

vous proposent les *mardi 13, mercredi 14 et jeudi 15 octobre 2015, de 9h à 17h30, à Paris,*  
*une Formation Technique :*

« **COMPRENDRE ET MAITRISER LA THERMIQUE DES SYSTEMES ELECTRONIQUES** »

Cette formation de 3 jours s'adresse aux ingénieurs et techniciens qui développent des équipements électroniques afin qu'ils soient sensibilisés au dimensionnement correct du refroidissement de ceux-ci, dès le début des études. La maîtrise des échauffements est fondamentale pour tenir les objectifs de fiabilité.

Les trois modes de transfert de la chaleur, (conduction, convection, rayonnement), sont présentés et abordés dans des modèles pratiques dédiés à l'électronique, de la convection naturelle, jusqu'à la réfrigération par liquide avec changement de phase en passant par la ventilation forcée et le refroidissement forcé par liquide (plaque froide).

**Nota : Un chapitre Mesures Thermiques permet de compléter les aspects pratiques**

#### 1 – Introduction

La thermique est incontournable  
Nécessité de refroidir  
Thermique et fiabilité  
Modèle de base très simple  
Analogie avec la loi d'Ohm  
Rappel sur l'énergie emmagasinée  
Unités des grandeurs utiles

#### 2 – Les trois modes de transfert

Présentation succincte des 3 modes  
Conséquences sur le modèle de base  
Notion de coefficient d'échange h

#### 3 – Transfert par conduction

Généralités  
Résistance thermique stationnaire  
Conduction au travers des ailettes  
Drains thermiques  
Résistance thermique de contact  
Cas des isolants électriques  
Matériaux et ordres de grandeur  
Utiliser les données du fabricant  
Exemples de calculs

#### 4 – Transfert par rayonnement

Généralités  
Lois fondamentales

- Loi de Lambert
- Loi de Planck
- Loi de Wien
- Loi de Stefan-Boltzmann

Propriétés émettrices des corps  
Echange par rayonnement  
Applications en électronique  
Exemples de calculs

- Rayonnement d'un dissipateur
- Rayonnement d'un coffret

#### 5 – Transfert par convection

Définition  
Résistance thermique de convection  
Convection naturelle ou forcée  
Ordre de grandeur du coefficient h  
Groupements sans dimension

#### 6 – Convection naturelle

Formules de base  
Modèles généraux  
Modèle pour dissipateur  
Effets de la pression  
Effets de l'humidité de l'air

#### 7 – Convection forcée

Formules de base  
Cas des dissipateurs ventilés  
Cas des plaques froides  
Cas des électroniques immergées  
Choix des matériels

#### 8 – Changement de phase

Sera mentionné succinctement

#### 9 – Modules à effet Peltier

Principe  
Applications  
Avantages et inconvénients  
Modélisation et calculs

#### 10 – Régimes transitoires

Capacité thermique  
Analogie électrique  
Modélisation

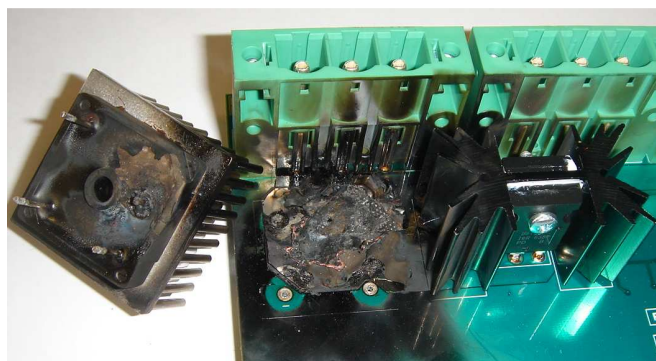
#### 11 – Mesures Thermiques

Thermométrie par thermistance  
Thermométrie par thermocouple  
Thermométrie par sonde platine  
Thermométrie par rayonnement  
Thermométrie par timbre collant  
Mesure de vitesse d'air  
Astuces pratiques

#### 12 – Utilisation de logiciels de calcul

Généralités et mise en garde  
Validation des résultats calculés

**Pour ne jamais plus voir cela !**



**Pierre LAPALUS**

Ingénieur SUPELEC

**Pré-requis :** Cette formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens impliqués dans la conception d'équipements électroniques. Le bagage mathématique nécessaire est minime, les modèles utilisés étant tous monodimensionnels et le plus souvent semi-empiriques, mais néanmoins suffisants et efficaces.

**Lieu de la conférence :** à Paris, Maison de la Salle, 78A rue de Sèvres (Métro DUROC)

Contact : Jean-Marie LECLERCQ [leclercq@captronic.fr](mailto:leclercq@captronic.fr) 06 83 11 98 39  
Nicolas POUSSET [nicolas.pousset-s2e2-ext@st.com](mailto:nicolas.pousset-s2e2-ext@st.com) 02 47 42 49 83