



Le partenaire de l'électronique industrielle

<http://www.deltest.com/>

Utilisation de l'analyse V/I pour la réparation des cartes électroniques

Les outils d'analyse et de test pour la réparation des cartes électroniques

La réparation des cartes électroniques par remplacement des composants défectueux demeure une activité importante de maintenance curative dans le milieu industriel. En effet, malgré la baisse régulière des prix de l'électronique, le coût de remplacement d'un système électronique en panne par un nouveau système est généralement élevé. En fait, la situation se caractérise par plusieurs aspects :

- L'obsolescence commerciale des systèmes électroniques est rapide. Les constructeurs n'assurent plus la commercialisation des cartes et sous-ensembles après quelques années d'exploitation commerciale. Une carte défailante ne peut donc plus être remplacée par une nouvelle carte de même modèle
- L'intégration d'un système électronique dans un milieu industriel exige des études et des travaux pouvant s'étaler sur plusieurs semaines. Les industriels ne peuvent accepter un arrêt de production de cette durée du fait d'une panne électronique sur une carte non disponible en stock de maintenance
- Le remplacement d'un composant de quelques Euros est parfois suffisant pour dépanner un système de plusieurs milliers d'Euros ...
- Les systèmes électroniques industriels sont souvent complexes, constitués de plusieurs sous-ensembles montés en racks ou en armoires. Une défaillance sur 1 carte entraîne un arrêt global de l'installation

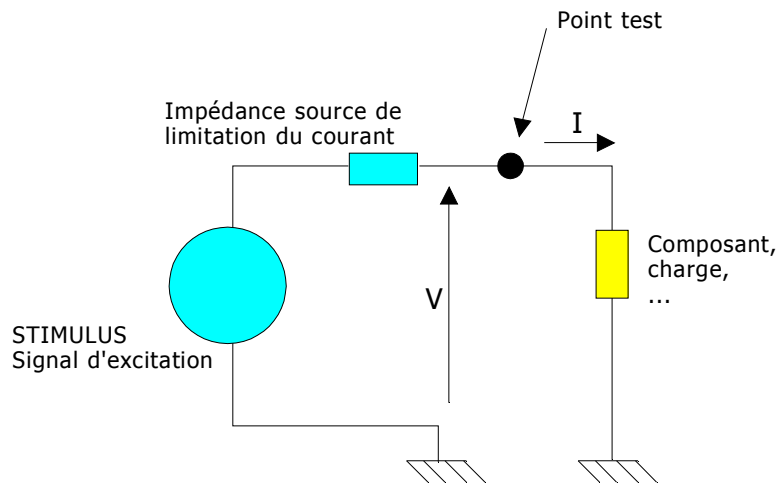
Les laboratoires électroniques spécialisés dans la réparation sont en général équipés d'outils de test et d'analyse leur permettant une détection rapide et fiable des composants défectueux sur les cartes à réparer. La société DELTEST commercialise notamment 2 équipements conçus par et pour des réparateurs de systèmes électroniques, assurant notamment des analyses V/I :

- **CONCEPT 8000+** : solution complète intégrant appareils de mesure, test V/I, test fonctionnel numérique et analogique, ...
- **CONCEPT 4000M** : analyse V/I, oscilloscope, multimètre et générateur de fonction en un seul appareil

Le principe du test V/I

Le test V/I est une technique fondamentale pour localiser les pannes sur des cartes électroniques. Il consiste à exciter le point test par un signal variable et contrôlé (limitations en courant et tension) pour obtenir une signature électronique du point test, représentant une impédance. Ce test est d'autant plus probant lorsque la documentation et les schémas de la carte à réparer sont inexistantes. Lors des tests V/I, la carte doit être libre de potentiel, non alimentée. Cette technique est d'autant plus efficace lorsqu'on peut comparer deux cartes : une carte étalon en état de marche et une carte défectueuse. Une simple comparaison visuelle permet alors d'attribuer le critère BON ou MAUVAIS pour le point test en cours.

Un signal variable est appliqué en divers points du composant ou de la carte à tester, par rapport à la masse. On obtient alors l'affichage d'une caractéristique de l'impédance où l'axe X représente la tension, l'axe Y le courant.



A partir de la relation $Z = V/I$, on voit donc que la caractéristique représente l'impédance du composant sous test. Le stimulus appliqué est habituellement un signal sinusoïdal. Pour les composants sensibles aux fréquences telles que condensateurs et inductances, l'impédance est fonction de la fréquence utilisée. En conséquence, une fréquence variable pour le stimulus est nécessaire pour ces types de composants. Il faut également noter que la résistance de limitation de courant (impédance source) forme avec le composant sous test un pont diviseur de tension. Pour obtenir une trace correcte, l'impédance source doit être de la même grandeur que l'impédance du composant sous test à la fréquence considérée. C'est ainsi qu'il est nécessaire pour cette technique d'avoir une gamme très large d'impédance source pour tester la plus grande variété possible de composants.

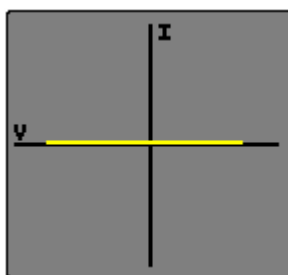
Du fait de la facilité d'analyse visuelle des résultats (les courbes signatures), il n'est pas nécessaire d'être un spécialiste de cette technique pour pouvoir l'utiliser correctement.

Comprendre les affichages

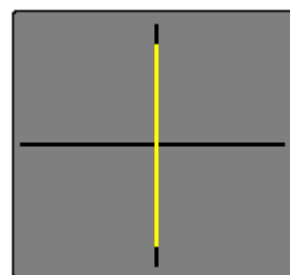
Bien que les signatures soient parfois complexes, il n'est pas nécessaire de les interpréter pour pouvoir utiliser cette technique de l'analyse V/I . La comparaison entre signature étalon et signature réelle obtenue sur la carte en test permet la plupart du temps d'identifier les pannes avec un minimum de connaissances. Il faut se rappeler que la caractéristique V/I est la résultante de tous les composants connectés au noeud sous test.

Différents composants dans différentes configurations, produiront différentes signatures. Par exemple, un court-circuit affichera une ligne verticale, car en théorie le courant est infini (voir ci-dessous), alors qu'un circuit ouvert affichera une ligne horizontale, car il n'y a dans ce cas aucun courant (voir ci-dessous).

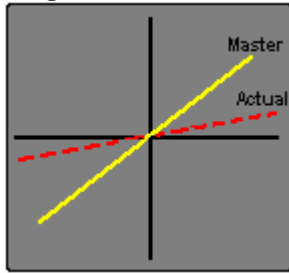
Circuit ouvert :



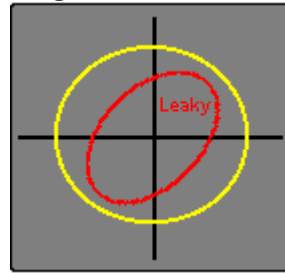
Court-circuit :



Une résistance pure donnera une ligne diagonale, car le courant est proportionnel à la tension appliquée. Les signatures V/I des résistances pures sont des droites (voir **Diagramme 1**). La valeur de la résistance sous test affecte la pente de la droite; plus la valeur de la résistance est importante, plus la droite se rapproche de l'horizontale (circuit ouvert). La résistance source de l'ASA (Analyse de Signature Analogique) doit être choisie afin d'obtenir, pour une bonne résistance, une droite la plus proche possible des 45°. En mode comparaison, une différence entre la pente de deux résistances indique une différence de valeur des résistances sur les deux cartes.

Diagramme 1 :**Résistance 820 Ohms**REGLAGES

Fréquence : 1.2 kHz
 Impédance source : 1 kOhms
 Forme d'onde : sinus
 Tension : 10 V crête - crête

Diagramme 2 :**Condensateur 0.47 μ F**REGLAGES

Fréquence : 4.8 kHz
 Impédance source : 100 Ohms
 Forme d'onde : sinus
 Tension : 2 V crête - crête

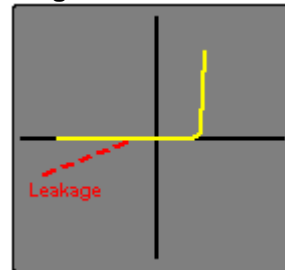
Les condensateurs de faibles valeurs ont des signatures elliptiques presque plates et horizontales, alors que pour les fortes valeurs, les signatures sont toujours elliptiques et plates, mais verticales. La signature optimale doit être proche d'un cercle (voir **Diagramme 2**), lequel peut être obtenu en choisissant la fréquence et l'impédance source les plus appropriées. Typiquement, une grande capacité demandera une fréquence et une impédance source de faibles valeurs. Un condensateur avec un courant de fuite, donnera une courbe inclinée due à l'effet de la résistance effective en parallèle avec la capacité (voir courbe rouge sur diagramme 2).

Les signatures des inductances sont elliptiques ou circulaires, mais montrent parfois une hystérésis (voir **Diagramme 3**). Les inductances de grandes valeurs ont des signatures elliptiques plates presque horizontales similaires à celles des condensateurs. La signature optimale est un cercle parfait. Les inductances munies d'une ferrite ne pourront peut être pas être ajustées car des inductance de même valeur peuvent donner des signatures différentes en fonction des matériaux (ferrite, fer, cuivre, etc, ...). Habituellement, les inductances nécessitent une impédance source de faible valeur et une fréquence élevée pour pouvoir afficher une signature elliptique.

Une inductance ouverte peut être facilement détectée par comparaison d'une carte étalon par rapport à une carte en panne, c'est une panne fréquente sur des cartes avec des composants CMS.

Diagramme 3 :**Inductance 10 mH**REGLAGES

Fréquence : 1.2 kHz
 Impédance source : 100 Ohms
 Forme d'onde : triangle
 Tension : 4 V crête - crête

Diagramme 4 :**Diode 1N4148**REGLAGES

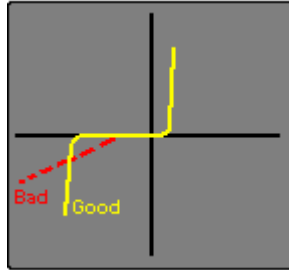
Fréquence : 60 Hz
 Impédance source : 1 kOhms
 Forme d'onde : sinus
 Tension : 6 V crête - crête

La signature d'une diode peut être facilement identifiée (voir **Diagramme 4**). La partie verticale de la signature indique la partie 'bias' inverse, la tension 'turn-on' et la tension inverse 'drop' peuvent être facilement identifiées. La partie horizontale de la signature est la région de la tension inverse de non conduction de la diode qui est effectivement en circuit ouvert. Les diodes défectueuses peuvent facilement être identifiées par une déviation de leurs caractéristiques. Par exemple, une diode ayant un courant de fuite inverse significatif aura une partie de la signature en diagonale dans la région inverse, similaire à une résistance.

Les diodes Zener conduisent dans les deux parties de la signature. La caractéristique de courant inverse est similaire à celle d'une diode (voir ci-dessous). La caractéristique dans la direction inverse est aussi similaire à une diode jusqu'à ce que le 'break-down' ou (la tension Zener) soit atteint, à partir duquel le courant croît rapidement (voir **Diagramme 5**). La tension de test doit être supérieure à celle de la tension Zener pour

obtenir une signature correcte.

Diagramme 5 :

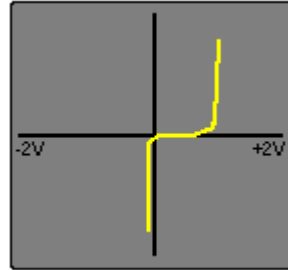


Diode ZENER BZX55C5V1

REGLAGES

Fréquence : 60 Hz
 Impédance source : 1 kOhms
 Forme d'onde : sinus
 Tension : 20 V crête - crête

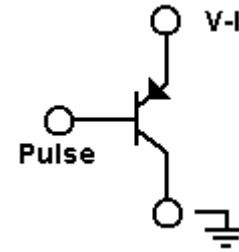
Diagramme 6 :



Transistor PNP

REGLAGES

Fréquence : 120 Hz
 Impédance source : 1 kOhms
 Tension : 10 V crête - crête
 Type impulsion : bipolaire (V+ : 0.12V, V- : -0.7V)
 Impulsion positive : 0 μs stop 4.18 ms
 Impulsion négative : 4.18 ms stop 8.33 ms

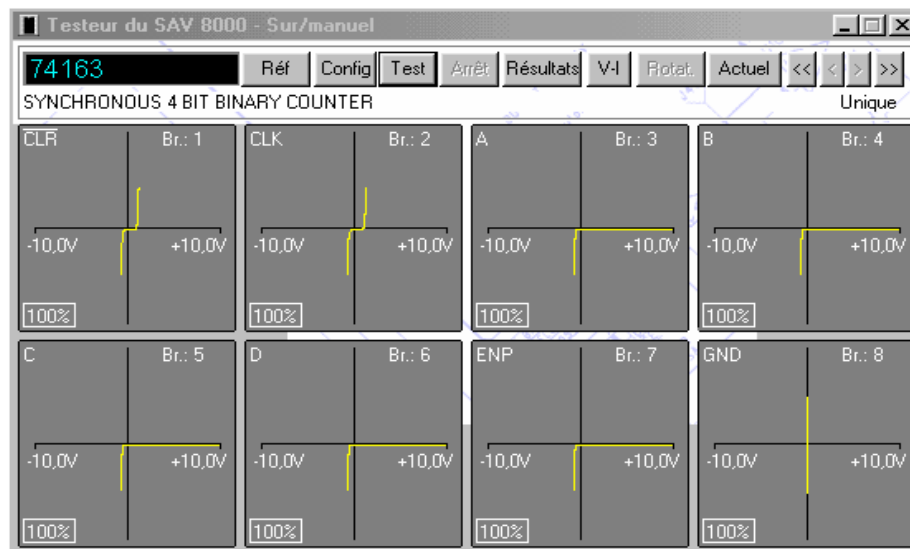


Les transistors bipolaires NPN et PNP ont des signatures similaires aux diodes (voir **Diagramme 4**) lors du test entre les jonctions base/collecteur et base/émetteur. Un test entre collecteur et émetteur montre une signature identique à celle d'un circuit ouvert. Le générateur d'impulsions peut être utilisé pour appliquer une tension 'bias', via une résistance adéquate, sur la base du transistor afin d'observer la commutation du transistor (voir **Diagramme 6**). Le générateur d'impulsions peut aussi être utilisé pour déclencher des composants de types triacs et thyristors.

Les équipements DELTEST

La comparaison de signatures relevées sur 2 cartes (1 carte bonne étalon, 1 carte mauvaise à réparer) constitue la meilleure solution de mise en œuvre du test V/I. Les appareils commercialisés par DELTEST assurent des tests V/I simultanément sur plusieurs canaux (via l'utilisation de clips) ou sur 1 ou 2 canaux (via l'utilisation de sondes de mesure). L'acquisition de la signature de référence sur la carte étalon est toutefois réalisée différemment sur les 2 modèles d'appareils :

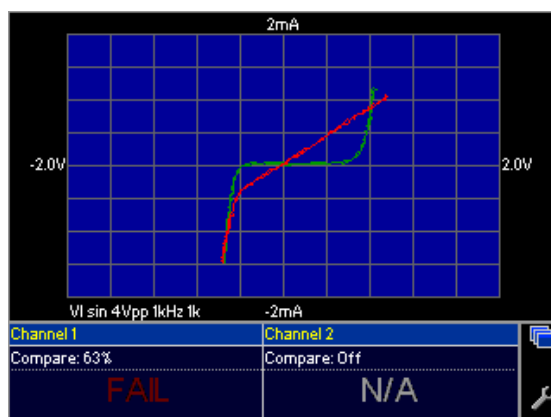
- **CONCEPT 8000+** : la signature de la carte étalon est enregistrée sur le disque dur de l'appareil, préalablement à toute action de maintenance curative. Le technicien peut ainsi analyser les cartes électroniques lorsqu'elles sont en état de marche, enregistrer les signatures, puis comparer les signatures enregistrées (carte étalon) et mesurées sur la carte en panne afin de localiser les défaillances.



Exemple de visualisation de signatures V/I sur un composant numérique

Le CONCEPT 8000+ est équipé en standard de 64 voies d'analyse V/I numériques (extensible jusqu'à 256) et de 24 voies d'analyse V/I analogiques

- CONCEPT 4000M : La signature de la carte étalon est mémorisée au moment du test de la carte en panne. La disponibilité d'une carte étalon est donc nécessaire lors de la réparation de la carte en panne.



Exemple de résultat de comparaison de signatures V/I sur la voie 1 de l'appareil : FAIL (on constate effectivement une importante différence de forme des 2 signatures)

Le CONCEPT 4000M est équipé de 40 voies d'analyse V/I analogiques (et numériques).

On observe fréquemment qu'un technicien exploitant régulièrement le test V/I peut tirer des informations pertinentes sur l'état des composants d'une carte en visualisant les signatures sans les comparer à des signatures étalon. Les pannes de composants se signalent souvent par des signatures 'bizarres', dont la forme inhabituelle attire l'attention du technicien. Le point test est alors suspect : peu importe la cause de cette forme de signature, un composant proche du point test est probablement défectueux ...

Résumé

L'analyse V/I est un outil efficace et important de diagnostic électronique. Sa mise en œuvre reste simple et rapide :

- Soit en mode comparaison : la finesse du test est telle qu'elle peut être utilisée pour l'ajustage de résistances réglables,
- Soit en mode lecture directe : la détection d'une forme inhabituelle de signature est un indicateur probant d'un défaut probable d'un composant à proximité du point test

Cette méthode de test, mise en œuvre en complément d'autres méthodes également offertes par les appareils DELTEST (test fonctionnel, test FIRMFLEX, analyse V/T, test thermique, test de connexion, test de tension) permet d'obtenir des taux de réussite et des gains de temps importants dans les actions de maintenance curative de cartes électroniques.

<http://www.deltest.com/>