



Introduction à la fabrication et à la conception des PCBs à impédance contrôlée

Nous avons réalisé, il y a quelques années, une première édition de ce fascicule, en réponse aux nombreuses demandes d'information sur les circuits (PCBs) à impédance contrôlée exprimées par les fabricants.

Pour cette seconde édition, nous avons étoffé quelques sections et introduit un certain nombre de nouveaux sujets qui reflètent les changements intervenus ces dernières années.

Nous avons essayé d'expliquer les concepts les plus importants et de répondre aux questions le plus souvent posées avec un jargon technique réduit au minimum.

Une version imprimée de ce document est disponible auprès de Polar Instruments ou de ses distributeurs.

Souhaitant que vous trouvez ce document utile, nous sommes à l'écoute de vos commentaires et suggestions, qu'il s'agisse de détailler un point ou d'aborder de nouveaux sujets. N'hésitez pas à nous envoyer vos commentaires mail@polarinstruments.com.

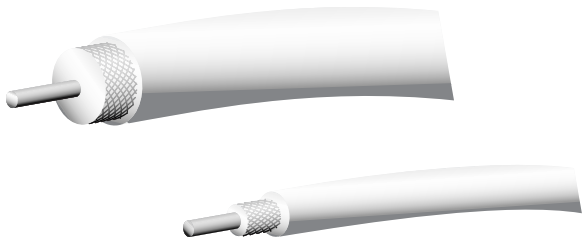
Table des matières

2	Qu'est-ce qu'une impédance contrôlée ?
3	A quoi servent les impédances contrôlées ?
4	Les PCBs à impédance contrôlée
4	Types de systèmes qui utilisent des impédances contrôlées
5	Exemples de PCB à impédances contrôlées
7	Fabrication des PCBs à impédance contrôlée
8	Coupons de test
9	Coupon : détails et construction
11	Calcul des impédances par résolution de champs
12	Caractérisation du process de fabrication
13	Mesure des impédances contrôlées
14	Emploi de charge étalon à air
15	Configurations différentielles et coplanaires
16	Questions et réponses typiques
17	Systèmes de test d'impédances contrôlées
18	Logiciel de calcul d'impédance

Qu'est ce qu'une impédance contrôlée?

Le câble coaxial qui relie l'antenne au téléviseur est un exemple familier d'impédance contrôlée que beaucoup connaissent.

Ce câble peut être constitué d'un conducteur interne, l'âme, séparé du conducteur périphérique (le blindage) par un isolant. Les dimensions des fils conducteurs et de l'isolant et les caractéristiques électriques de l'isolant sont soigneusement contrôlés afin de déterminer la valeur de l'impédance électrique du câble.



A la place d'un câble coaxial, l'antenne peut être reliée par un câble formé de 2 fils en parallèle, moulés dans une bande plastique. Comme pour le câble coaxial, les dimensions et les matériaux sont soigneusement choisis pour obtenir la valeur d'impédance désirée.



Ces deux câbles sont deux exemples de configurations à impédance contrôlée, mais il y en a bien d'autres. De la même façon, vous verrez qu'il existe de nombreuses structures de pistes utilisées dans l'industrie des circuits imprimés pour réaliser des impédances contrôlées. Les C.I à impédance contrôlée émulent les câbles où le blindage devient un plan, l'isolant devient la couche d'epoxy et l'âme est représentée par la piste. Comme pour le câble, l'impédance est déterminée par les dimensions et les matériaux et ces paramètres doivent être soigneusement calculées puis vérifiées lors du processus de fabrication, afin de s'assurer que les spécifications sont conformes.

L'impédance se mesure en Ohms, mais ne doit pas être confondue avec la résistance, également mesurée en Ohms (avec le même symbole). La résistance est une caractéristique en courant continu (DC) tandis que l'impédance est une caractéristique en courant alternatif (AC) qui augmente avec la fréquence et devient critique pour les Circuits Imprimés fonctionnant à des fréquences supérieures à 200 ou 300 Mhz.

A quoi servent les impédances contrôlées?

La fonction d'un câble ou d'une piste est de transférer un signal d'un composant à un autre. Cette théorie montre que le maximum de puissance est transférée lorsque les impédances sont adaptées.

Une antenne TV possède une impédance caractéristique qui lui est propre. Pour transférer le maximum de signaux HF (de fréquence entre quelques centaines de Mhz et quelques Ghz) de l'antenne vers le câble, il faut que leur impédance correspondent. De même, l'impédance du téléviseur doit être la même que celle du câble.

On a donc un système adapté où l'impédance entre antenne, câble et téléviseur est la même, avec un maximum de signal transféré.

Lorsque les impédances ne sont pas adaptées l'énergie n'est pas transférée en totalité.

Une partie seulement va de l'élément émetteur vers l'élément récepteur (coax, piste de PCB, etc...) et le reste du signal est réfléchi vers l'émetteur.

Supposons qu'un câble inadapté relie l'antenne au téléviseur. Le câble et l'antenne n'ayant pas la même impédance, une partie seulement du signal HF sera transférée vers le câble et l'autre sera renvoyée vers l'antenne et ré-émise. En conséquence, le téléviseur recevant moins de signal pourra présenter une qualité d'image dégradée.

De plus, l'impédance du câble et du téléviseur étant différente, une partie seulement du signal transférée par le câble entrera dans le téléviseur.

Une partie sera réfléchi vers le câble, ce qui a pour résultat une perte supplémentaire du signal de télévision disponible.

Mais ce n'est que le début du problème. Le signal réfléchi va retourner dans le câble puis vers l'antenne où il va rencontrer une différence d'impédance et, de nouveau, une réflexion partielle du signal va se produire. Ce signal réfléchi va être renvoyé vers le téléviseur pour la seconde fois, avec un retard par rapport au signal d'origine. Le téléviseur va, de cette façon, afficher des copies multiples de la même image, l'originale et celles dues aux signaux réfléchis et retardés, comme des échos.

Ainsi, l'image a-t-elle été dégradée par des réflexions multiples du signal, produites par une désadaptation d'impédances



Impédances adaptées



Impédances désadaptées

Les conséquences sont légères dans cet exemple - une image TV dégradée. Mais supposons que le signal transporte des blocs de données, sous la forme binaire de zéros et uns. Que ce passerait-il si un zéro retournait dans le câble et corrompait vos données de comptabilité ? Peut-être un message d'erreur du type :

"Désolé, votre compte est débiteur"

Les impédances contrôlées des pistes de pcb

Bien que l'on se soit concentré sur les câbles d'interconnexion, les mêmes considérations s'appliquent au trafic de signaux dans les Circuits Imprimés. Lorsque des pistes transmettent des signaux à hautes fréquences, un très grand soin doit être apporté à la conception des pistes pour adapter l'impédance à celle des composants situés en amont et en aval. Plus la piste est longue ou la fréquence élevée et plus l'adaptation est nécessaire. Le fabricant de Circuits Imprimés va contrôler l'impédance en agissant sur les dimensions et les espacements de la piste et de l'isolant.

Une impédance désadaptée est extrêmement difficile à analyser une fois le circuit chargé de composants. Les composants ont eux-mêmes une gamme de tolérance, de sorte qu'un lot de composants pourra accepter une différence d'impédance tandis qu'un autre ne le pourra pas. De plus, les caractéristiques d'un composant peuvent changer avec la température et créer un dysfonctionnement. Ainsi, peut-on changer un composant en bon état et penser que c'était la cause du problème. La sélection de composants est alors la solution, mais conduit à une augmentation des coûts et la cause réelle - impédance de piste désadaptée reste ignorée.

Pour ces raisons, le concepteur doit spécifier l'impédance des pistes et leur tolérance et devrait collaborer avec le fabricant pour s'assurer de la conformité des valeurs.

Où les circuits à impédance contrôlée sont-ils utilisés ?

Jusqu'en 1997, seuls les composants HF exotiques requièrent des PCBs à impédance contrôlée. Ils représentaient environ 20% de la production. En 2000, près de 80% des circuits imprimés multicouches utilisaient des pistes à impédance contrôlée. Cela concerne les cartes avec tous les types de technologies.

incluant :

- * Télécommunications (analogiques et numériques)
- * Traitement du signal vidéo
- * Traitement numérique rapide
- * Traitement graphique temps réel
- * Contrôle Process

Beaucoup de particuliers possèdent un grand nombre d'applications de ces technologies, par exemple :

- * Modems, téléphones sans fils, radio personnelle téléviseurs numériques et analogiques décodeurs satellite TV, GPS, radar
- * Jeux vidéo, caméra vidéo numériques, photo numérique, DVDS
- * Ordinateurs personnels, PC, lecteurs de CD, imprimantes couleur
- * TV digitales, DVDs, systèmes playback
- * Modules de commande moteur

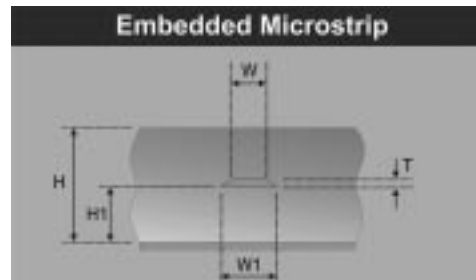
L'industrie et le commerce sont friands de ces technologies et la liste d'application croît continuellement.

On peut penser que dans un avenir proche, tous les PCBs auront au moins quelques pistes à impédance contrôlée. L'impédance contrôlée est devenue la norme.

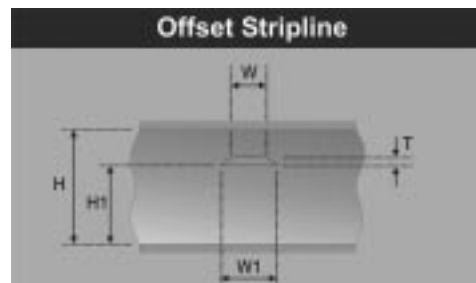
Exemples de circuits à impédance contrôlée

Ces diagrammes sont des exemples parmi de nombreuses configurations utilisées par les concepteurs de PCBs. Quand on regarde les empilements d'un circuit multicouches, il faut se souvenir que les pistes internes à impédance contrôlée sont blindées par des plans et pour cette raison, il ne faut prendre en compte que l'épaisseur d'isolant entre les plans de part et d'autre de la piste, si elle est interne au PCB.

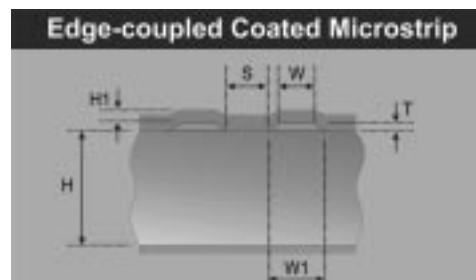
La piste Microstrip enfouie est prise en sandwich entre un plan d'un côté et l'air de l'autre



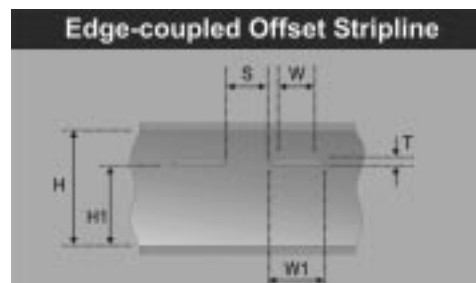
Stripline asymétrique constituée d'une piste en interne, prise en sandwich entre 2 plans



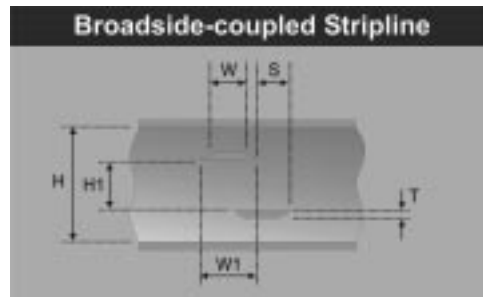
Le Microstrip verni à couplage latéral est une configuration différentielle avec deux pistes à impédance contrôlée sur une face, recouvertes d'un resist, et un plan sur l'autre face du stratifié



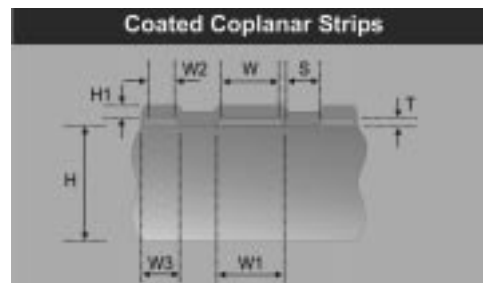
Le Stripline asymétrique à couplage latéral est une configuration différentielle avec deux pistes à impédance contrôlée prise en sandwich entre 2 plans. Les pistes ne sont pas centrées. Il existe la même structure mais avec les pistes centrées ($2H_1+T=H$).



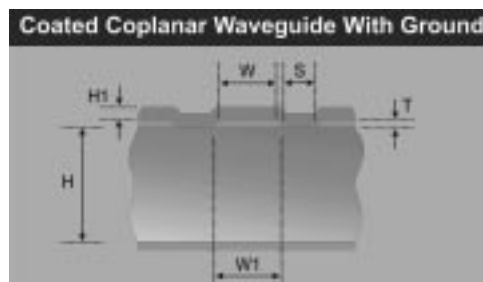
Cette structure différentielle a deux pistes séparées par de l'isolant, prises en sandwich entre deux plans. Bien que le diagramme présente les pistes décalées l'objectif du fabricant est de ne pas avoir d'offset, c'est à dire être parfaitement superposées. En pratique, cette structure est difficile à réaliser.



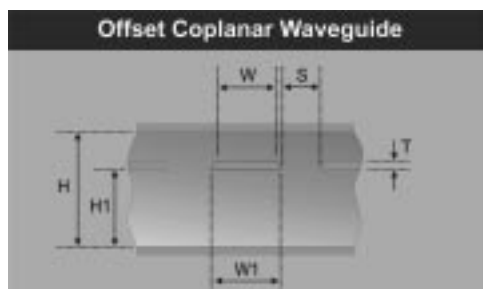
Dans cette configuration de piste coplanaire vernie, il n'y a qu'une piste à impédance contrôlée entourée d'une piste de masse de largeur spécifiée ($W2/W3$) de chaque côté. Toutes les pistes sont vernies.



Le guide d'onde coplanaire a une seule piste à impédance contrôlée entourée de plans (ou de piste de masse très larges). Elle est prise entre un plan d'un côté et un isolant de l'autre.



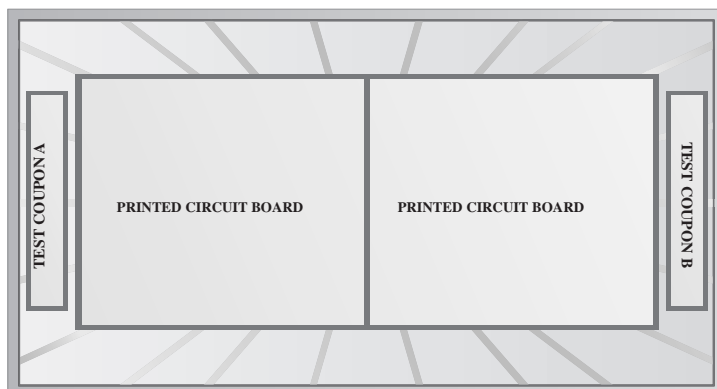
Ce guide d'onde coplanaire est semblable à la structure du dessus, sauf qu'il est blindé avec des plans de part et d'autre de la piste.



Fabrication des circuits à impédance contrôlée

La vitesse de fonctionnement des composants électroniques augmentant, le besoin de PCBs à impédance contrôlée augmente lui aussi, ainsi que le nombre de fabricants. Comme cela a été dit précédemment, si l'impédance est incorrecte, il est difficile d'identifier le problème une fois la carte câblée. Puisque l'impédance dépend de nombreux paramètres (largeur et épaisseur de piste, épaisseur du stratifié, etc...), la plupart des fabricants testent 100% des circuits à impédance contrôlée. Cependant, le test n'est pas fait sur le circuit imprimé lui-même, mais sur un coupon de test du même panneau et fabriqué en même temps. Quelquefois, le coupon de test est intégré dans le circuit imprimé.

Votre client n'est pas toujours conscient que le test est mieux fait avec un coupon de test et vous devez, en tant que fabricant, lui expliquer les avantages coupon de test, à savoir :



Panneau de production typique

Tous les plans de masse et d'alimentation sont reliés entre eux sur le coupon de test

Le coupon et le circuit principal utilisent les mêmes codes d'aperture

* Il est rare que les pistes à impédance contrôlée soient facilement accessibles (manque de connexion de masse par exemple).

* Les plans ne sont pas reliés entre eux sur le circuit principal et cela peut donner des erreurs de mesure.

* Des résultats précis et consistants requièrent une piste droite de 10 ou 15 cm minimum. Souvent, la carte a des pistes bien plus courtes

* La piste réelle peut avoir des déviations ou des vias qui rendent très difficile la mesure précise.

L'ajout de vias et de plages supplémentaires pour le test risque d'affecter la performance du circuit et va occuper de l'espace supplémentaire sur la carte.

Coupons de test

Le coupon de test typique est un circuit imprimé d'environ 200 x 30 mm qui a les mêmes caractéristiques et empilages que le circuit principal. Ses pistes à impédance contrôlée ont les mêmes dimensions que celles du PCB et sont dans les mêmes couches.

Lorsque le dossier de fabrication est créé, les mêmes codes d'aperture (D-code) sont utilisés pour le circuit principal et le coupon. Le coupon étant fabriqué en même temps, les pistes du coupon auront la même impédance que celle du circuit. Tous les plans du coupon de test sont courts-circuités entre eux afin de s'assurer de la validité de la mesure. Il est nécessaire d'isoler électriquement le coupon du circuit en créant une zone vierge à la périphérie, sur les plans de référence. Ceci afin d'éviter que le coupon n'affecte le test de continuité, lors du test électrique automatique (BBT)

En général, le coupon de test est positionné à chaque bout du panneau de façon à ce qu'il soit représentatif de l'ensemble du panneau. Le test des 2 coupons indiquera avec un grand niveau de confiance qu'il n'y a pas de différence de largeur ou d'épaisseur de piste, d'épaisseur d'isolant, etc... sur la totalité du panneau.

Certains fabricants utilisent la mesure de pistes à impédance contrôlée sur tous leurs panneaux pour vérifier la qualité globale de leur production, même sur des PCBs sans impédances contrôlées. C'est un moyen de mesure précis pour contrôler la consistance de la fabrication sans effectuer de micro-sections dans les circuits.

En plus des spécifications habituelles des circuits imprimés, le concepteur précisera :

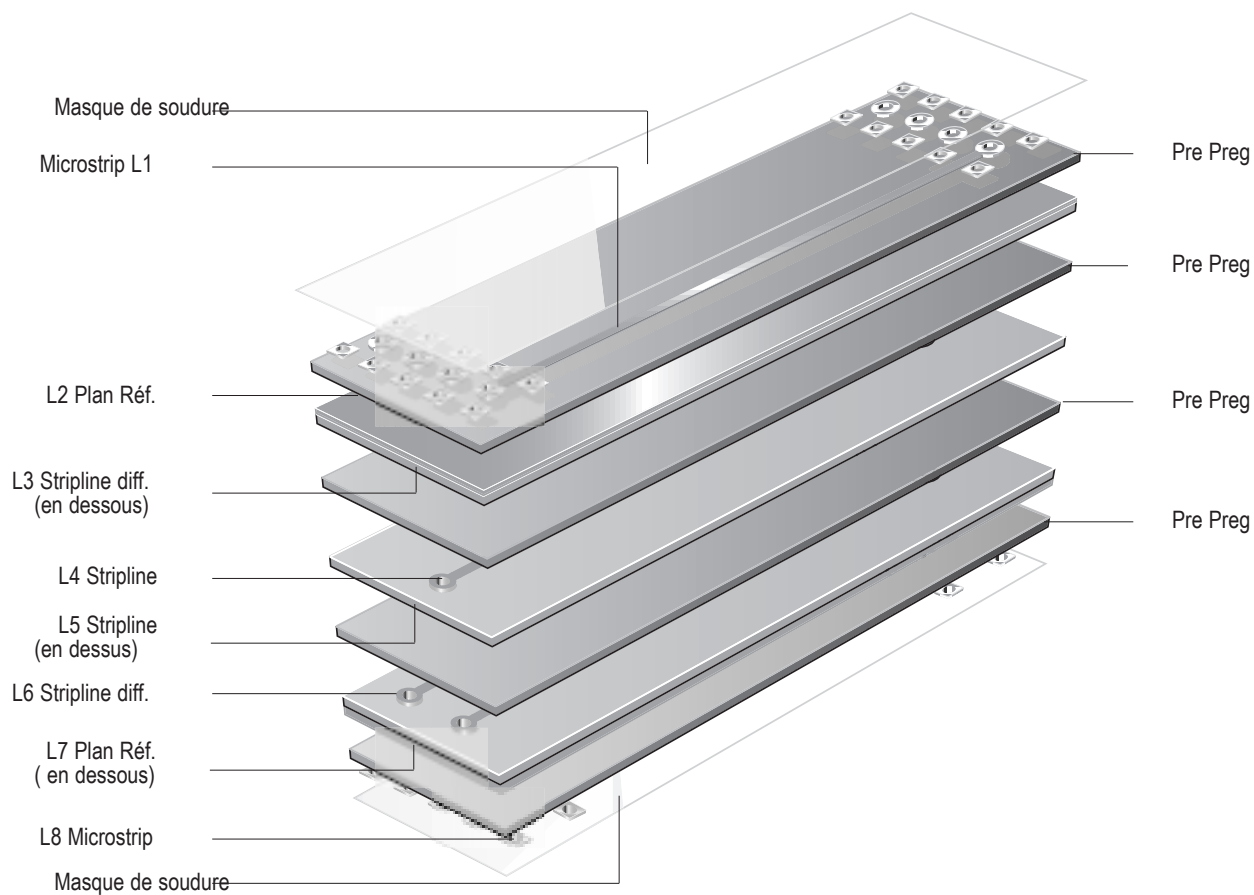
- * Sur quelles couches sont situées les pistes à impédance contrôlée
- * Les valeurs d'impédance (il peut y avoir plus d'une valeur d'impédance sur une même couche)
- * Les codes d'aperture propres aux pistes à impédance contrôlée, par exemple, pour les pistes de 4 mil en impédance non contrôlée et pour les pistes 4 mil à impédance contrôlée.
- * Et soit :
 1. La largeur (w) de la piste à impédance contrôlée.
 - ou
 2. l'épaisseur (h) de l'isolant, adjacent à la piste à impédance contrôlée.

Dans le cas 1, avec la largeur à spécifier, le fabricant ajustera l'épaisseur de l'isolant pour obtenir la valeur correcte d'impédance.

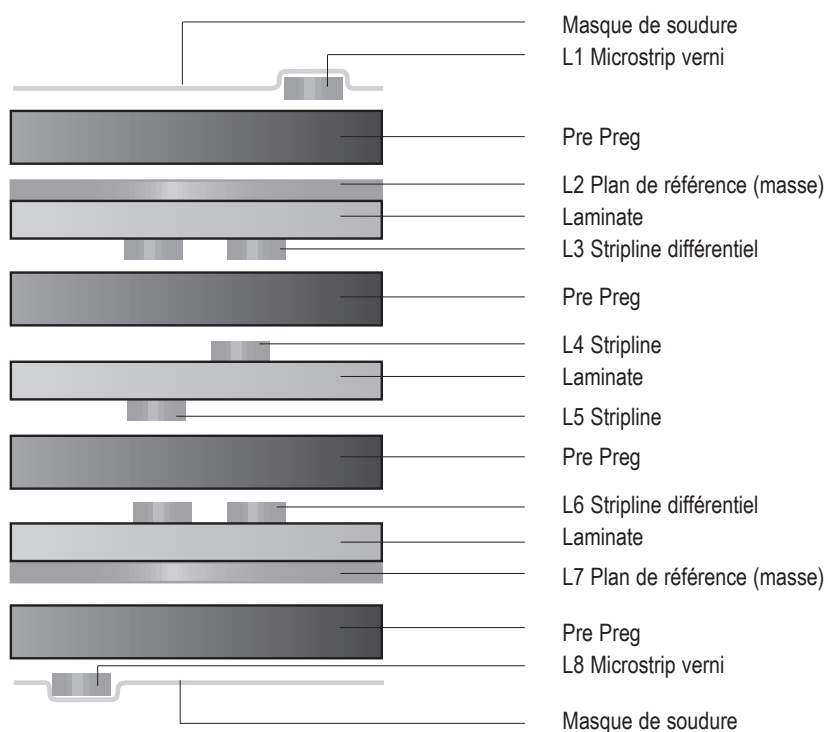
Dans le cas 2, avec l'épaisseur de l'isolant spécifié, le fabricant ajustera la largeur de piste pour obtenir la valeur correcte d'impédance.

Certaines structures (différentielles, coplanaires) peuvent avoir plus d'un paramètre sur lequel jouer pour obtenir l'impédance voulue.

Vue éclatée d'un coupon de test



Vue sectionnée d'un coupon de test



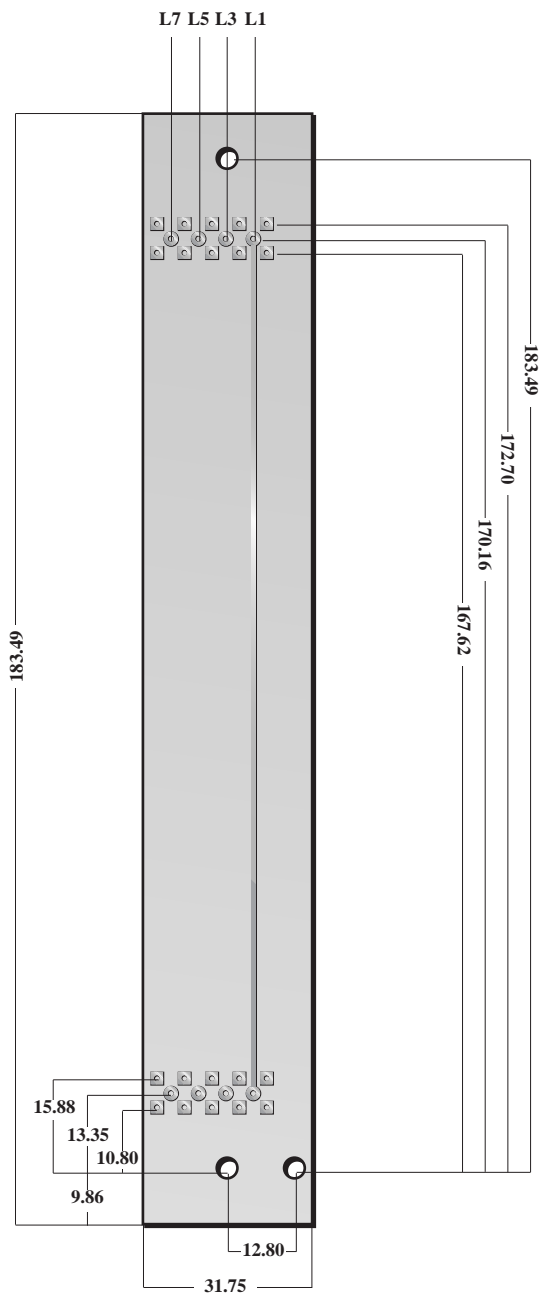
Coupon de test typique

Notez que vous pouvez télécharger les fichiers Gerber d'un exemple typique sur le site www.polarinstruments.com

Coupon typique de test

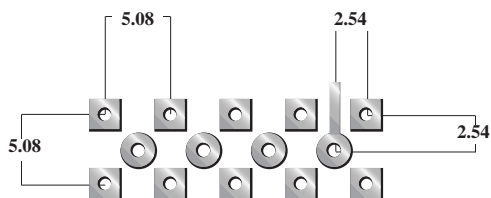
(Référence IEC draft, addition à IEC326-3)

1. La séparation diélectrique reproduira la structure d'impédance du circuit imprimé.
2. Les trous de test seront métallisés de façon à accéder aux pistes internes à tester.
3. Les plages carrées identifient les trous métallisés d'accès aux plans internes de référence.
4. La largeur de pistes de chaque couche reproduit celle du circuit imprimé.
5. Des vias sont à ajouter selon les besoins.
6. Du plan de masse hachuré peut être ajouté en surface selon les besoins.
7. Il faut deux coupons par panneau, qui seront respectivement identifiés par les lettres A et B.
8. Le N° de dossier et le code Date sont à ajouter selon les besoins client.
9. Tous les plans de référence (masse/VCC) sont à relier entre eux (sur le coupon seulement)



Effets capacitifs

Pour minimiser les effets capacitifs en cours de test, il faut minimiser la taille des plages et des vias sur le coupon, en particulier sur les pistes de forte impédance. Bien que ce coupon de test présente des plages d'accès à chaque extrémité, vous obtiendrez de meilleures résultats sur les pistes à forte impédance en n'ayant un point de test qu'à un seul bout.



(pas à l'échelle)

Calcul des impédances par résolution de champ.

Il y a quelques années, vous pouviez utiliser les équations simples pour calculer la valeur d'impédance nominale d'une piste et les résultats étaient raisonnablement valides pour des largeurs et des espacements de piste supérieurs à 15 mil. Cependant, ces équations sont approximatives et ne donnent pas de résultats précis sur les pistes fines que l'on trouve sur les dernières technologies de C.I

Il est maintenant nécessaire d'utiliser des logiciels de résolution de champ pour calculer les valeurs d'impédance. Leur efficacité est encore meilleure s'ils offrent une fonction "valeur cible" (goal seeking) qui vous permet d'entrer la valeur d'impédance désirée et le logiciel vous calcule les dimensions de la piste.

Polar Instruments propose un logiciel de calcul de champ spécifique aux circuits Imprimés, basé sur les structures de piste, la géométrie des pistes et et les caractéristiques diélectriques des matériaux. Vous pouvez télécharger gratuitement une version de démonstration de ce logiciel à partir du site

www.polarinstruments.com

Caractérisation de votre processus de fabrication

Le logiciel de calcul d'impédance est un bon point de départ pour déterminer la largeur (w) de piste et l'épaisseur (h) de l'isolant d'une impédance spécifique. Cependant il vous sera nécessaire de produire des panneaux avec des coupons de test, avec différentes largeurs, différentes structures (stripline, Microstrip, Microstrip enfoui) et différents empilages de couches et différentes épaisseurs de stratifiés.

L'idéal serait de produire des coupons standards (comme ceux proposés) et chaque coupon contiendrait une variété d'impédances différentes. Après la fabrication des panneaux de test, il faudrait mesurer la valeur réelle des impédances et faire la corrélation avec les valeurs théoriques.

Les fabricants de stratifié fournissent des listes d' ϵ_r (constante diélectrique) selon les matériaux isolants, typiquement le FR-4 a un $\epsilon_r=4.2$. Si vous avez un matériau préféré, on sera assuré d'avoir une maîtrise des caractéristiques.

En utilisant des tableaux de valeurs mesurées et valeurs théoriques, vous pourrez voir les écarts entre votre process et les valeurs calculées. Vous pouvez ensuite re-fabriquer de nouveaux panneaux de test en modifiant (w) et/ou (h) pour obtenir la valeur d'impédance exacte. Après plusieurs itérations, vous aurez une maîtrise de votre procédé de fabrication qui vous permettra de prendre en charge les spécifications des concepteurs et les convertir en valeurs adaptées à votre process. Vous produirez des circuits avec des valeurs d'impédances centrées sur les valeurs nominales.

Il est également utile de faire des microsections sur des échantillons de coupons pour vérifier les dimensions réelles des pistes, pour les comparer aux valeurs nominales. Ces dimensions réelles peuvent être ré-introduites dans le logiciel de calcul pour re-calculer la valeur théorique réelle, en ajoutant une troisième colonne au tableau.

Il faut mentionner que la présence de vernis de soudure affecte la valeur d'impédance des Microstrip de surface et doit être pris en compte dans le processus de caractérisation.

Les valeurs d'impédance varient généralement de 40 à 120 ohms. Les pistes à forte impédance sont plus difficiles à maîtriser, car elles sont plus fines sont relativement plus sensibles au procédé de gravure (l'impédance étant inversement proportionnelle à la largeur et à l'épaisseur de piste, plus la piste est fine et plus le procédé de gravage à d'effet sur la largeur et le profil de la piste, et par conséquent sur l'impédance).

Les indications suivantes vous donneront une idée des relations qui existent entre valeur d'impédance et dimensions, il faut se souvenir qu'il s'agit seulement d'approximations dans le cas des pistes fines.

- L'impédance est inversement proportionnelle à la largeur de piste.
- L'impédance est inversement proportionnelle à l'épaisseur de piste.
- L'impédance est proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique
- L'impédance est inversement proportionnelle à la racine carrée de ϵ_r du diélectrique.

Mesure d'impédance contrôlée

Polar Instruments développe et fabrique des systèmes de test d'impédance contrôlée, manuels et robotisés, spécifiques aux Circuits Imprimés dans les environnements de production. Polar est une société phare dans ce domaine et fournit la plupart des grands fabricants de PCBs à travers le monde.

Les impédances peuvent être mesurées avec :

- **Un analyseur de réseau**
- **Un réflectomètre (TDR) de laboratoire**
- **Un système de test d'impédance (utilisant la réflectométrie)**

Les analyseurs de réseau et les réflectomètres de laboratoire sont des instruments sophistiqués et complexes qui demandent une mise en oeuvre délicate par des ingénieurs expérimentés. Le système de test d'impédance contrôlée (qui emploie la technique de mesure par réflectométrie) est un outil spécifiquement conçu pour les pistes à impédance contrôlée et offre une solution optimum.

Un TDR (réflectomètre) applique un front de tension à l'extrémité de la piste à mesurer, via un câble à impédance contrôlée (et également si possible une sonde de mesure adaptée). Dès que l'onde propagée sur la piste rencontre une variation d'impédance, une partie du signal est réfléchi vers l'instrument qui est capable de mesurer ce signal.

Le temps mis par l'onde pour se propager et revenir est proportionnel à la distance parcourue. Le niveau de l'onde réfléchie indique l'importance de la variation d'impédance.

A partir de cette donnée, il est possible de tracer le graphe de l'impédance en fonction de la longueur de la piste du coupon. C'est ce que réalise le logiciel de contrôle du TDR qui acquiert et effectue le traitement de la donnée.

Un TDR spécifiquement approprié à la mesure d'impédances contrôlées de PCBs en fabrication doit :

- Pouvoir être mis en oeuvre rapidement et simplement par un opérateur non technique et avec une fonction réduite au minimum.
- Offrir un degré d'automatisme suffisant pour une grande productivité
- Fournir des résultats de test aisément compréhensibles sous forme de graphes d'impédance en fonction de la longueur de piste.
- Indiquer et mémoriser des résultats Bon / Mauvais clairs pour chaque coupon testé
- Archiver les résultats et produire des rapports à présenter aux clients
- Mémoriser les fichiers de test qui contiennent les spécifications de chaque type de coupon et paramètrent automatiquement le TDR.

Utilisation d'étalons à ligne à air

La ligne à air de précision est reconnue comme l'étalon standard pour les impédances contrôlées. Elle est constituée de deux tubes concentriques dont les dimensions sont vérifiées précisément et est terminée par un connecteur adapté. Les TDR utilisés pour la mesure d'impédance sont des instruments de précision qui nécessitent d'être vérifiés régulièrement. Ce sont des lignes à air qui sont utilisées pour l'étalonnage des TDR. Il en existe pour différentes valeurs d'impédance (typiquement 28 ohms, 50 ohms, 75 ohms et 100 ohms).

Les lignes à air de précision sont coûteuses. Pour des applications moins critiques, les câbles de précision semi rigides constituent une alternative bon marché aux lignes à air.

Les lignes à air sont rattachées aux étalons nationaux (NIST, NPL) par une technique métrologique précise de mesure dimensionnelle ("air gauging") et l'impédance est calculée à partir des dimensions, à l'aide d'une formule standard.

Configurations différentielles

Beaucoup de circuits modernes utilisent des pistes différentielles. Par rapport aux pistes simples, les lignes différentielles sont moins sensibles aux interférences créées par des pistes adjacentes et génèrent elles mêmes moins d'interférences.

Pour être efficaces, elles doivent être appairées :

- Les pistes doivent avoir les mêmes dimensions et espacements avec plans et pistes adjacentes
- Les deux pistes doivent être aussi proches l'une de l'autre que possible, dans la limite des contraintes de fabrication.
- L'espacement entre les deux piste doit être constant.

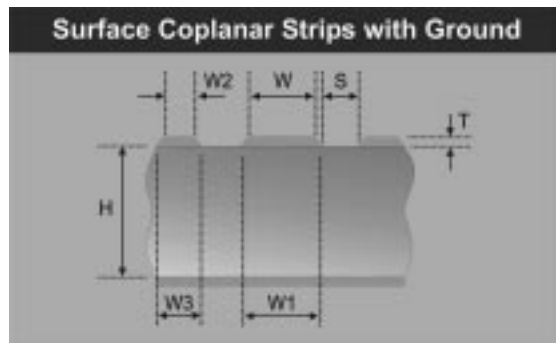
La valeur de l'impédance contrôlée dépend de la distance de séparation des pistes ainsi que de leurs dimensions propres et lorsqu'on les mesure, il est nécessaire de faire une mesure différentielle.

La mesure de l'impédance donne une valeur légèrement inférieure à la somme de l'impédance de chacune des pistes. Par exemple, si l'on mesure chacune des pistes d'une paire différentielles de 100 ohms, on trouvera une valeur de 53 - 55 ohms.

Configurations coplanaires

Les configurations coplanaires sont devenues très populaires ces dernières années et sont largement utilisées pour le standard RambusTM. Un des avantages de la configuration coplanaire est d'étendre les performances en fréquence du stratifié FR4 qui perd de ses performances au delà de 2Ghz. Avec une structure coplanaire de surface, une bonne partie du champ entre piste et masse passe par l'air et non par l'isolant ce qui réduit les pertes en haute fréquence.

Il existe de nombreuses variantes de configurations coplanaires. Il faut savoir que l'on peut fabriquer des pistes différentielles coplanaires.



Ce diagramme montre une des nombreuses configurations coplanaires



Questions et réponses typiques

Q. Mon client me demande de tester leurs circuits à 900 MHz. Puis - je le faire avec un système de test d'impédance à base de réflectométrie ?

R. Oui, un testeur d'impédance à base de TDR courant convient pour tester sur une large gamme de fréquence. Les paramètres qui déterminent l'impédance (l'Er du stratifié) ne varient pas significativement en dessous de 3 ou 4 GHz. De sorte qu'il est inutilement coûteux et long de faire une mesure à fréquence particulière avec un analyseur de réseau.

Q. Mon client ne spécifie pas de mesurer les impédances contrôlées. Pourquoi devrais - je le faire ?

R. Votre client peut penser qu'en spécifiant les dimensions, les pistes auront automatiquement la bonne valeur. Comme cela a été expliqué, chaque process de fabrication requière une caractérisation, pour s'assurer que l'on obtient la valeur nominale calculée par le logiciel de calcul de champ. Finalement, si le circuit imprimé ne fonctionne pas à cause de l'impédance incorrecte, le client ne sera pas satisfait. Il vaut mieux travailler en collaboration avec votre client et lui faire comprendre la nécessité du test.

Q. Comment dois-je calculer les dimensions d'une impédance contrôlée en couche interne en tenant compte des empilements ?

R. Vous pouvez ignorer les couches placées au delà des plans immédiatement adjacents à la piste calculée. Il ne faut considérer que l'épaisseur de l'isolant situé de part et d'autre de la piste entre les plans prenant la piste en sandwich, formant un blindage.

Q. Pourquoi les mesures d'impédances faites sur le coupon sont-elles fausses, alors que les dimensions sont conformes au logiciel de calcul ?

R. Vous avez probablement oublié de relier les plans entre eux. C'est nécessaire pour obtenir des valeurs correctes. Il faut se souvenir que ceci doit être fait sur le coupon de test seulement et qu'il faut laisser une zone vierge à la périphérie du coupon pour éviter que les interconnexions du coupon n'affecte le test électrique du pcb.

Vous pouvez lire et télécharger de nombreuses notes d'application à partir de notre site :

Système de test d'impédance contrôlée (cits)

Le système de test d'impédance contrôlée CITS de Polar Instruments est devenu le standard de l'industrie, utilisable par des opérateurs non-technique dans des environnements de production. Il est également utilisé par des sous-traitants pour vérifier la conformité des CI à impédance contrôlée.

Le CITS utilise la technique de mesure par réflectométrie (TDR). Il traite automatiquement les données de mesure pour tracer l'impédance en

fonction de la largeur et indique si une mesure est hors des tolérances.



Tous les résultats et les paramètres de test sont automatiquement archivés. On peut facilement exporter les données vers une base de données (pour traitement statistique par ex.) et produire des rapports de test.

La grande précision de l'instrument est assurée par un logiciel d'application de 32 bits et un étalonnage en usine avec des lignes à air de précision à 28, 50, 75 et 100 ohms, toutes rattachées aux standards nationaux.

Système de test d'impédance robotisé (RITS)

Le système de test d'impédance RITS de Polar Instruments est destiné au test automatique de circuits imprimés en gros volume. Le système de mesures est basé sur l'instrument CITS entièrement automatisé par robot, pour offrir une précision inégalée, une mesure fiable et consistante.

Logiciel de Calcul d'impédance par résolution de champ - SI6000

Le SI6000 est le fruit des remarques et demandes exprimées par des centaines d'utilisateurs du logiciel Polar CITS25. Les méthodes de résolution de champs du SI6000 calculent l'impédance en fonction de tous les paramètres des PCBs

Utilisé avec l'interface Excel 97 ou 2000, le SI6000 peut faire des calculs de valeur cible (goal seek) sur de nombreuses structures, c'est à dire déterminer automatiquement les valeurs des paramètres pour obtenir l'impédance désirée.

Le logiciel SI6000 supporte un très grand nombre de configurations de pistes et vous permet d'évaluer pleinement leur comportement.

En optimisant le calcul d'impédance vous produirez des circuits imprimés plus efficacement et réduirez le nombre de prototypes avant le lancement de la production.

Vous pouvez télécharger une copie d'évaluation à partir du site :

www.polarinstruments.com