

## Pulsonix Thermal Analysis

### Thermal Risk Management (TRM)

Da Leiterplatten und Bauteile immer kleiner werden, erwärmen sich Komponenten und elektrische Ströme auf Ihrer Leiterplatte, wodurch thermische Probleme zu einer großen Gefahr für die Integrität Ihres Produkts werden.

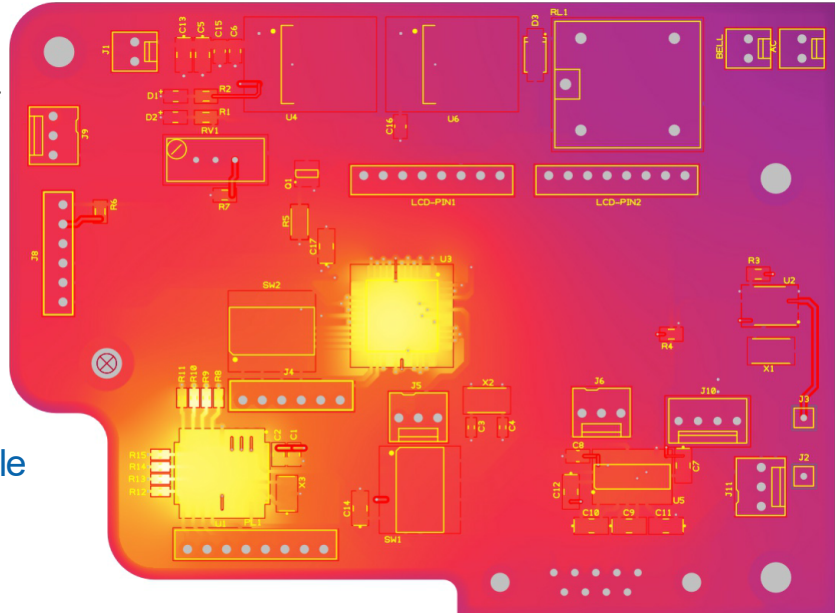
TRM ist eine Feldsimulationssoftware, die die zu erwartende Temperatur einer Leiterplatte detailliert auf der Grundlage von Strömen und/oder der Erwärmung von Bauteilen und deren Abkühlung auf Umgebungstemperatur berechnet. Sie führt thermische und elektrische Analysen (PDN) durch und zeigt diese in einem benutzerfreundlichen, flexiblen und leistungsstarken Toolset an.

### Importieren mit der Pulsonix-TRM-Schnittstelle

Anstelle von Standard-Gerber-Dateien und zugehörigen Bohrdateien, Stücklisten usw. verwendet Pulsonix eine integrierte Schnittstelle, um alle erforderlichen Design-Informationen, so wie alle Lagen-Strukturen einschließlich Lagen-Materialien, Leiterbahnen, Kupferflächen, Komponentendaten und Netzdaten zusammenzustellen, die alle zur Simulation an TRM übergeben werden. Es sind keine komplizierten Datenerfassungen oder Skripte erforderlich, da dies alles über die Pulsonix-TRM-Schnittstelle erledigt wird.

### TRM Output Optionen

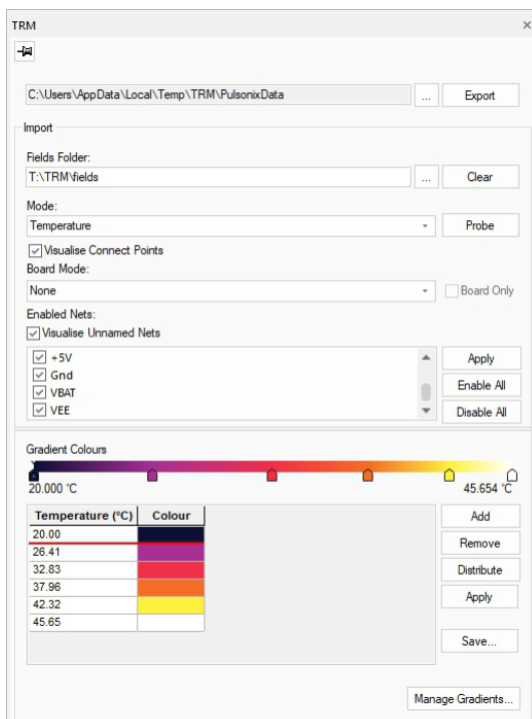
TRM generiert automatisch Farbbilder aller Variablen in allen Lagen und erstellt eine Berichtsdatei. Die Temperaturbilder sind die berechneten Infrarot-Thermogramme. Die Ergebnisd Dateien können über die TRM-Schnittstelle in Pulsonix eingelesen und über Ihr Design gelegt werden.



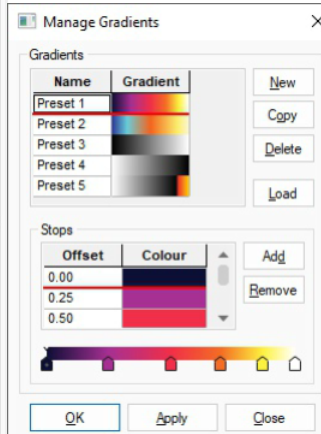
Durch Farabbildung lassen sich Hotspots leicht identifizieren.

### Die Leistungsfähigkeit der integrierten Schnittstelle

Der Schnittstellendialog in Pulsonix bietet fast alles, was Sie für die Anbindung an TRM benötigen. Sobald das Design vorbereitet ist, exportiert der Dialog Ihre Designdaten in eine Datei, die dann vom TRM-Import-Assistenten importiert werden kann. Der Dialog wird auch zum Importieren der nach der thermischen Analyse erzeugten Ergebnisse verwendet. Es stehen Modi für Strom, elektrische Leitfähigkeit und Spannung zur Verfügung. Ein Sondenmodus ermöglicht die Anzeige detaillierter Analysen in einem Head-up-Display. Durch die Netzauswahl können bestimmte Netzergebnisse angezeigt werden, beispielsweise Netze von besonderem Interesse wie beispielsweise die Stromversorgung. Farbverläufe und Profile können definiert und verwaltet werden, sodass Bereiche von Interesse hervorgehoben werden können.



Verwenden Sie den Farbverlauf-Manager, um Farbprofile zu definieren und zu verwalten.



### TRM Bar Interface Funktionsübersicht:

- Integrierte Schnittstelle in Pulsonix PCB
- Export von Konstruktionsdaten nach TRM
- Anzeigemodi für: Strom, elektrische Leitfähigkeit, Wärme, Temperatur, Wärmeleitfähigkeit und Spannung
- Sondenmodus für präzise Analyse der Konstruktion
- Netzauswahl zur Anzeige spezifischer Netzergebnisse
- Gradientenmanager für Farben und Profile
- Grafische Ergebnisse werden in Pulsonix importiert und über die Konstruktion gelegt

## TRM von ADAM Research

**ADAM**  
Research

### TRM Produkt

#### TRM-Genauigkeit

Wenn die Eingabedaten und Laborwerte gut übereinstimmen, kann eine Genauigkeit von +5 % gegenüber der Wärmebildkamera erreicht werden.

#### TRM-Physik

Die 3D-Differentialversionen der Potential- und Wärme Gleichungen werden gelöst; Ströme sind Gleichströme, die über Stecker oder Pads ein- und ausgegeben werden, Elektrizität und Bauteilwärme diffundieren im Panel und werden über einen pauschalen Wärmeübergangskoeffizienten an die Umgebungsluft abgegeben. Dieser Koeffizient enthält auch den Anteil der Strahlung.

#### Bauteilmodelle

Detaillierte Bauteilmodelle sind nicht erforderlich. Bauteile in TRM haben keine interne Geometrie. Die durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit kann aus der Datenbank zugewiesen werden. Wenn die Werte für Rjunction-Board und Rjunction-Case aus einem Datenblatt verwendet werden (und als zuverlässig gelten), können Sie diese für ein 2-Widerstandsmodell eingeben.

#### Strömungsdynamik

Kenntnisse der Strömungsdynamik sind nicht erforderlich, da ein TRM-Anwender in der Regel ein Leiterplattenkonstrukteur oder Elektronikentwickler ist. Dennoch können Sie den Einfluss von Gehäuse und Lüftern steuern, indem Sie den Wärmeaustauschkoeffizienten mit Hilfe des Software-Assistenten auswählen.

#### Berechnung der Zeitabhängigkeit mit TRM

TRM kann die Zeitabhängigkeit berechnen. Sie können entweder die Leistung und den Strom dauerhaft wirken lassen und die Heizkurve berechnen oder den Strom und die Leistung über eine CSV-Datei steuern. Virtuelle Thermoelemente zeichnen die Temperaturkurven auf.

#### Substratunterstützung

Solange die Leiterplatte flach ist, kann jede Technologie behandelt werden:

- Substrate mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit
- Wirelaid Technologie und Stanzteile
- Einpresstechnik
- Keramik (DCB)
- dielektrisch verbundene Metallplatten (IMS)

#### Analyse der Leiterplatteninstallation

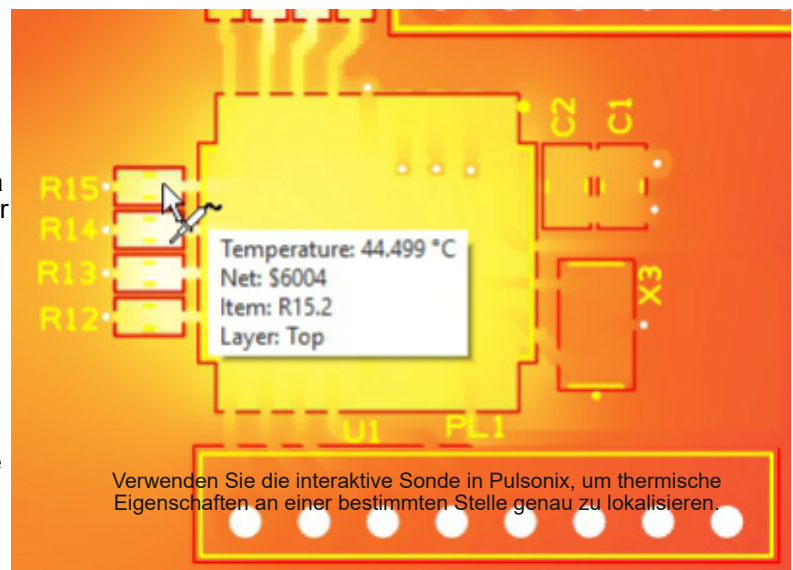
Standardmäßig wird die physische Leiterplatte entweder vertikal in freier Konvektion montiert oder mit einer bestimmten Luftgeschwindigkeit angeblasen. Sie kann auch auf einen Lamellenkühlkörper geklebt, auf Gehäusekuppeln platziert oder die Wärme über ein Kabel mittels Klemmkeilen übertragen werden. TRM verfügt über wählbare Optionen, sodass jedes Szenario analysiert werden kann.

#### Komponentenanalyse

Die Temperatur einer Komponente hängt von ihrer Verlustleistung (Watt), ihrer Grundfläche und der Wärmeableitungsfähigkeit der Kupferschicht und des FR4 in der Leiterplatte ab. Nur in speziellen akademischen Aufbauten ist es möglich, die Temperatur anhand von Tabellen oder mit einem Rechner zu schätzen. Für bessere Ergebnisse müssen Sie die Layoutgeometrie unter Verwendung von Leiterbahnen, Lagen und Durchkontaktierungen berücksichtigen, was TRM alles leistet.

#### Verfeinerung der TRM-Parameter

Mit TRM können Sie detaillierte dreidimensionale Temperaturberechnungen durchführen. Das Leiterplattenmodell wird aus der von Pulsonix generierten Eingabedatei zusammengesetzt. Über die TRM-Benutzeroberfläche können viele weitere Funktionen hinzugefügt werden. Die Auflösung in x-y-Richtung liegt typischerweise in der Größenordnung von 0,1 mm bis 0,2 mm. Zusätzlich zu den beheizten Komponenten kann gleichzeitig die elektrische Leiterbahnbeheizung (Joule-Erwärmung) behandelt werden.



Verwenden Sie die interaktive Sonde in Pulsonix, um thermische Eigenschaften an einer bestimmten Stelle genau zu lokalisieren.

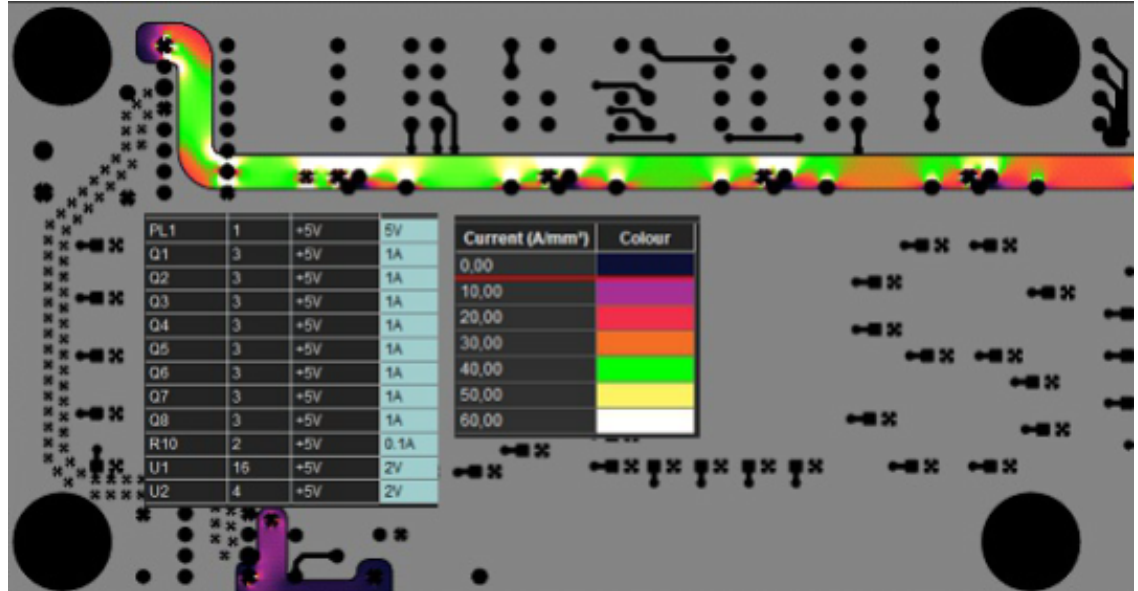
#### Einfluss der Komponententemperatur auf die Funktion

Der Spannungsabfall kann erheblich von der lokalen Temperatur der Leiterbahn abhängen (aufgrund der Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands), entweder durch Erwärmung durch Strom oder durch Erwärmung benachbarter Komponenten. Viele andere Leistungsmerkmale von Komponenten sind ebenfalls eine Funktion der Komponententemperatur.

## TRM Technologie

### Strom

Die Strombelastbarkeit ist definiert als „der maximale elektrische Strom, der kontinuierlich von einem Leiter geleitet werden kann, ohne dass es zu einer unzulässigen Verschlechterung der elektrischen oder mechanischen Eigenschaften des Produkts kommt“ (IPC-2152). Es ist leicht, die Abmessungen von Leiterbahnen zu überdimensionieren: Man muss sie nur breit und dick machen. Die Einschränkungen durch Fläche, Umgebungsbedingungen und möglicherweise Zeit zu meistern, geht weit über das Rätselraten hinaus und ist das Gebiet detaillierter TRM-Simulationen.



### Elektrischer Strom erzeugt Wärme

Es ist einfach, den elektrischen Widerstand einer Leiterbahn zu berechnen und mit  $I^2$  zu multiplizieren. Die Umwandlung von Leistung in Temperatur hängt jedoch von der Wärmeübertragung innerhalb der Leiterplatte und dem Wärmeverlust an die Umgebung ab. Das Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeverlust wird durch den Temperaturwert dargestellt.

### Temperatursimulation und elektrische (Joule-)Erwärmung

Fragen zur Temperatur werden durch eine 3D-Simulation mit TRM beantwortet. Die Leiterbahn-Geometrie kann je nach den Eigenschaften der Leiterplatte, den Details des Layouts und anderen Wärmequellen unterschiedliche Temperaturen aufweisen. Das bedeutet, dass die Konfiguration der Leiterplatte, die Auswahl der Bauteile und deren Platzierung in TRM bewertet werden können, noch bevor die Leiterplatte physisch hergestellt wird.

TRM kann auch zeitabhängige Ströme (z. B. Impulse oder Missionsprofile) verarbeiten und Temperaturtransienten berechnen. Dies geschieht anhand Ihrer Lagenstapelung und Geometrie. TRM kann auch zur Berechnung Ihrer eigenen Strombelastbarkeitstabellen verwendet werden, sodass Sie den richtigen Leiter für Ihre spezifische Anwendung auswählen können.

### TRM Funktionsübersicht

#### Analysemodi:

- Virtuelle Thermogramme aller Schichten und Prepregs in hoher Auflösung
- Erwärmung der Leiterbahnen (Strombelastbarkeit) und der Bauteile
- Gleichspannungsabfall und Stromfluss in allen Leiterbahnen
- Stationärer Zustand und transiente Zustände
- Temperaturabhängige Materialeigenschaften
- Induktivitätsmatrix
- Selektive Umgebungsbedingungen:
  - Luftkühlung
  - Wärmeleitungskühlung und Kühlkörper
  - Strahlung in Vakuum
  - Kombinationen
- Präzision durch Physik und Geometrie

#### Ergebnisse:

- 3D-Explosionsdarstellung in TRM
- Ergebnistabellen
- Effiziente Berechnungszeiten auch bei großen Konstruktionen