

Conception avec des modules Peltier pour une gestion thermique de précision

Par Bruce Rose, *Principal Applications Engineer* chez CUI Inc.

Il est parfois nécessaire de contrôler plus étroitement le refroidissement que ce qu'un simple dissipateur de chaleur et un ventilateur peuvent gérer. Des charges qui fluctuent rapidement peuvent rendre difficile le maintien d'un composant à une température stable et fraîche. De plus, cela peut souvent devenir une contrainte importante lorsque l'on essaie d'améliorer les performances signal/bruit ou de prévenir les dommages infligés à un système. Par ailleurs, les calculs de fiabilité peuvent exiger qu'un pilote ou un composant d'alimentation fonctionne à une température inférieure à la température ambiante normale. Les applications non électroniques telles que le contrôle de la vitesse ou du rendement d'une réaction chimique nécessitent également un refroidissement géré avec précision.

Heureusement, il existe une solution pour aider à relever de tels défis. Les modules thermoélectriques, ou modules Peltier, sont disponibles dans une variété de tailles qui peuvent être attachées à un boîtier de circuit intégré ou à d'autres types de composants d'une manière similaire à un dissipateur thermique. Alimenté par un faible courant, le module absorbe l'énergie thermique de la source de chaleur raccordée et la dissipe dans l'atmosphère. Il peut être conçu pour maintenir le composant refroidi à une température spécifique, ou même en-dessous de la température ambiante si nécessaire.

Un module Peltier comprend deux plaques de céramique externes séparées par un réseau de pastilles semiconductrices dopées PN, connectées électriquement en série. Lorsqu'un courant traverse le réseau, un gradient de température se crée conformément à l'effet Peltier. L'une des plaques du module devient alors plus froide, ce qui lui permet d'absorber la chaleur d'une source (telle qu'à la surface d'un composant de type puce ou diode laser), tandis que l'autre côté devient plus chaud et peut donc dissiper la chaleur dans l'air ambiant ou via un radiateur. Cela permet d'extraire efficacement la chaleur d'un composant fixé, à condition que la chaleur extraite et la chaleur générée de manière interne par le courant de fonctionnement puissent être dissipées sur la surface opposée.

Conception d'un système de refroidissement thermoélectrique

Notez qu'un élément Peltier ne peut pas absorber de chaleur. Il s'agit uniquement d'un mécanisme de transfert. Il est donc essentiel de dissiper la chaleur de la surface chaude. Pour concevoir un système qui refroidira un composant à une température de boîtier donnée, nous avons besoin de connaître quelques paramètres clés:

- Température souhaitée du côté froid du module
- Différence de température au travers du module
- Température du côté chaud du module
- Surface du module
- Courant de fonctionnement requis
- Tension d'alimentation requise

La fiche technique du module Peltier spécifie la différence de température (ΔT), les températures étant mesurées sur les surfaces extérieures des plaques céramiques externes du module. Une fine couche de matériau d'interface thermique (*Thermal Interface Material*, TIM) doit être insérée à l'endroit où le module se fixe au composant et au dissipateur de chaleur, comme le montre la figure 1, de sorte que les effets de ceux-ci doivent être pris en compte lors de la conception du système.

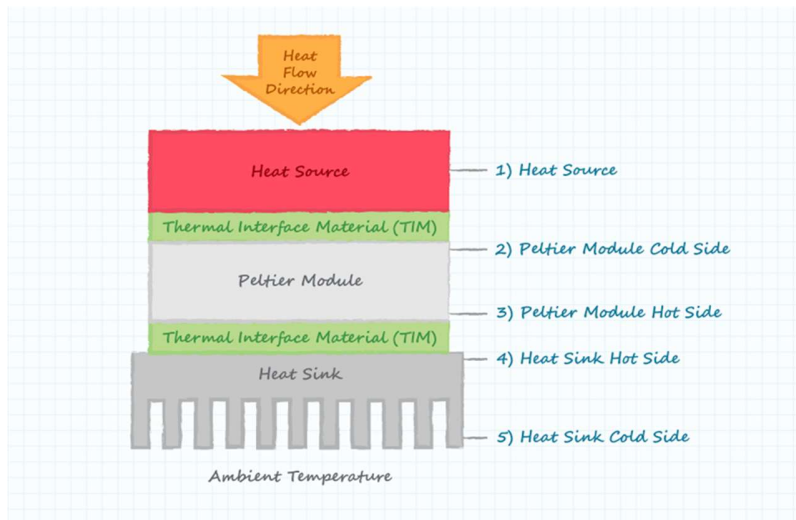


Figure 1. Éléments constituant un système de refroidissement thermoélectrique

La température du côté chaud doit être connue car les caractéristiques du module Peltier changent avec la température de fonctionnement. Les fiches techniques de CUI spécifient les performances du module à plusieurs températures pour aider les concepteurs à optimiser le système. Néanmoins, il est peu probable que la température requise pour l'application corresponde exactement à l'une de celles indiquées dans la fiche technique. Le concepteur doit donc étudier les courbes de la température pour déterminer la température la plus proche afin d'anticiper le fonctionnement réel et comprendre comment le module fonctionnera en pratique.

La surface d'un module Peltier doit être d'une taille similaire à celle de la source de chaleur. Un écart important peut être compensé à l'aide d'un diffuseur de chaleur, comme illustré à la figure 2. Le diffuseur est généralement en aluminium ou en cuivre.

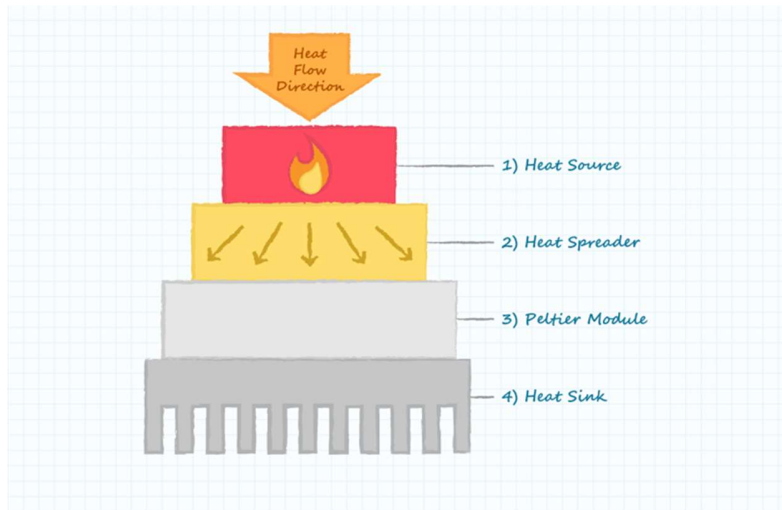


Figure 2. Utilisation d'un diffuseur de chaleur pour exploiter la surface du module

De même qu'une LED, les modules thermoélectriques sont un dispositif actionné par le courant. Le moyen le plus simple d'obtenir les performances souhaitées consiste à piloter un module Peltier avec une source de courant contrôlée capable de fournir la tension de charge requise conformément aux spécifications. Ceci peut être déterminé à partir de la fiche technique du module et des contraintes d'exploitation.

À titre d'exemple, utilisons le [module CP603315H](#) pour concevoir un système de refroidissement thermoélectrique dans lequel les paramètres requis comme le transfert de chaleur, les températures de surface et la surface de l'objet sont connus. En supposant:

Transfert de chaleur de 20 W au travers du module

Différence de température de 20°C sur l'ensemble du module

Température du côté chaud de 30°C (en utilisant le graphique pour 27°C sur la fiche technique)

Surface de l'objet de 30 mm x 30 mm

Les courbes de l'énergie calorique en fonction de la température et de la tension d'entrée en fonction de la température (figure 3) permettent de calculer le courant et la tension de fonctionnement.

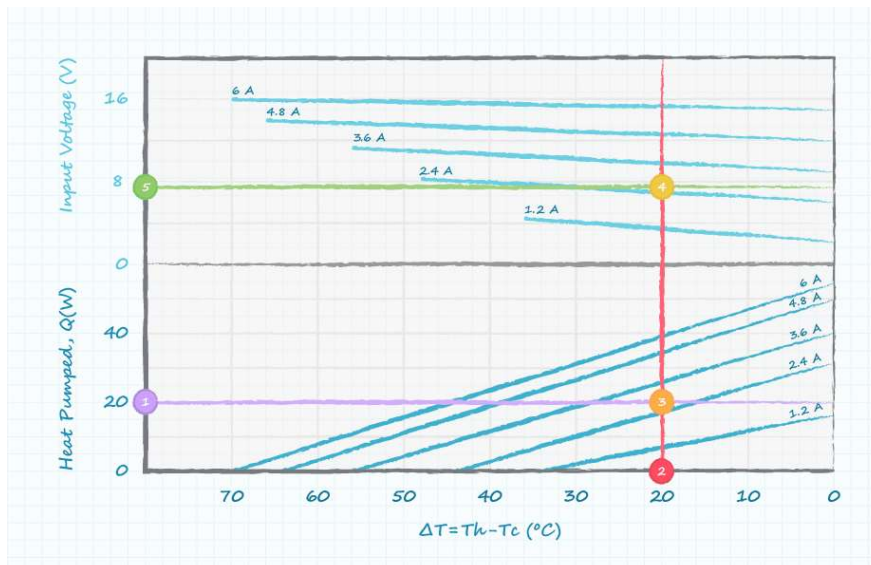


Figure 3. Utilisation des graphiques de la fiche technique pour spécifier le courant requis et la tension adéquate.

1. Tracez une ligne horizontale à 20 W sur l'axe de la pompe à chaleur, représentant la puissance transférée au travers du module.
2. Tracez une ligne verticale à 20°C, c'est-à-dire la différence de température qui doit être maintenue au travers du module.
3. Les deux lignes se coupent à environ 2,7 A, ce qui représente le courant nécessaire au fonctionnement du module.
4. Marquez l'endroit où la ligne verticale croise 2,7 A sur le graphique de tension d'entrée.
5. Cela correspond à environ 7,5 V, qui se trouve être la spécification de tension requise pour la source de courant.
6. Fonctionnant à 2,7 A et 7,5 V, la consommation du module est de 20 W. Par conséquent, la chaleur totale dissipée par le radiateur est de 40 W (20 W pour la source de chaleur + 20 W pour le module).

Comme alternative au refroidissement conventionnel avec un dissipateur thermique à fixation directe, l'utilisation d'un module thermoélectrique ou Peltier peut assurer une plus grande précision de température et une meilleure stabilité grâce à une réponse transitoire plus rapide, tandis que les dernières avancées en matière de semi-conducteurs permettent aux modules d'être plus fiables et plus rentables. En comprenant les bases de ces puissants petits appareils, on peut plus facilement choisir un module de taille appropriée avec des performances nominales pour répondre de manière adéquate aux exigences de gestion thermique de la conception.

Ressources supplémentaires

[En savoir plus](#) sur la vaste gamme de modules thermoélectriques entièrement caractérisés de CUI.

[En savoir plus](#) sur les modules Peltier et la gestion thermique avec des vidéos et des livres blancs de CUI.

Ends