

## N°0 LES CARTES ELECTRONIQUES

**Durée du stage : 28 heures en 4 jours**

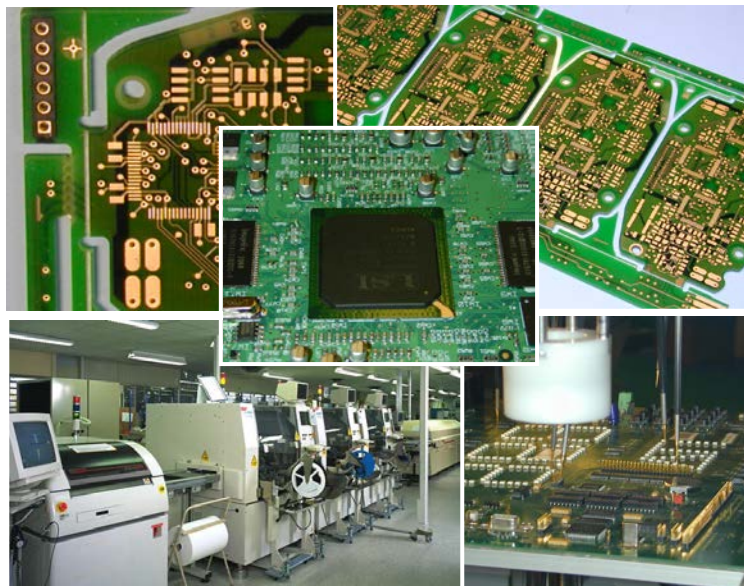
**Nombre maximum de stagiaires par session = 6**

**Nombre minimum de stagiaires par session = 3**

**Pour des techniciens et ingénieurs récemment concernés par la fabrication des cartes électroniques.**

**Objectif :** Donner le vocabulaire et les principes des différentes technologies de fabrication des cartes électroniques : la conception – les circuits imprimés – les composants traversants et CMS – les différentes techniques de brasage (comprenant les impacts liés aux alliages sans plomb) – les moyens de test électriques et d'inspection – la maîtrise statistique du procédé.

Ce stage propose une présentation des équipements présents à IFTEC (700 m2 d'ateliers) ainsi que l'utilisation par les stagiaires de certains de ces équipements.



### 1 - CONCEPTION DU CIRCUIT IMPRIMÉ

- Le cahier des charges.
- Le principe d'un logiciel de conception : du schéma électrique au routage, en passant par le chevelu.
- Certaines contraintes de conception mécaniques (formats de carte imposés, exemple de routage et implantation selon UTE 93703, testabilité, possibilités de réparations...), électriques (perturbations inductives et capacitives, CEM entre cartes) et thermiques (répartition des composants et plans de masse, le frein thermique, dimension des pastilles pour la vague, ...); pour la fonctionnalité de la carte et sa fabrication.
- Exemple d'un dossier de fabrication. Les possibles réutilisations de fichiers en fabrication.

### 2 - DEFINITIONS DU CIRCUIT IMPRIMÉ NU

- Les différentes technologies de circuit et la terminologie associée : simple face, double face, trou métallisé, multicouches, flex rigide, flex, hybride etc...
- Gamme simplifiée de fabrication d'un circuit imprimé.
- Les principaux matériaux de constitution : armatures, résines.
- Les principales caractéristiques d'un circuit : Tg, humidité, coefficients de dilatation, force d'adhérence... et leurs domaines d'application. Ce que les alliages sans plomb peuvent remettre en cause.
- Les principales finitions de circuits (HAL, Ni.Au, passivation, ...), leurs intérêts respectifs : conservation de la brasabilité du métal de base, conditions de stockage, aptitude à la sérigraphie de crème, respect du process sans plomb, ...
- Les classes des circuits imprimés : critères principaux selon la norme NFC 93713 et notion de coût.
- Présentation de machines dans l'atelier d'IFTEC concernant la fabrication de circuits imprimés.

### 3 - DESCRIPTION DES COMPOSANTS ET MOYENS D'INSERTION OU POSE

- Intérêts, pas, taille et les fonctions des principaux composants traditionnels.
- Le préformage et l'insertion des composants traditionnels en manuel et/ou automatique.
- L'arrivée de la technologie CMS : intérêt et domaines d'utilisation, nom des composants, leurs identifications et dimensions. Orientations futures vers les technologies associées à la miniaturisation des composants : chip 0201, CSP, flip chip, COB, MCM ...
- Les changements apportés par la technologie CMS dans le conditionnement, les principes de machines de placement haute cadence (pick and place, tourelle, revolver)...
- **Cas des M.S.L : sensibilité de certains composants face à l'humidité. Stockage et/ou étuvage préventif avant procédé de brasage J STD 033B.**
- La sensibilité de certains composants face aux décharges électrostatiques et les moyens de prévention utilisés selon la norme EN 61340-5-1&2.
- Présentation en fonctionnement de la machine de pose CMS dans l'atelier d'IFTEC.

#### 4 - LE BRASAGE DE LA CARTE ELECTRONIQUE

- Le brasage : terminologie et conditions de réalisation d'un joint brasé avec un **alliage au plomb et sans plomb**. Appréciation de l'angle de mouillage avec un moyen de le mesurer : le méniscographe ou méniscomètre (intérêts de ces outils ).  
L'importance des matériaux utilisés : rôles du flux et de l'alliage. Risques de pollution des joints et bains : les précautions d'analyse de bain de vague et dédorage, et la maîtrise des épaisseurs selon les finitions. Filières de câblages pour cartes avec composants traditionnels et/ou CMS.
- Le brasage manuel : utilisation d'un fer, choix des pannes et des fils dans le cadre du brasage, exemples de procédés de retouches et réparations. **Incidences des alliages sans plomb sur le procédé de brasage manuel**.
- Le brasage à la vague : principes de la machine à braser à la vague, détermination des différentes fonctions à réaliser, son utilisation pour braser les CMS collés. Principales contraintes que cela implique et quelques exemples de défauts typiques. **Exemples de profils thermiques** pour les alliages au plomb et **sans plomb**. **L'alliage sans plomb : conséquences pour les équipements**.
- La refusion : description et fabrication de la crème à braser, principes de dépôt de crème à braser (point par point ou par sérigraphie). Principes des différents systèmes de refusion (I.R, convection forcée, phase vapeur). **Exemples de profils thermiques** pour les alliages au plomb et sans plomb (**J STD 020D**). Cas de la double refusion et quelques exemples de défauts typiques.
- Le brasage sélectif :  
Intérêt du brasage sélectif.  
**A - Les procédés de brasage sélectif par contact :**
  - **La vague** : Etude des principes pour chacun des systèmes : fluxage, préchauffage, contact au bain, convoyage et contraintes associées, telles que conception des cartes, des outillages, risques sur les produits.  
Les différents procédés :
    - **vague standard** et utilisation d'un **masque de brasage** (matériaux utilisés, règles de conception, réglage machine).
    - **minivague (monobuse)** : règles de conception de la carte, différents procédés (dip et drag soldering), exemple de réglage machine.
    - **système par fontaines (multibuses)**.
  - **Le fer** : Principe, contraintes.
    - **Procédé manuel** : vu précédemment
    - **Procédé automatique par robot** (cartésien ou scara), les outillages, mode opératoire.**B - Le procédé de brasage sélectif sans contact :**
  - **Le laser**.  
Principe de fonctionnement du laser, sécurité, risques associés.  
Contraintes associées à l'utilisation du laser.  
Le procédé de brasage par laser : caractéristiques des équipements (réglages, paramètres), **procédé par masquage, procédé global, procédé point par point**.
- Le nettoyage ou non-nettoyage des cartes, la contamination qui en résulte (intérêts d'un contaminomètre). Ce qu'apporte une tropicalisation des cartes.
- contrôle et suivi des procédés : Buts de la mise en place du SPC dans un atelier. Les systèmes de mesure, les outils...

#### 5 - TEST ET INSPECTION DES CARTES CABLEES

Énumération des tests destructifs et non destructifs :

- Le test électrique : intérêts des différents principes de test in situ (avec lits de clous et/ou sondes mobiles), test sans contact (boundary scan), test fonctionnel final par plate-forme.
- L'inspection : assistée par opérateurs, AOI, RX.
- Intérêts d'un vieillissement et déverminage : burn in, cycle thermique en VRT ou VLT, vibrations.
- Les coupes micrographiques : intérêts et limitations. Présentation de coupes micrographiques sous vidéo microscope X50 à X200 (30min).

#### 7 - DEMONSTRATIONS ET MANIPULATIONS (1 journée)

Présentation, mise en marche de certains équipements de l'IFTEC :

La sérigraphieuse semi-automatique ou manuelle, la pose CMS avec un système pick and place manuel, le four de refusion CMS, inspection sous binoculaire des joints brasés, la machine à braser à la vague (définir un profil thermique type pour une carte)

Exemple de brasage et débrasage au fer de composants, le contaminomètre CM11 (réalisation de quelques mesures), le méniscographe (réalisation de quelques mesures de brasabilité sur composants traditionnels).

#### SUPPORTS PEDAGOGIQUES

Animation par vidéo projection, photos et vidéos diverses.

Un mémo **en couleur** est remis à chaque participant (résumé du cours, courbes thermiques, diagrammes, photos, glossaire des acronymes utilisés dans les métiers de l'assemblage électroniques).

**ANIMATEUR DU STAGE** : M. Olivier DESVILLES - M. Patrick MELLET - INSTITUT IFTEC

**Sessions 2012** = du 13 au 16 février -/- du 16 au 19 avril -/- du 02 au 05 juillet -/- du 17 au 20 septembre -/- du 22 au 25 octobre -/- du 03 au 06 décembre.