

LA REALISATION DES CIRCUITS

1 - Le besoin :

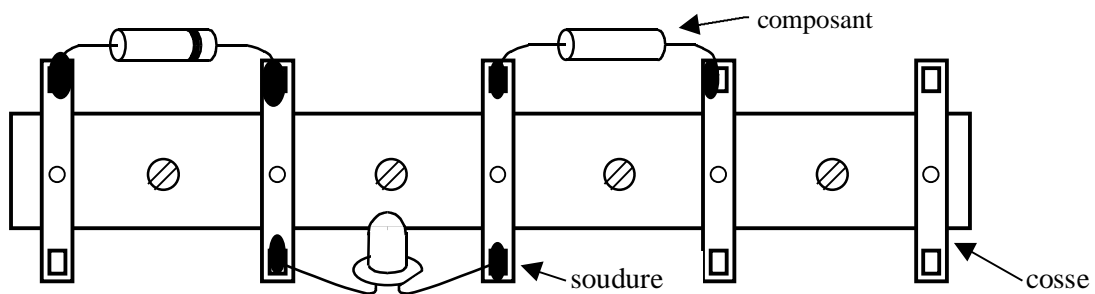
La réalisation physique du circuit doit satisfaire à deux besoins différents et doit donc être abordée sous deux aspects :

- Ø Tout d'abord, il doit permettre la liaison électrique entre les composants.
- Ø Il doit aussi permettre la fixation mécanique de ces composants

2 - Les méthodes :

Au fil du temps, plusieurs méthodes ont été utilisées pour réaliser des circuit électriques.

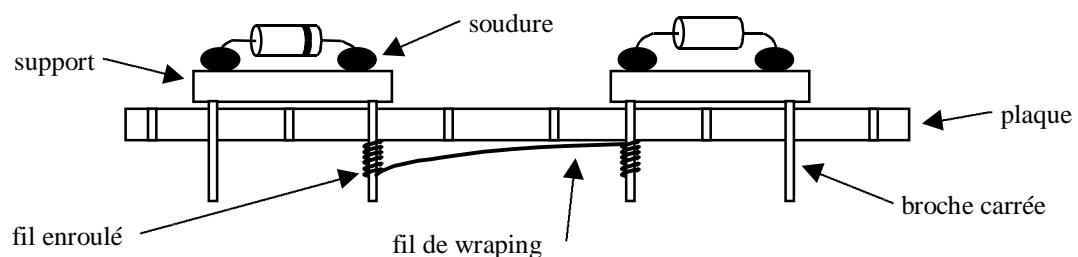
Les plaque à cosse ont été utilisées jusque dans les années 1970. Surtout employées dans les téléviseurs, elles nécessitaient de souder les composants, pour assurer leur maintien mécanique, avant de réaliser les connexions électriques par des fils de câblage soudés sur une autre partie de la cosse.



Une autre méthode, le Wrapping a surtout été utilisée pour la réalisation de circuits contenant une majorité de circuits intégrés ainsi que pour les essais dans les bureaux d'études.

Les composants sont soudés sur des supports équipés de broches. Ces supports sont ensuite placés sur une plaque spéciale préalablement percée de trous espacés régulièrement. Les broches des supports traversent donc cette plaque.

La liaison électrique est assurée par un fil très fin (fil de wrapping) qui est enroulé autour des broches carrées des supports.



3 - Le circuit imprimé :

Le circuit imprimé est de nos jours la méthode de réalisation la plus utilisée. Son nom vient du fait que les connexions entre les composants sont tout d'abord dessinées sur un document avant d'être imprimées sur le circuit lui-même.

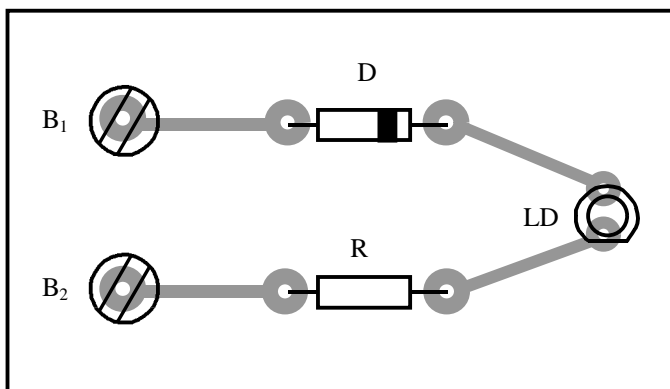
Le circuit est constitué d'une plaque servant de support mécanique aux composants, et de pistes de cuivre qui permettent d'assurer la liaison électrique entre les broches des composants.

La plaque support du circuit imprimé est constituée de verre époxy (FR4). Les pistes et les pastilles sont en cuivre d'une épaisseur de 35 (ou 70 μm).

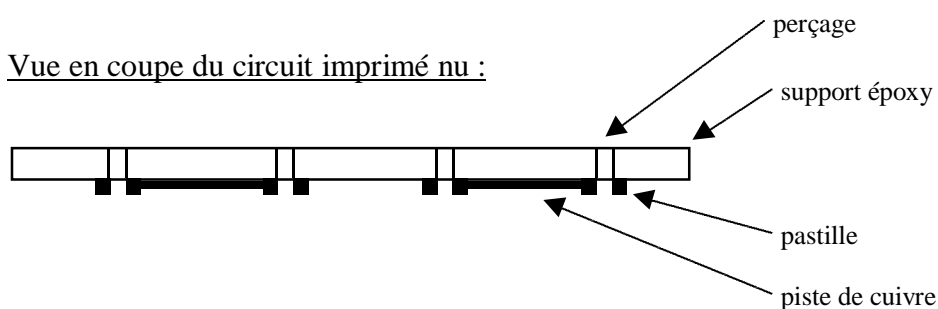
Afin de pouvoir mettre en place les composants, les pastilles de cuivre sont percées en leur centre. Les broches des composants traversent donc le support époxy.

La fixation mécanique est assurée par une soudure qui assure aussi la liaison électrique entre la broche du composant et la piste de cuivre.

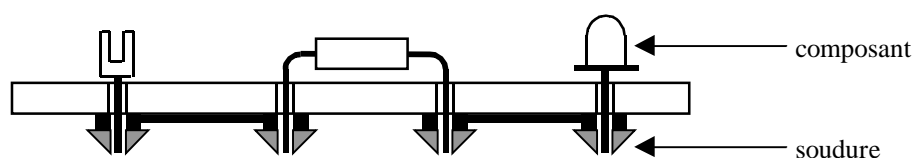
Vue de dessus du circuit imprimé câblé :



Vue en coupe du circuit imprimé nu :



Vue en coupe du circuit imprimé câblé :



LA FABRICATION DU CIRCUIT IMPRIME

Pour fabriquer un circuit imprimé, il est nécessaire de disposer d'un typon. C'est un document qui représente les pastilles (empreintes) de tous les composants ainsi que les pistes (connexions électriques) qui relient les pastilles.

1 - Le typon :

Le typon peut être obtenu grâce à des pastilles et des bandes qui sont déposées sur un support transparent. Les éléments déposés sont autocollants et sont noirs (opaques aux UV).

Cette méthode n'est plus très utilisée : les modifications sont longues et fastidieuses, la colle ne permet pas une conservation sur de longues périodes.

La méthode employée de nos jours consiste à utiliser l'outil informatique pour créer le typon, puis à imprimer le résultat sur un support transparent avec une encre opaque aux UV. Les documents informatiques ne sont pas affectés par le temps, et les modifications sont beaucoup plus aisées.

2 - Le circuit :

Le circuit est réalisé dans une plaque de verre époxy d'épaisseur 16/10° entièrement recouverte (dès sa fabrication) d'une couche de cuivre d'une épaisseur de 35 μm .

Il s'agit alors d'éliminer le cuivre sur les surfaces qui ne comportent pas de pistes ni de pastilles afin de ne le conserver que sur les zones souhaitées.

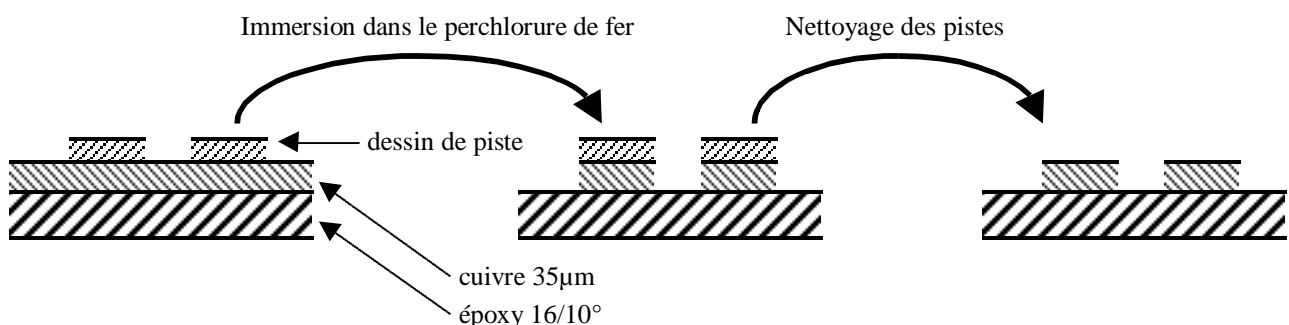
C'est par un procédé chimique que le cuivre est éliminé. Les zones où le cuivre doit être conservé étant protégées, la plaque est immergée dans un bain de perchlorure de fer.

Le cuivre non protégé est alors dissout par réaction chimique.

Il existe deux principales manières de protéger les zones où le cuivre doit être conservé, on parle de gravure directe et de photogravure.

3 - La gravure directe :

- 1- Les pistes et les pastilles sont dessinées directement sur la surface cuivrée de la plaque d'époxy. Le dessin peut être obtenu à l'aide d'un stylo qui dépose une couche d'un vernis résistant au perchlore de fer. Une autre méthode consiste à utiliser des pastilles et des bandes autocollants.
- 2- La plaque est alors immergée dans le bain de perchlore.
- 3- lorsque le cuivre non protégé a été entièrement dissout, il convient d'éliminer la protection (bandes ou pastilles).



4 - La photogravure :

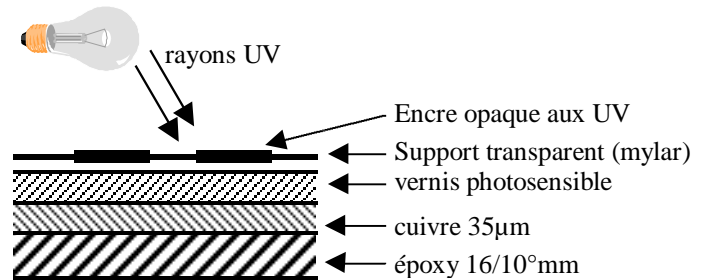
Cette méthode est beaucoup plus utilisée que la gravure directe. Elle fait appel à deux processus supplémentaires : photographique et chimique.

Le circuit est toujours réalisé dans une plaque de verre époxy entièrement recouverte (dès sa fabrication) d'une couche de cuivre d'une épaisseur de 35 μm et d'une couche de vernis photosensible. C'est le vernis qui protège les pistes de cuivre lors de la gravure.

1 - INSOLATION

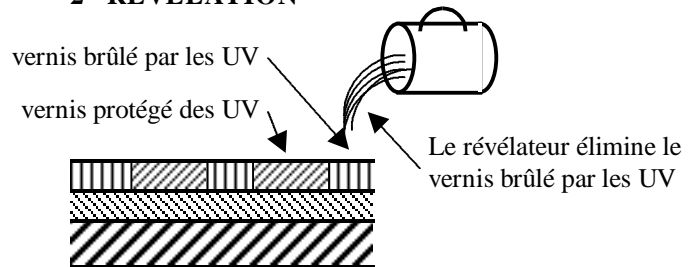
Dans un premier temps, il faut insoler le circuit à l'aide d'une source de lumière émettant des rayons ultraviolets (UV).

Les zones des pistes sont protégées des rayons par l'encre du typon



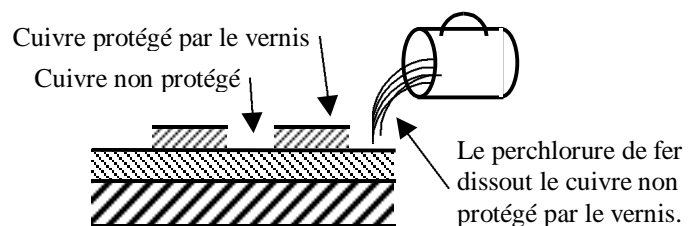
2 - REVELATION

Puis, il faut éliminer le vernis sur les surfaces qui ne comportent ni pistes ni pastilles afin de ne conserver du vernis que sur les zones pistes et pastilles.



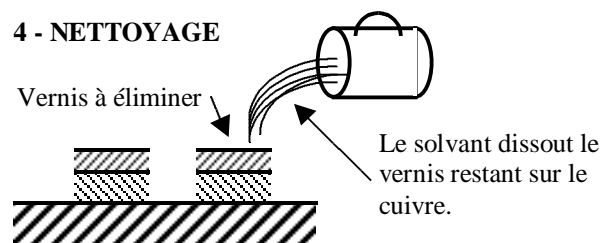
3 - GRAVURE

Ensuite il faut éliminer le cuivre sur les surfaces sans pistes ni pastilles. Les zones où le cuivre doit être conservé sont protégées par le vernis, la plaque est immergée dans un bain de perchlorure de fer. Le cuivre non protégé est alors dissout par réaction chimique.



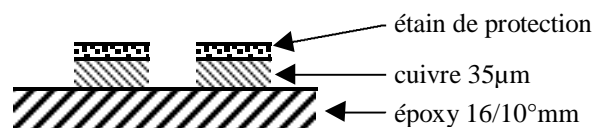
4 - NETTOYAGE

Lorsque le cuivre non protégé a été entièrement dissout, il reste à éliminer le vernis de protection à l'aide d'un solvant.



Les zones de cuivre du circuit imprimé sont enfin recouverte d'une très fine pellicule d'étain de quelques microns, afin d'empêcher l'oxydation. Le circuit est alors prêt à être câblé.

5 - CIRCUIT TERMINE



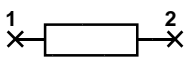
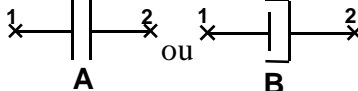
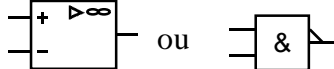
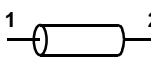
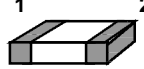
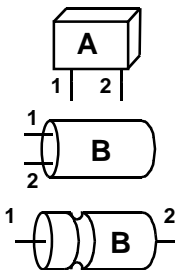
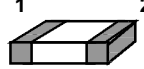
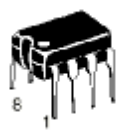
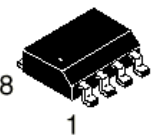
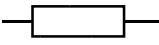

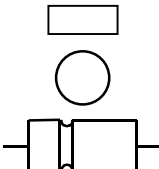

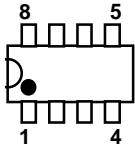
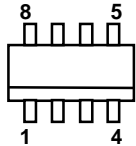
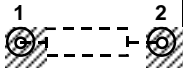
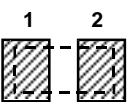
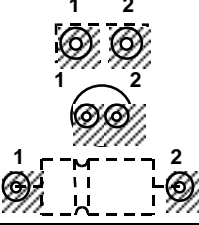
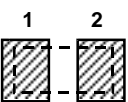
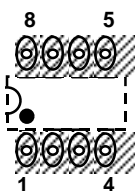
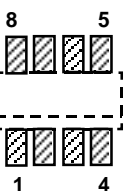
LE CABLAGE DES COMPOSANTS SUR LE CIRCUIT IMPRIME

1 - Les types de boîtiers :

Les différentes évolutions technologiques permettent aujourd'hui de diminuer de plus en plus la taille des composants. Pour réaliser une fonction identique, les fabricants de circuits intégrés proposent des mêmes composants encapsulés dans des boîtiers de tailles différentes.

Globalement, on peut définir deux grandes catégories en termes de dimensions : les composants traditionnels et les composants CMS (Composants pour Montage en Surface) désignés aussi sous le terme de SMD (Surface Mount Devices).

Le tableau ci-dessous donne une correspondance entre composants traditionnels et composants CMS pour les composants les plus courants :

Composant	Résistance		Condensateur		Circuit intégré	
	Traditionnel	CMS	Traditionnel	CMS	Traditionnel (DIL)	CMS (SOIC)
Symbole						
Type de boîtier	Traditionnel	CMS	Traditionnel	CMS	Traditionnel (DIL)	CMS (SOIC)
Aspect	 dia. : 4mm long. : 10mm	 3,2 x 1,6mm ep. : 1mm		 3,2 x 1,6mm ep. : 1mm	 pas 2,54mm écart : 7,68mm	 pas : 1,27mm écart : 3,81mm
Silhouette						
Empreinte						

2 - Le câblage des composants traditionnels :

Les composants traditionnels peuvent être câblés manuellement, mais le plus souvent dans l'industrie, à l'aide d'une machine.

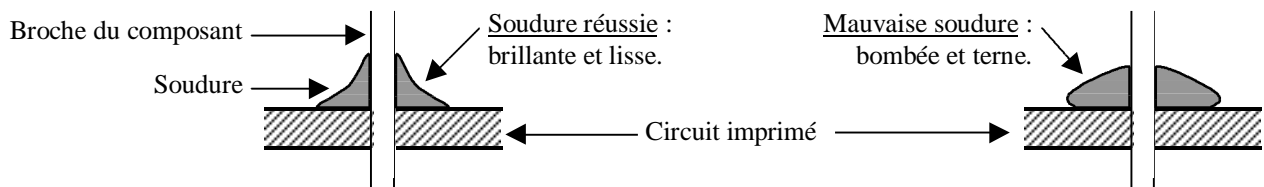
Câblage manuel :

Pour ce type de câblage, les composants sont mis en place un par un le plus souvent.

Il existe cependant des supports qui permettent de maintenir plusieurs composants simultanément.

La brasure (soudure) est réalisée à l'aide d'un fer à souder.

- La pointe du fer à souder est placée de manière à chauffer simultanément la pastille du circuit et la broche du composant.
- Après quelques secondes, le fil d'étain doit être mis en contact avec la pastille
- La température du cuivre atteint alors environ 300 à 400°C et permet à l'étain de fondre.
- Il faut alors retirer le fil d'étain, puis la pointe du fer à souder.
- Après refroidissement, la soudure doit avoir un aspect qui ne laisse aucun doute sur sa qualité.



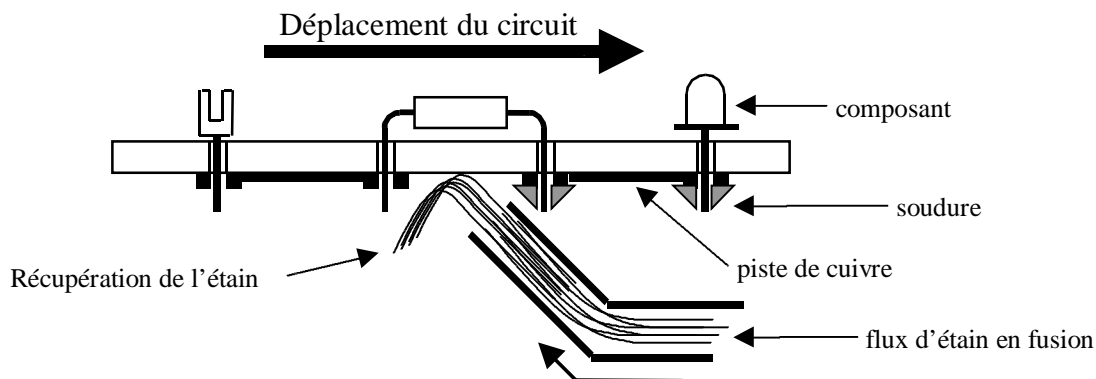
Câblage automatisé :

Les composants sont tout d'abord mis en place automatiquement par une machine de placement.

Puis le soudage des composants est effectuée par une machine de soudure à la vague.

- - Le circuit est placé au-dessus d'un jet d'étain en fusion. Ce jet d'étain a la forme d'une vague, d'où le nom de la machine.
- - Le jet de soudure lèche la partie inférieure du circuit et la soudure se dépose sur les broches des composants et sur les pastilles du circuit.
- - Le circuit est maintenu par un dispositif qui le déplace horizontalement au-dessus de la vague.

Si le principe de fonctionnement est relativement simple, le réglage de ces machines reste délicat.



3 - Le câblage des composants CMS :

Une pâte contenant de l'étain (pâte à braser) est déposée automatiquement (ou avec assistance manuelle) par une machine de dépôt sur les pastilles des composants.

Puis, les composants sont mis en place automatiquement (ou avec assistance manuelle) par une machine de placement.

Le circuit est alors placé dans un four où la température atteint environ 450°C, ce qui permet la fusion de la pâte à braser.

L'augmentation de la température est contrôlée de manière à ne pas endommager les composants.

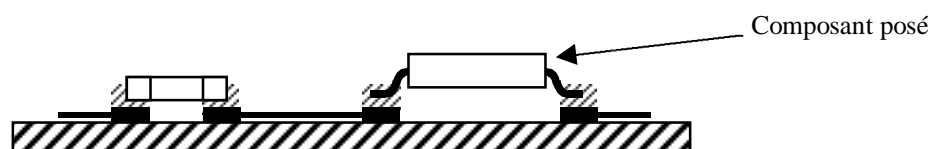
Après refroidissement, le circuit peut être stocké.

Les trois étapes du soudage des composants CMS

1 – Dépôt de la pâte à braser



2 – Pose des composants CMS



3 – Fusion de l'étain

