modul

Bildung von CAF (Conductive Anodic Filament; leitfähigem anodischen Filament) können vorhergesagt werden. Die Software führt gleichfalls eine Finite-Elemente-Analyse durch und zeigt Regionen auf der Leiterplatte an, die anfällig für übermäßige Belastungen während Vibrationen oder Schock-Ereignissen sind. In *Abbildung 1* ist die Eigenfrequenz einer bestückten Leiterplatte berechnet mit dem Sherlock FEM-Modul dargestellt.

Den einzelnen Analysemodulen liegen anerkannte Modelle von Fehlermechanismen zugrunde, die vor der Implementierung in Sherlock durch zahlreiche Labortests an realen Baugruppen validiert wurden. Darüber hinaus ist es möglich, Berechnung von Ausfallraten analog MIL-HDBK-217 durchzuführen und z. B. daraus eine FMEDA-Vorlage zu generieren, wie sie für Baugruppen zwingend erforderlich ist, die die Anforderungen zur funktionale Sicherheit gemäß IEC 61508 bzw. ISO 26262 erfüllen müssen.

Die Baugruppenanalyse mit Sherlock wird in folgenden wesentlichen Schritten durchgeführt:

- Definition der Zuverlässigkeitsziele
- Definition der Betriebs-/Umgebungsbedingungen
- Generieren der Belastungsprofile
- Import von Designdaten der Baugruppe
- Ausführen der einzelnen Analysemodule
- Interpretation der Testergebnisse
- Schlussfolgerung für die Anwendung

Der größte Vorteil liegt in der Möglichkeit, verschiedene „Was wäre wenn“-Szenarien durchzuspielen, um die Auswirkungen einer beliebigen Anzahl von Design-Alternativen zu untersuchen. Denn mit Sherlock lassen sich bei der Designoptimierung beispielsweise Fragen beantworten wie:

- Was passiert, wenn die Montagepunkte der Baugruppe versetzt werden?
- Wie wirkt sich eine Änderung des Durchmessers von Durchkontaktierungen, der Abstände oder der

Kupferdicke auf die Zuverlässigkeit der Leiterplatte aus?

- Was ist, wenn die Dicke des Laminats geändert oder ein anderes Material ausgewählt wird?
- Welches Bauelement ist mit dem höchsten Risiko behaftet auszufallen und was passiert, wenn das Bauelement mit einem anderen Gehäuse verbaut wird?
- Welche Auswirkungen bezüglich Zuverlässigkeit hat der Wechsel der Lotlegierung von SnPb zu SAC305?
- Was bewirkt eine Erhöhung der maximal spezifizierten Temperatur um zusätzliche 20 K bezüglich Zuverlässigkeit?

Nach dem Abschluss der Designoptimierung, d.h. wenn das Design den zahlreichen konkurrierenden Anforderungen weitestgehend gerecht wird, kann die

Einfach. Mehr. **Ideen.**



Thermal Systems

*Hohe Qualität!  
Hohe Effizienz!*



www.rehm-group.com

Mit » Einfach. Mehr. Ideen. « im Bereich thermische Systemlösungen für die Elektronikindustrie, ist Rehm heute Technologie- und Innovationsführer für die moderne und wirtschaftliche Elektronik-Baugruppen-Fertigung.

Als global agierender Hersteller von Löt- und Trocknungssystemen sind wir in allen relevanten Wachstumsmärkten vertreten und realisieren als Partner für unsere Kunden, Fertigungslösungen, die Standards setzen.



Einfach. Mehr. **Technologie.**  
Einfach. Mehr. **Innovation.**  
Einfach. Mehr. **REHM.**

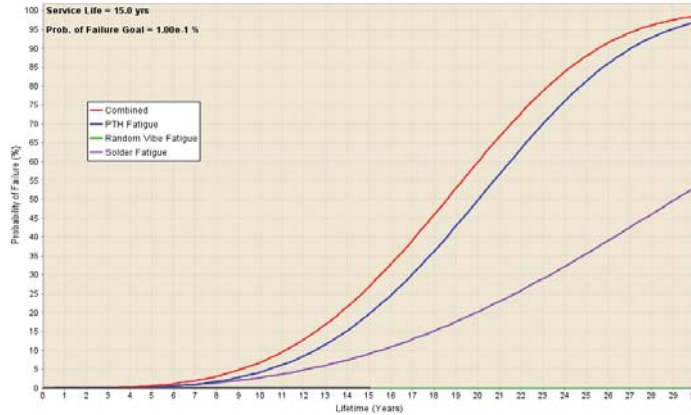


Abb. 2: Lebensdauerkurven basierend auf einzelnen Fehlermechanismen und resultierende Lebensdauerkurve einer Beispielbaugruppe

Software schließlich eingesetzt werden, um die Ausfallrate der Baugruppe über die Lebensdauer des projektierten Systems zu prognostizieren. In *Abbildung 2* sind die Lebensdauerkurven basierend auf einzelnen

Fehlermechanismen und die resultierende Lebensdauerkurve einer Beispielbaugruppe dargestellt.

### Fazit

Bisher gab es kein einfaches Verfahren zur Abschätzung der Lebensdauer einer elektronischen Baugruppe auf Basis von Verschleißerscheinungen. Sherlock schließt nun diese Lücke und ermöglicht eine rasche Beurteilung der Zuverlässigkeit von elektronischen Systemen auf Basis der Physics of Failure (PoF).

Sherlock ist ein leistungsfähiges Zuverlässigkeitswerkzeug, das vom gesamten Entwicklungs-/Konstruktions- und Management-Team eingesetzt werden kann. Es ermöglicht dem Zuverlässigkeitsverantwortlichen, sich am Designprozess zu beteiligen. Denn mit dem Werkzeug ist es jetzt möglich, Design-Alternativen präziser zu quantifizieren und zwar schon, bevor die Baugruppe physikalisch realisiert ist und als Hardware zum Testen zur Verfügung steht. Sherlock ist das Tool der Zukunft in der Automatisierten Design Analyse (ADA), der Integration von Design-Regeln, Best Practices und des Physikbasierten Verständnisses der Zuverlässigkeit eines Produkts.

**Electronica: Halle B1, Stand 208 (Eitroplan GmbH)**

### Literatur

[www.dfrsolutions.com](http://www.dfrsolutions.com)

Armin Gottschalk: Qualität und Zuverlässigkeitssicherung elektronischer Bauelemente und Systeme, expert Verlag, Renningen, 2. völlig neu bearbeitete Auflage (2010)

**EPSYS**  
electronic protective systems

**i-COAT® Beschichtungssystem**

- Multi-Coat-System: Tauchen, Fluten, selektive Beschichtung mit einer Anlage
- Kostenoptimierung durch modulare Coating-Schablone
- Einfache Bedienung und Programmierung
- Für alle konventionellen Elektroisolerlacke

**i-LED Coating Inspektionsstation**

- Unterschiedliche Farbtemperaturen
- High-Power Blacklight-Strahler für fluoreszierende Lacke FLZ
- Keine Wärmeentwicklung - deshalb energiesparend
- Lange Lebensdauer der Leuchteinheit

[www.epsys-invent.de](http://www.epsys-invent.de)