

## Kühlkonzepte beim Einsatz von Halbleiterrelais



Viele Ingenieure mit Erfahrungen in der Anwendung von Halbleiterrelais haben mindestens eine (in der Regel nicht so angenehme ...) Geschichte im Umgang mit Kühlkörpern zu erzählen. Die meisten dieser Geschichten erzählen (beschreiben) in einer blumigen und anschaulichen Sprache von überhitzten Sub-Systemen, verlorener Effizienz, hohen Kosten, verschwendeter Zeit und / oder Ressourcen. Unabhängig von der Art der Geschichte drehen sich fast alle um ein einfaches Thema: Die sachgemäße Anwendung von Kühlkörpern, die den thermischen Anforderungen gerecht werden.

Sehr zum Entsetzen von vielen Herstellern von Halbleiterrelais resp. Solid State Relais SSR (einschließlich uns selbst), können elektromechanische Relais nicht in allen Fällen ohne weitere Massnahmen durch Halbleiterrelais ersetzt werden.

Applikationsingenieure sind für die Auswahl der Kühlkörper und somit für das Wärme-Management verantwortlich. Die Liste der Vorteile (siehe Kasten), die Halbleiterrelais gegenüber elektromechanischen Relais aufweisen, ist recht umfangreich, aber die Verlustleistung ist der grosse Nachteil.

Die Auswahl eines geeigneten Kühlkörpers kann entmutigend sein wo wenig oder nichts auf (eine hohe Wärmebelastung)(einen künftigen Fehler) hinweist und wo nur zusätzlicher Platz im Schaltschrank benötigt und zusätzliche Kosten verursacht werden. Hoffentlich können wir ein wenig Licht in diese Problematik bringen und so helfen, die Komplexität der Auswahl eines Kühlkörpers zu minimieren.

### Was ist ein Kühlkörper?

Ein Kühlkörper ist nichts anderes als ein Objekt, das Wärme aufnimmt und abführt. Es kann ein Stück Aluminium in Form von unzähligen, oberflächenbehandelten Profilen mit vielen Winkeln und Kanten oder in Form einer unlackierten metallischen Oberfläche eines Elektrotableaus sein.

Ein Kühlkörper, in welcher Form auch immer, hat lediglich die Aufgabe, Wärme aus einer Quelle (in unserem Fall die Bodenplatte eines Halbleiterrelais) an die Umgebungsluft abzugeben.

Wie gut ein Kühlkörper die Hitze an die Umgebungsluft transferiert ist hauptsächlich von der Grösse der Oberfläche, die mit der Umgebungsluft in Kontakt ist, abhängig. Der Wert dieses Transfers wird als Wärmewiderstand oder gelegentlich auch als Wärmeimpedanz spezifiziert. Die Einheit wird angegeben als  $R_{s-a}$ .

Ein Kühlkörper mit einer grossen Oberfläche hat einen grösseren Kontakt mit der Umgebungsluft und somit einen geringeren Wärmewiderstand als ein Kühlkörper mit einer kleinen Oberfläche. Die Impedanz eines Kühlkörpers wird gemessen in  $^{\circ}C/W$  oder  $^{\circ}K/W$  welche den Temperaturanstieg an der Wärmequelle für jedes abgeführte Watt der Leistung abführt.

### Zur Veranschaulichung ...

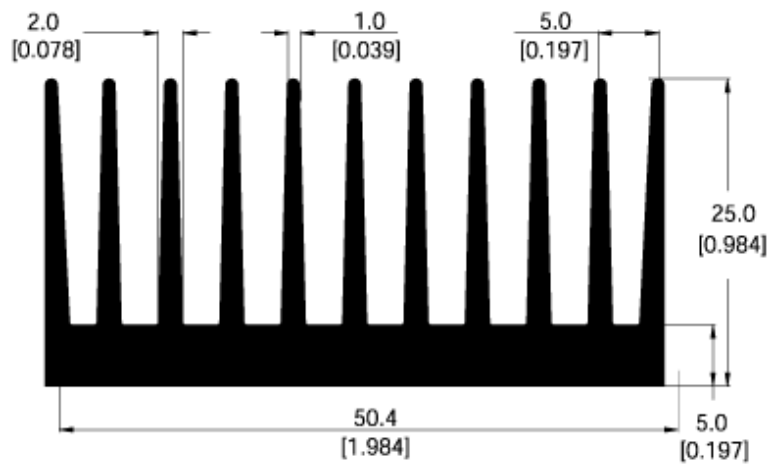
Das folgende Beispiel zeigt zwei ähnliche Kühlkörper. Beides sind Aluminium Strangpressprofile mit einer Länge von 150 mm. Der erste Kühlkörper ist 50 x 20mm und hat einen Wärmewiderstand von  $2.37^{\circ}C/W$ . Das zweite Profil hat mit 66mm x 40mm bedeutend grössere Abmessungen und hat einen Wärmewiderstand oder eine Wärmeimpedanz von  $1.33^{\circ}C/W$ .

## Typisches Strangpressprofil aus Aluminium

### Beispiel 1

$Rs-a = 2.37^{\circ}C/W$

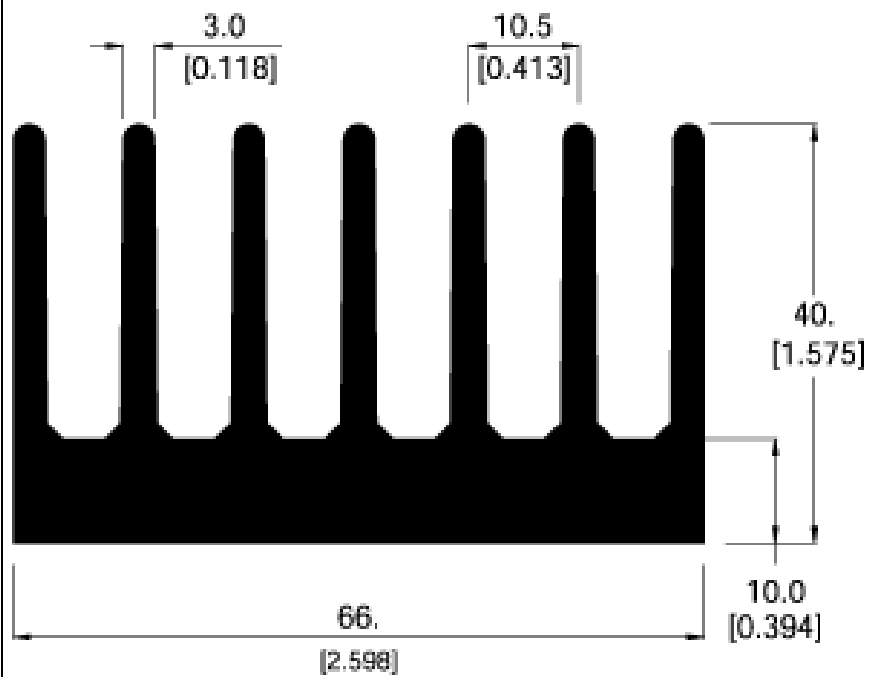
(50mm x 25mm x 150mm)



### Beispiel 2

$Rs-a = 1.33^{\circ}C/W$

(66mm x 40mm x 150mm)



## Und was bedeutet das alles?

Lasst uns überlegen, was wir mit diesen Informationen anfangen können und was das Ziel betreffend dem Temperaturmanagement der Bodenplatte eines SSR in irgendeiner Anwendung ist. Wenn wir das tun, sind wir auf dem richtigen Weg, die Kontrolle über das Temperaturmanagement zu erhalten. Werfen wir einen Blick auf die Mathematik um solche Probleme zu lösen.

$$T_{bp} = T_{amb} + ( \text{Verlustleistung} \times R_{s-a} )$$

- \*  $T_{bp}$  = max. erlaubte Temperatur der Bodenplatte eines SSR
- \*  $T_{amb}$  = Umgebungstemperatur
- \* Verlustleistung = Spannungsabfall  $V_f \times$  Laststrom
- \*  $R_{s-a}$  = Wärmewiderstand des Kühlkörpers

Nehmen wir das vorhergehende Beispiel und wenden wir es auf ein typisches Crydom Halbleiterrelais (SSR) an. Dabei erkennen wir, welchen Einfluss die Oberfläche des Kühlkörpers auf die Temperatur der Bodenplatte des Halbleiterrelais hat. In unserem Fall berechnen wir nur die Temperatur der Bodenplatte des Relais und lassen die Chip-Temperatur des Relais ausser Betracht.

Wir werden in einem weiteren Beispiel die Formel noch komplettieren. In der realen Welt reichen diese Angaben meistens damit der Kunde den geeigneten Kühlkörper auswählen kann.

Nehmen wir an, dass wir die Temperatur der Bodenplatte eines typischen Panel Halbleiterrelais CWD2450 von Crydom auf einer relativ niedrigen Temperatur von  $80^\circ\text{C}$  halten wollen. Dies in einer Anwendung mit einer Umgebungstemperatur von  $40^\circ\text{C}$ . Natürlich dürfte die Bodenplatte wesentlich wärmer werden, aber die Umgebungstemperatur ist relativ hoch.

Die Anwendung ist ein Heizelement in einem Laborofen. Dabei handelt es sich um eine rein ohmsche Last mit 20 A bei 240VAC. Der typische Spannungsabfall eines 50A-Relais der CW Serie von Crydom beträgt  $0.9V_{rms}$ . Setzen wir diese Informationen in die obige Formel ein, erhalten wir folgendes:

### Beispiel 1

1.  $T_{bp} = 40^\circ\text{C} + ((0.9V_{rms} \times 20A) \times 2.37^\circ\text{C/W})$
2.  $T_{bp} = 40^\circ\text{C} + 42.66^\circ\text{C}$
3.  $T_{bp} = 82.66^\circ\text{C}$

Wie das obige Beispiel zeigt, ist die Bodenplatte des SSR leicht höher als die gewünschte Temperatur von  $80^\circ\text{C}$ . Daher haben wir einen Kühlkörper mit einer grösseren Oberfläche zu evaluieren.

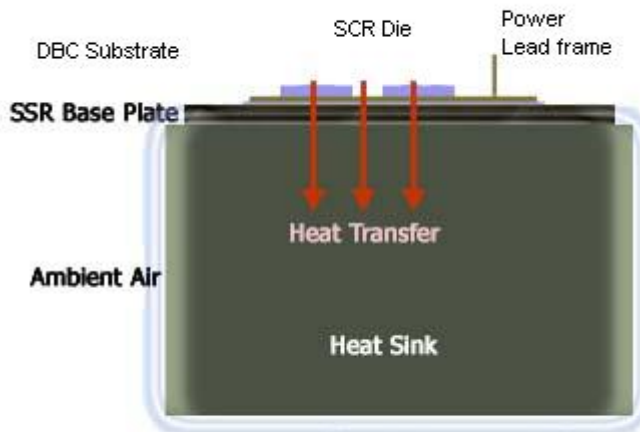
### Beispiel 2

1.  $T_{bp} = 40^\circ\text{C} + ((0.9V_{rms} \times 20A) \times 1.33^\circ\text{C/W})$
2.  $T_{bp} = 40^\circ\text{C} + 23.94^\circ\text{C}$
3.  $T_{bp} = 63.94^\circ\text{C}$

Der 2. Kühlkörper bringt uns komfortabel unter die  $80^\circ\text{C}$  Bodenplattentemperatur.

Jeder Wärmewiderstand der höher als  $1.33^\circ\text{C/W}$  liegt bringt uns näher an die  $80^\circ\text{C}$  Grenze.

Kühlkörper deren Wert kleiner als  $1.33^\circ\text{C/W}$  ist, haben eine grössere Oberfläche, kosten mehr und benötigen zusätzlichen Platz.



Wärmeaustausch vom Chip in den Kühlkörper der lediglich mit Umgebungsluft gekühlt ist.

#### Zusammenfassung:

Das obige Beispiel gibt uns ein Verständnis, wie die Temperatur an der Bodenplatte eines SSR, in einer spezifischen Anwendung berechnet wird. In diesem Zusammenhang gibt es noch weitere Gesichtspunkte einschliesslich der Chip-Temperatur, der Wärmeleitfolie, Konvektion oder erzwungene Belüftung. Auf diese Themen treten wir an dieser Stelle nicht ein.

Ungeachtet der weiteren Themen ist man mit Hilfe dieser beiden Beispiele in der Lage, den benötigten Wärmewiderstand in einer

Anwendung zu errechnen. Ausgehend von diesem sind sie in der Lage den entsprechenden Kühlkörper zu bestimmen. Diese kommen in verschiedenen Profilen und Befestigungsarten vor. So kann es ebenso schwierig sein den geeigneten Kühlkörper auszuwählen, wie dessen Wärmewiderstand zu bestimmen. Aber für solche Hilfen steht Ihnen die MPI AG gerne zur Verfügung. Mehr Informationen finden sie unter [www.mpi.ch](http://www.mpi.ch) oder senden sie uns einfach ein Mail an [info@mpi.ch](mailto:info@mpi.ch) mit allen Angaben zu ihrer Anwendung. Gerne helfen wir ihnen den richtigen Kühlkörper zu finden.

#### Vorteile von Halbleiterrelais

- **Nahezu unbegrenzte Lebensdauer.**
- **Keine beweglichen Teile, kein Verkleben, kein Verbrennen, kein Prellen, keine Schaltgeräusche**
- **Sehr geringer Steuerstrom**
- **Schnelle Ansprechzeiten ( z.B. 0.02ms)**
- **Schalten im Nulldurchgang oder Random**
- **Ausschalten immer im Nulldurchgang**
- **Kein hörbares Stromrauschen**
- **Hohe Stossstromfestigkeit ( bis zu 1500Apk für eine Halbwelle)**



**Halbleiterrelais mit und ohne integriertem Kühlkörper in allen Bauformen.**