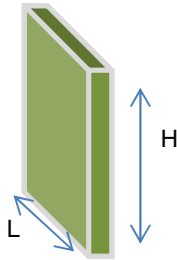


TRM White Paper No. 1

Mindesttemperatur einer Leiterplatte  
Minimum Temperature of a Printed Board

**Frage:** Was wäre die Temperatur einer Leiterplatte, wenn man die Verluste aller Bauteile gleichmäßig verteilen würde?



Bevor man an die Detailanalyse von Hotspots geht, sollte man das **durchschnittliche Temperaturniveau abschätzen**. Dazu nehmen wir an, die Gesamtverlustleistung  $P$  [Watt] sei über die Leiterplatte gleichförmig verteilt und die Leiterplatte habe einen „normal schlechten“ Wärmeaustausch mit der Umgebung. Wir meinen damit Wärmeabgabe an die Luft in **freier Konvektion** (ohne Gehäuse) und **ohne Wärmestrahlung**. Natürlich gibt es noch schlechtere und bessere Konfigurationen. Die Formel, die die Plattentemperatur liefert lautet:

$$T_{\text{PCB}} \approx T_{\text{Luft}} + \frac{P}{\alpha \cdot 2 \cdot L \cdot H}$$

Dabei sind  $L$  und  $H$  Länge und Höhe der Platte (in m) und  $\alpha$  der sog. *Wärmeübergangskoeffizient*. Als typische Grösse kann man sich für die oben beschriebene Situation merken  $\alpha = 6 \pm 1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Falls man ungehinderte **Wärmestrahlung** berücksichtigen möchte, dann erhöht sich  $\alpha$  auf  $11 \pm 1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

**Beispiel:** eine Eurokarte ( $L=100 \text{ mm}$ ,  $H=160 \text{ mm}$ ) mit 10 Watt Verlustleistung erwärmt sich unter ungünstigen Umständen um

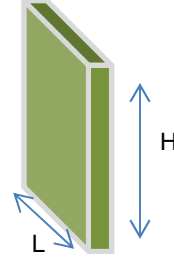
$$10 \text{ W} / (6 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 2 \cdot 0.1 \text{ m} \cdot 0.16 \text{ m}) = 50 \text{ K}$$

gegen über Umgebung, bzw. 30 K wenn man ungehinderte Abstrahlung annimmt.

Bei Lüfterbetrieb hat man natürlich einen von der Luftgeschwindigkeit abhängigen Wert von  $\alpha$ . Auch im Gehäuse ist der Wert anders. Bauteile erzeugen Hotspots, die in der Formel ebenfalls nicht abgebildet werden.

3.6.2011

**Question:** What could be the temperature of a printed board, if the power loss of all components were distributed uniformly?



Before looking for hotspots in detail, you should *estimate* the **average temperature level** of the board.

We assume that the total power loss  $P$  [Watt] is distributed uniformly over the board and the board has an ‘usually bad’ heat exchange with its environment. By this we mean a heat transfer to air in **free convection** (without enclosure) but **without heat radiation**. Of course, there a worse and better conditions. The formula, which gives us the temperature of the plate is

$$T_{\text{PCB}} \approx T_{\text{sir}} + \frac{P}{h \cdot 2 \cdot L \cdot H}$$

$L$  is length and  $H$  is height of the plate (in m) and  $h$  is the so-called *heat exchange coefficient*. As a typical value you could memorize  $h = 6 \pm 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Supposed you like to take into account unhindered **heat radiation**, the value rises to  $h \approx 11 \pm 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .  $h$  depends on board geometry and on power.

**Example:** an Euro card PCB (100 mm x 160 mm) with 10 Watts power loss heats up under bad conditions by  $10 \text{ W} / (6 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 2 \cdot 0.1 \text{ m} \cdot 0.16 \text{ m}) = 50 \text{ K}$

above ambient, or about 30 K above ambient if heat radiation is allowed.

If fans are active  $h$  depends on air speed and is larger than 6 or 11 W/m<sup>2</sup>K, resp. Inside enclosures the value is also different. Components creating hotspots cannot be treated by the formula above properly.

June 6<sup>th</sup> 20112