

vous proposent les **mardi 3, mercredi 4 et jeudi 5 mars 2015, de 9h à 17h30, à Tours,**  
**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 présenté 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 matériaux

#### 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

**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 Tours

Contact : Jean-Marie LECLERCQ [leclercq@captronic.fr](mailto:leclercq@captronic.fr) 02 47 42 81 61 / 06 83 11 98 39

Bogdan ROSINSKI [bogdan.rosinski-s2e2-ext@st.com](mailto:bogdan.rosinski-s2e2-ext@st.com) 02 47 42 40 55

**Pour ne jamais plus voir cela !**

