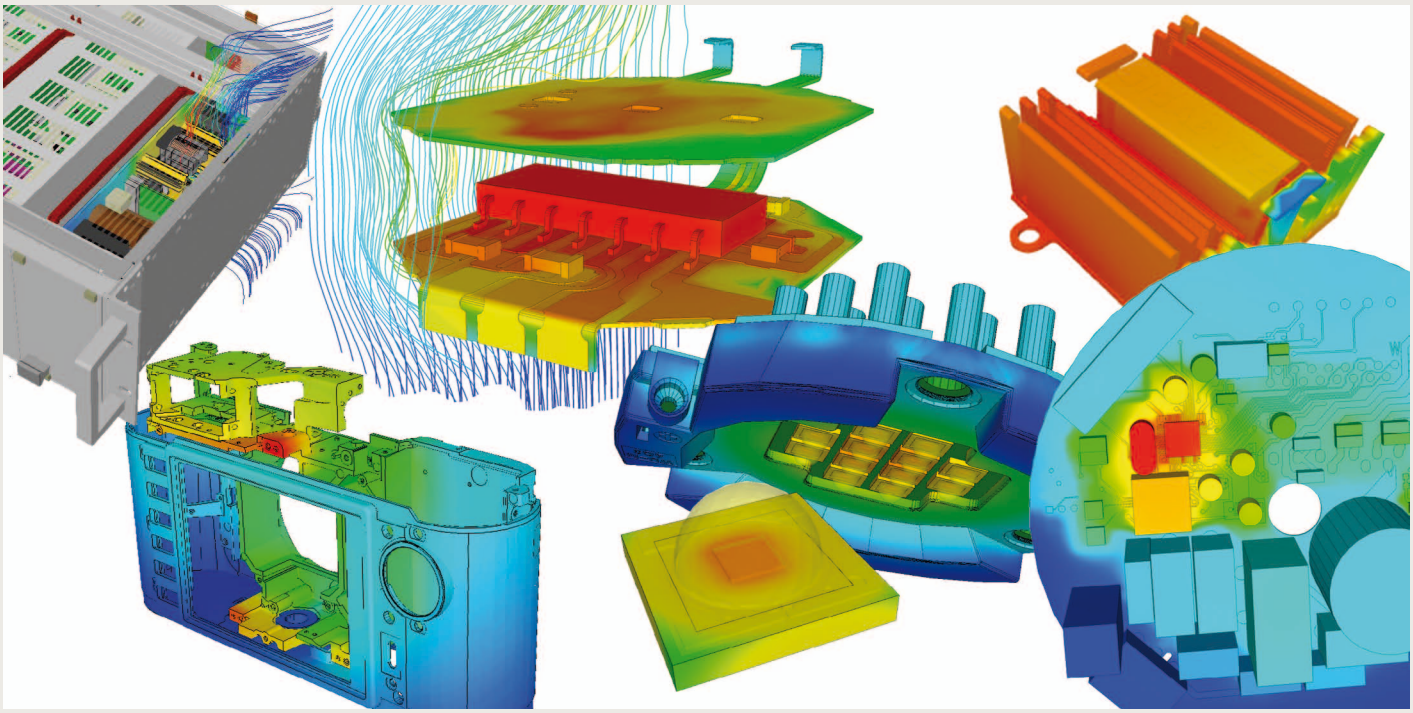
Warum ist die thermische Simulation unverzichtbar?



3D CFD Simulationsergebnisse berechnet mit 6SigmaET

Kurz gefasst:

Der Markt fordert immer komplexere Geräte mit schnellerer Time-to-Market. Dies ist eine große Herausforderung für die Entwickler. Mit der Simulation können viele Fragen schon im Vorfeld, auch ohne praktisch existierende Hardware, geklärt werden und die Entwicklungszyklen können verkürzt werden.

Diese Leitfrage könnte man aus dem Standardrepertoire jeglicher Elektronik-Fachzeitschrift in wenigen Sätzen beantworten. Hier würde man die Miniaturisierung der Elektronikfunktionen, die stetig wachsenden Leistungen und schlussendlich den Wettbewerbsvorteil durch einen verkürzten Entwicklungsweg in den Ring werfen.

In diesem Artikel möchte ich die Entwicklung eines elektronischen Gerätes und die damit verbundenen Vorteile durch den Einsatz einer Simulationssoftware beleuchten. Hier unterscheiden sich die industriespezifischen Elektronikgeräte kaum voneinander. Sei es ein Gerät für die Telekommunikation, der Automatisierungstechnik, der Fahrzeugtechnik oder der Medizintechnik; alle Geräte bestehen aus einem Verbund von Mechanik-Baugruppen, Elektronikbaugruppen und der steuernden Software. Einzig erwähnenswerter Unterschied ist ihre Leistungsklasse und die Unterschiede im Bedieninterface sowie einer eventuell integrierten Kommunikationseinheit.

Pflichtenheft

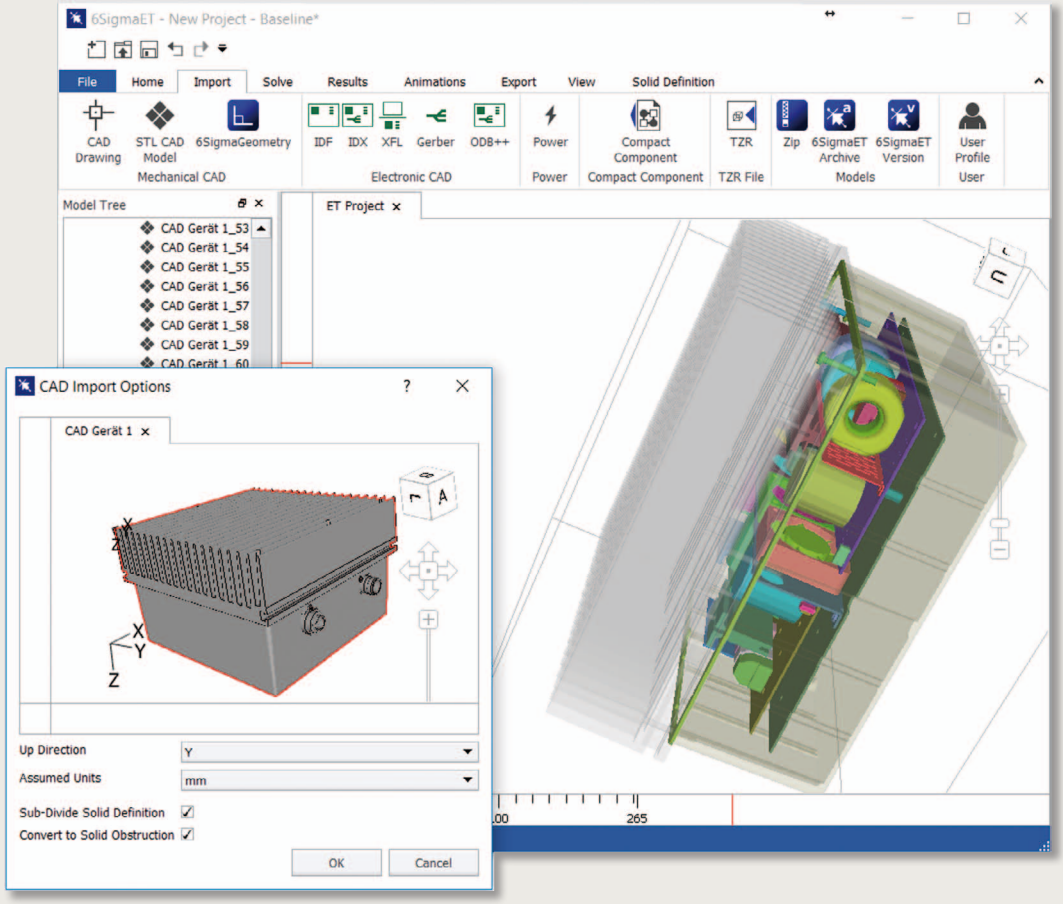
Am Anfang steht bei allen Geräteentwicklungen das Pflichtenheft. Mit Bezug auf das festzulegende Wärmemanagement, interessieren hier insbesondere folgende Randbedingungen:

- Umgebungsbedingungen
  - feste Temperaturumgebung?
  - Vorgegebene Anströmung?
  - Ruhende Luft?
  - Fremdwärmequelle in der Nähe
  - Gravitationsrichtung
  - In der Medizintechnik oft auch: „Meter über Null“
  - Aktive oder passive Kühlung, d. h. Lüfter, Coldplate, Peltiermodul oder nur freie Konvektion?

Gehäuse

- Maximal erlaubte Gehäusegröße & Gewicht?

Autor:
Tobias Best,
geschäftsführender Gesellschafter
ALPHA-Numerics GmbH
www.alpha-numerics.de



CAD Datenübernahme für thermische Simulation

- Gehäuse geschlossen oder offen?
- Maximal geplante Verlustleistung?

Stehen diese Parameter fest, können durch die 3D CFD Simulation schon in wenigen Minuten Aussagen über das sich einstellende Temperaturniveau, eventuell das zu verwendende Gehäusematerials, den Wärmeengpässen und somit der anzugehenden Kühlstrategie, getroffen werden. Jede Handformel wird allein schon ungenau, da die Aspekte der Wärmeverteilung via Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung nicht gekoppelt betrachtet werden.

Immer detailliertere Betrachtungen

Vorteil für den Einsatz einer Simulationssoftware ist auch das aufbauende Konzept immer detaillierterer Betrachtungen. Durch die Importmöglichkeiten von 3D CAD-Daten und auch der in späteren Betrachtungen vorliegenden PCB-Detaildaten, schrumpfen die Differenzen der Simulationsergebnisse zu den erst viel später vorliegenden Prototypmessungen immens. Dafür bedarf es mittlerweile in diesem Feld keine CFD Strömungsexperten mehr, sondern einfach nur gute Ingenieure, welche offen sind über den Tellerrand hinauszuschauen.

Voraussetzungen

Um sich in dieser Simulationswelt sicher zu bewegen bedarf es folgender Ausbildung:

Physikalische Hintergründe zum Thema Elektronikkühlung, d. h. das Wissen über die Wärmeströme via Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung. Das Verständnis für die Funktion von Lüftern und dem Zusammenhang des Lüfter-Arbeitspunktes zum Druckabfall in einem Gerät. Grundsätzliches Wissen über ein bißchen Materialkunde und Thermodynamik. Dieses Wissen wird in ca. 1 - 2 Tagen vermittelt.

Simulationskenntnisse, d. h. was steckt hinter dem numerischen Verfahren, welche Bedeutung hat die Vernetzung und wie wird ein CAD-Modell mit allen zugehörigen Elektronikdetails und Verlustleistungsträgern in solch einem Werkzeug für den Solver umgesetzt. Welche Ergebnisse kann man erzeugen und wie sind die Ergebnisgrafiken zu deuten und für die Optimierung zu nutzen? Auch ein wichtiger Part ist die richtige Modellierung in dem Simulationswerkzeug. Man sollte lernen, richtige thermische Ersatzmodelle aufzubauen, welche zum einen die thermische Charakteristik einer Elektronikkomponente laut Datenblatt wiederspiegeln, und zum anderen auch detaillierte PCB-Layouts physikalisch so beschreiben, dass viele Knotenpunkte im Lösungsgitter wegfallen. Diese Details lernt man von einem versierten Trainer in ca. 1 - 2 zusätzlichen Tagen.

Auch Simulation braucht Übung

ABER – ein sicherer Anwender im Umgang mit einem Simulationswerkzeug wird man erst nach ca. 3 Monaten, wenn diese Kenntnisse regelmäßig im Aufbau neuer Simulationsmodelle geübt werden. Sollten sie nur 1 - 3 Entwicklungsprojekte im Jahr durchführen, welche ein thermisches Design benötigen, empfehle ich die enge Zusammenarbeit mit einem Dienstleister. Dieser ist technisch immer auf dem neuesten Stand, weiß wie man verschiedene Situationen technisch richtig in einem Simulationswerkzeug abbildet, versteht die Berechnungsergebnisse und kann hier plausibel die Optimierungsmöglichkeiten erläutern.

Simulation - schnell mit wenig Daten

So oder so – ohne Simulation ist der geforderte zeitliche Ablauf einer Entwicklung nicht mehr sicherzustellen. Der Aufbau von Prototypen ist erst sehr spät im Designzyklus realisierbar und kostet sehr viel Geld und Zeit. Zudem zeigen Messungen nur Temperaturdaten an den Stellen, an welchen sie auch Messfühler montiert haben. Ein Simulationsergebnis zeigt das Temperaturverhalten des Gerätes in 3D, zeigt Schwachstellen auf und ermöglicht ebenfalls die Visualisierung der sonst unsichtbaren Luftwege.

Auf was aber in diesem Artikel gezielt hingewiesen werden soll ist, dass ein Simulationsmodell für die ersten Entscheidungen sehr wenig Daten benötigt und sehr schnell durchführbar ist. Dies ist schnell, günstig und unterstützt ihre Entscheidungen. Liegen mehr Details vor, so kann eine Simulation die späteren Messergebnisse auf bis zu 1 Kelvin genau voraus sagen. ◄