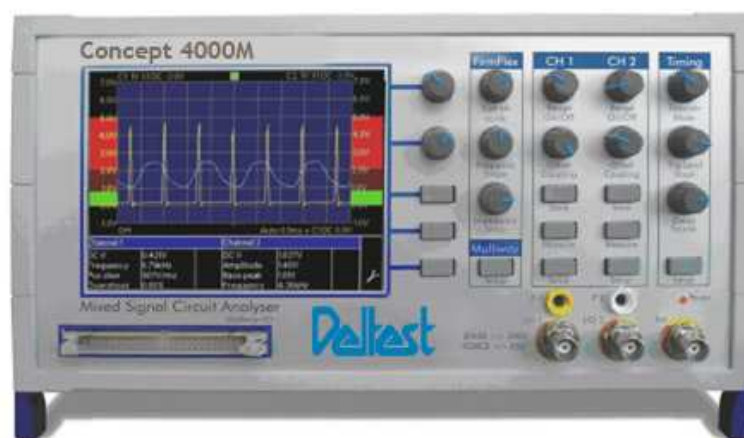




Oscilloscope actif de précision CONCEPT 4000M

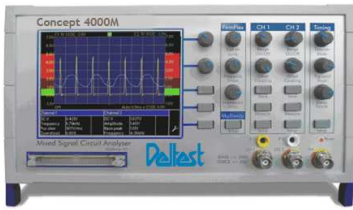


ZI Toul Europe, Secteur B 54200 TOUL

Tél.: 03.83.43.85.75

Email : deltest@deltest.com

www.deltest.com



Introduction

L'oscilloscope actif de précision Concept 4000M n'est pas un oscilloscope comme les autres. Il apporte de nouvelles fonctionnalités de mesure et de test innovantes qui permettront aux ingénieurs de réaliser de nouveaux types d'analyse des cartes et systèmes électroniques. Cet article explique comment le **Concept 4000M** peut être utilisé pour étudier et diagnostiquer

les problèmes électroniques.

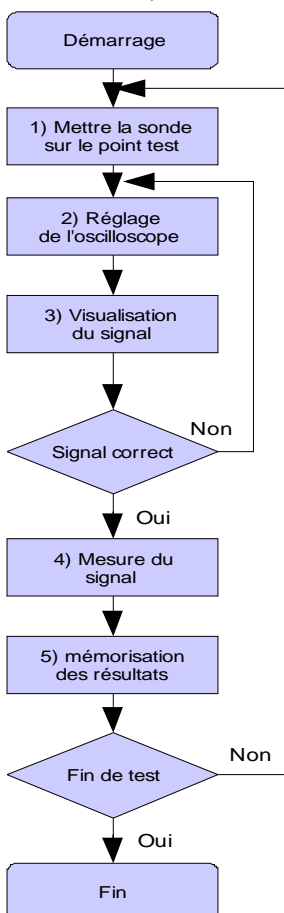
L'oscilloscope actif de précision Concept 4000M a été conçu pour mesurer et tester en toute sécurité des composants miniaturisés en combinant en un seul appareil un voltmètre DC de précision, des fonctions d'enregistrement et d'analyse de signaux, ainsi qu'un oscilloscope traditionnel. De plus, un mode **actif** permet d'injecter des signaux électriques sur la carte en cours de test, dans le but de contrôler certains critères tels que la sortance ou l'impédance d'une source. Le **Concept 4000M** intègre par ailleurs un **analyseur logique** de 4 voies et 2 voies analogiques. Les fonctions **Firmflex** et **Courbe V/I** permettent également l'analyse et la reconnaissance de signatures électroniques et impédances de points test sur carte sous ou hors tension.



Quelques exemples de situations permettent d'illustrer la supériorité du **Concept 4000M** sur les appareils traditionnels :

Gardons les yeux sur notre travail !

Observons la méthode traditionnelle de prise de mesure à l'aide d'un oscilloscope sur une carte électronique :



A l'étape 1., l'ingénieur a une bonne vision du point test qu'il est en train de mesurer et tester.

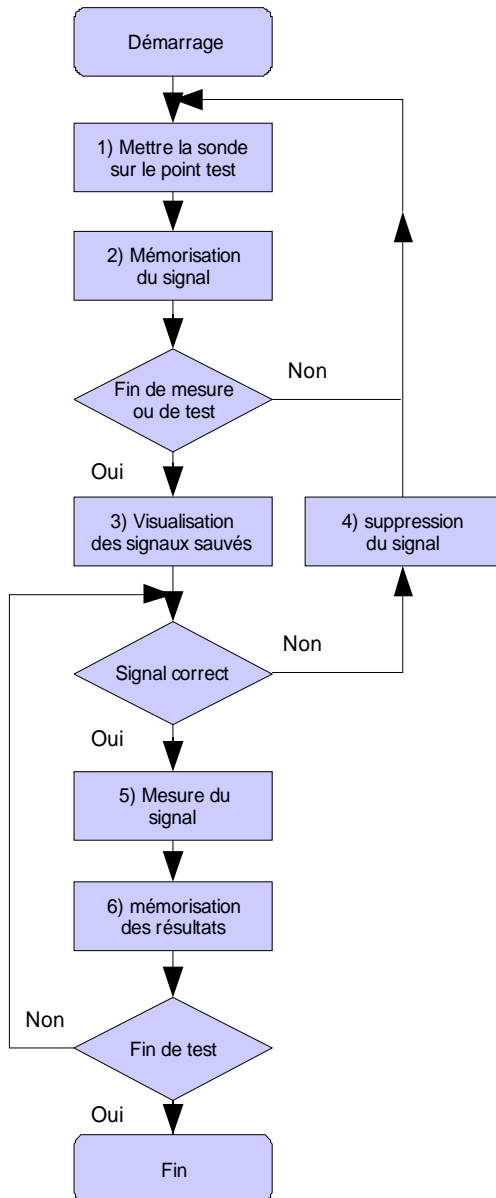
Aux étapes 2. et 3., l'ingénieur règle l'oscilloscope pour obtenir la meilleure visualisation possible du signal. Pendant ces opérations, il ne peut conserver son regard sur le point test bien qu'il maintienne la sonde en place.

Aux étapes 4. et 5., l'ingénieur enregistre les courbes visualisées. Pendant ces opérations, il ne peut conserver son regard sur le point test, et ne peut également utiliser sa main pour écrire ou utiliser un clavier.

La nécessité de ne pas quitter du regard le point test et la sonde peut entraîner des mesures invalides ou perturbées (au mieux) ou même des dégâts au circuit (court-circuit sur broches en cas de glissement de la sonde).



Afin d'éviter ces risques, une séparation des phases d'acquisition et d'analyse s'impose donc. Comment le **Concept 4000M** répond-il à cette exigence ?



A l'étape 1., l'ingénieur a une bonne vision du point test qu'il est en train de mesurer et tester.

A l'étape 2., l'ingénieur utilise la pédale de commande pour lancer l'autoréglage du **Concept 4000M** et mémoriser le signal dans la mémoire de l'équipement. Durant ces opérations, il conserve la vision de la sonde sur le point test courant.

Ce cycle d'opérations *pose sonde - autoréglage et mémorisation* est répété pour tous les points test. La sonde peut alors être éloignée de la carte électronique.

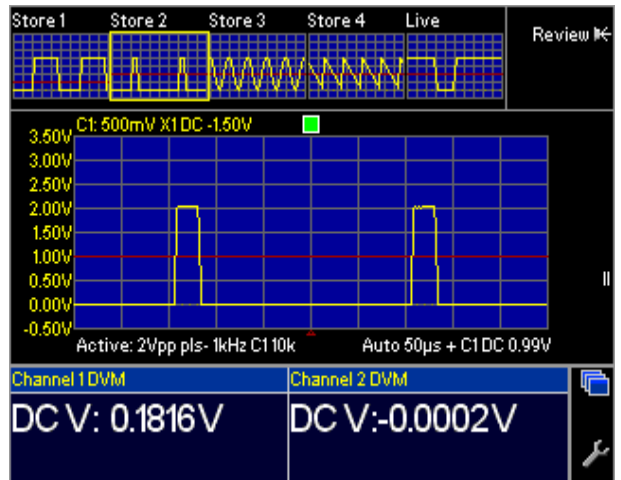
A l'étape 3. L'ingénieur observe les signaux mémorisés afin de valider leur intérêt pour une analyse. En cas de besoin, il peut supprimer et remplacer certains signaux par une nouvelle mémorisation (répétition des étapes 1. et 2.)

Aux étapes 5. et 6., les mesures sont réalisées sur les signaux mémorisés, à l'aide de fonctions automatiques et de curseurs sur l'écran. Les résultats sont affichés et mémorisés.

Le cycle d'opérations *mesure - enregistrement des résultats* est répété pour tous les signaux mémorisés.



Sur la copie d'écran ci-contre, nous pouvons voir l'exploitation d'un signal mémorisé. Nous observons la présence de 4 signaux mémorisés, ainsi que le signal courant sur la voie d'entrée (live). L'utilisation du bouton *Revoir* permet de sélectionner le signal à visualiser en plein écran, ainsi que l'affichage des mesures associées.

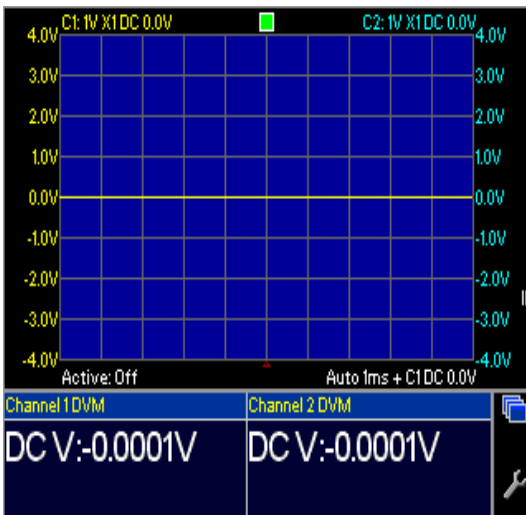


Cet exemple montre clairement l'intérêt d'une séparation des phases d'acquisition et d'analyse : meilleure précision, meilleure fiabilité, meilleure investigation, ... Le *Concept 4000M* peut mémoriser jusqu'à 40 signaux, incluant l'ensemble des paramètres du signal ainsi que les niveaux de tension DC, par une simple action sur la pédale de commande, conservant ainsi ses mains et ses yeux concentrés sur la carte électronique en cours d'observation.

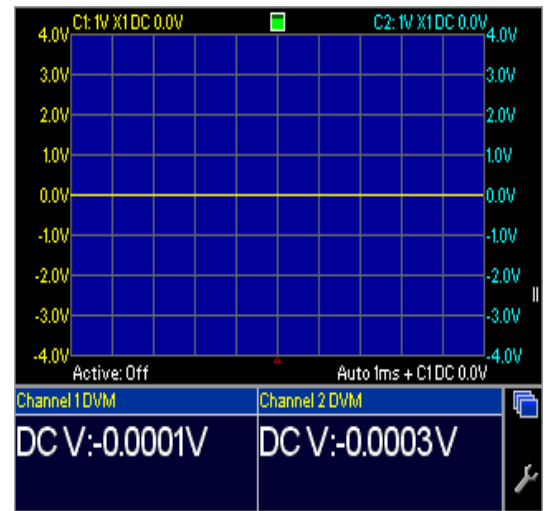


Mise en évidence de la différence !

Allumons notre oscilloscope traditionnel, et ajustons l'échelle à 1V/div. Sans surprise, une ligne plate indique 0V. Appliquons maintenant la sonde sur la masse électrique. Le résultat : pas de différence. Toujours la ligne plate à 0V. Nous pouvons observer le même phénomène à l'aide d'un multimètre : l'afficheur indique 0V lorsque les bornes sont en l'air et lorsque les bornes sont en court circuit. Ces 2 appareils, qui constituent les instruments de mesure et de test les plus courants indiquent des résultats identiques pour des conditions totalement différentes !

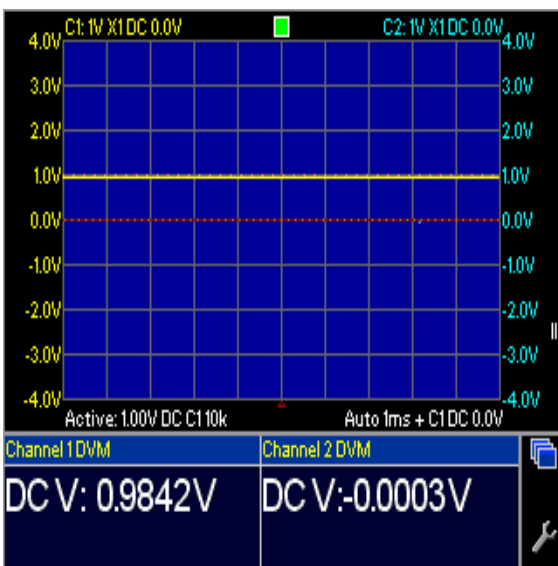


◀ La figure de gauche montre l'affichage dans le cas d'un circuit ouvert (sonde en l'air). On remarque que la trace plate à 0 Volt et que le multimètre indique également 0 Volt



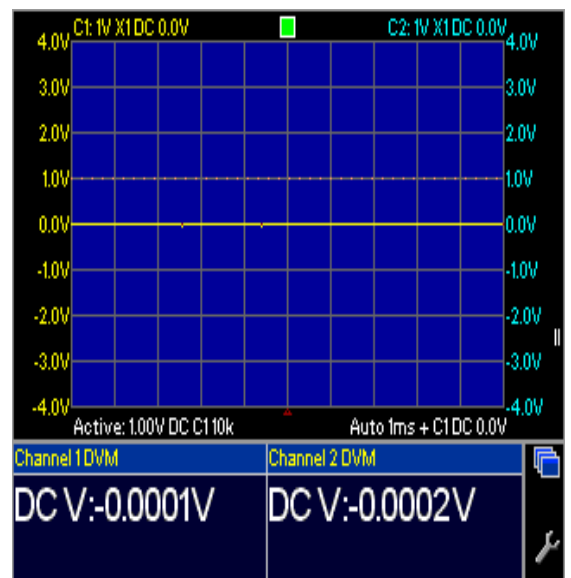
La figure de droite ▶ montre l'affichage dans le cas d'un court-circuit (sonde au 0V). Peut-on voir la différence ?

Or, nous savons qu'un court-circuit au 0V peut constituer une panne sur une carte électronique. Le **Concept 4000M** est capable de distinguer ces 2 conditions en exploitant simplement le mode **Actif**.



◀ La figure de gauche montre l'affichage dans le cas d'un circuit ouvert (sonde en l'air) en mode Actif avec une charge de 1V/10kΩ.

La figure de droite ▶ montre l'affichage dans le cas d'un court-circuit (sonde au 0V). La différence est nette !



Quelques explications. Le **Concept 4000M** en mode **Actif** force une charge active sur la sonde, via un générateur de tension programmable associé à un jeu de résistances sélectionnables. Dans le cas d'un circuit ouvert, la tension sur la sonde suit la tension forcée sur la charge

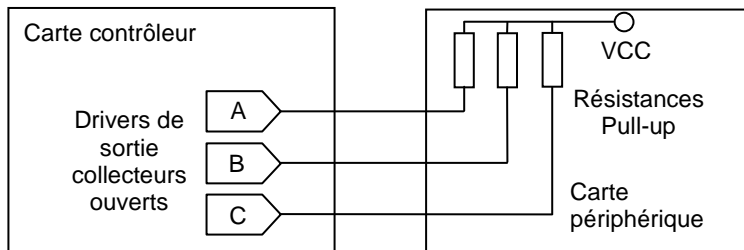


active (1V nominal, réellement 0,9842V mesuré par le voltmètre numérique). Dans le cas d'un court-circuit, la tension sur la sonde est forcée à 0V, comme le montre la figure de droite.

Naturellement, un ohmmètre indique rapidement la différence ! mais seulement sur une carte hors tension. Sur une carte alimentée, il est important de distinguer si la mesure 0V correspond à une liaison directe à la masse, une résistance à la masse, un état logique forcé à 0, ou un circuit ouvert. Si nous coupons l'alimentation, la sortie logique de la porte sera probablement vue comme un circuit ouvert par un ohmmètre ; il est donc nécessaire de travailler sous tension. En ajustant la tension et la résistance de la charge active, nous pouvons facilement voir la différence entre un état logique bas et un court-circuit via une tension de *pull-up* appliquée par le **Concept 4000M**.

Dans le cas d'une liaison résistive à la masse, des niveaux de tension intermédiaires seront visualisés, dépendant des valeurs relatives de la résistance de la carte et de celle de la charge active. La tension et la résistance de la charge active peuvent être ajustées de façon à obtenir les résultats les plus fins. Le mode **Actif** peut également générer des signaux AC de différentes formes, et peut donc être utilisé en tant que générateur de fonctions fort utile !

De nouvelles possibilités !



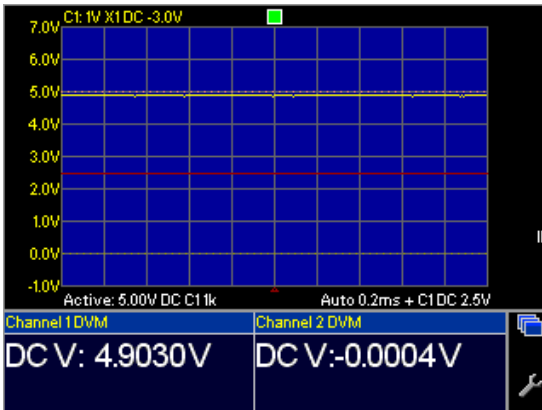
Le schéma bloc représenté sur la figure ci contre constitue un cas typique de montage électronique industriel dans lequel des sorties d'une carte électronique pilotent un périphérique via des *drivers* de sortie : transistors en collecteur ouvert ou optocoupleurs ; les

résistances de *pull-up* au VCC étant implantées sur le périphérique. Il est fréquent que des surcharges ou pics de tension gênent des pannes dans ce type de montage.

Considérons le cas où un *driver* de sortie de la carte *Contrôleur* est en défaut, et que les autres sont opérationnels. La carte *Contrôleur* est alimentée par un banc test, nous devons identifier le *driver* en panne et le remplacer. Facile !

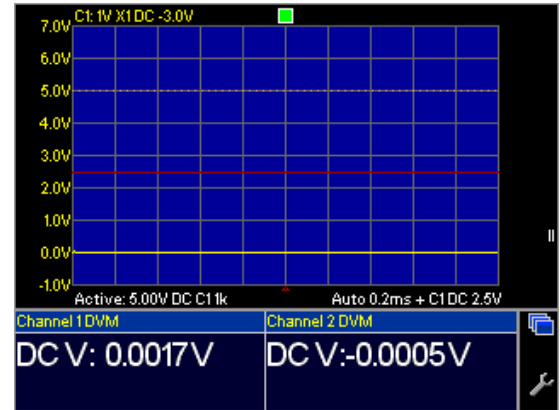
Configurons la carte *Contrôleur* en sollicitant l'entrée des *drivers* par un signal d'horloge de 2,5kHz, et observons les sorties à l'aide d'un oscilloscope. Qu'indique l'écran ? Des lignes plates à 0V pour toutes les sorties ! Or nous savons qu'une des sorties est en panne, alors que les autres sont opérationnelles. Comment mettre cette situation en évidence ?

A l'aide du mode **Actif** du **Concept 4000M**, bien sûr ! La source active est forcée à 5V avec une résistance de 1k Ω , de façon à simuler la résistance de *pull up* du périphérique.

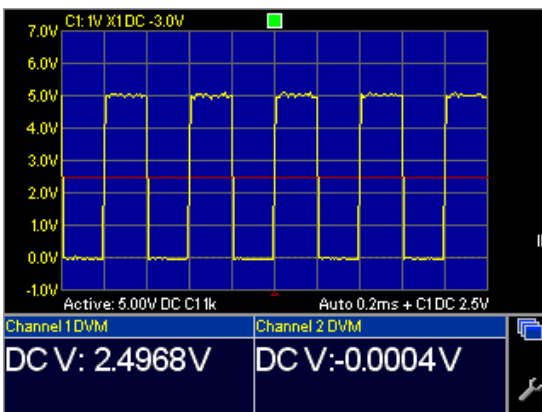


◀ La figure ci-contre représente le signal mesuré sur la sortie du *driver* en panne, présentant un défaut de type circuit ouvert. La tension est forcée à 5V par la résistance de la source active ; et nous observons une ligne plate à 5V, ainsi qu'une mesure de tension DC de 5V (environ, soit 4,9030V).

sur la figure suivante, ► nous pouvons observer le signal mesuré sur la sortie du *driver* en panne, présentant un défaut de type court-circuit. Ce défaut maintient un 0V malgré le tirage au 5V via la résistance. La trace d'oscilloscope ainsi que la valeur affichée du voltmètre DC montrent clairement cette situation.



Sur la figure suivante, ► nous pouvons observer le signal mesuré sur la



◀ Pour finir, la figure suivante concerne une sortie de *driver* opérationnel : la fréquence de 2,5kHz attendue est visible ; la résistance de *pull up* permettant d'atteindre la tension de 5V programmée.

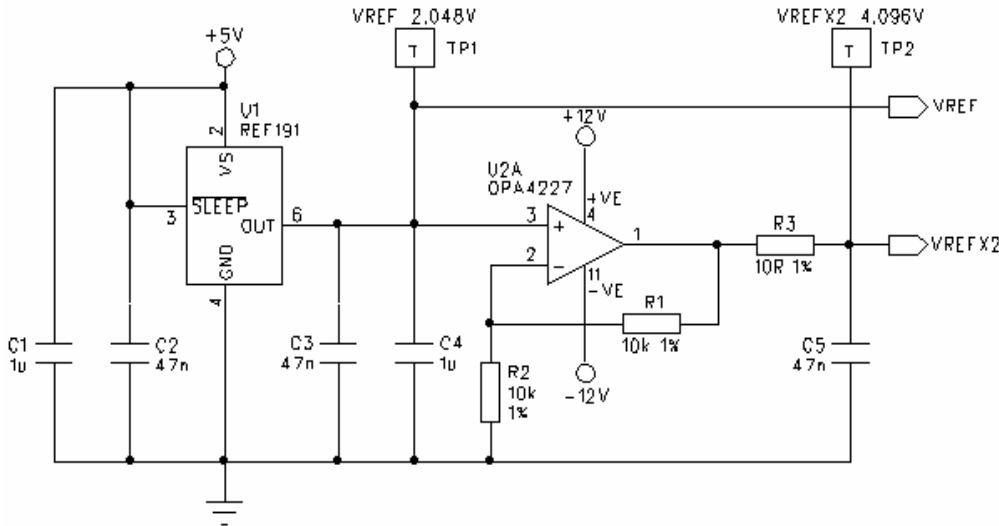
Le **Concept 4000M** exploite dans ce cas le mode **Actif** pour générer un *pull up*. La résistance peut être ajustée de 100Ω à 1MΩ par décades, et la tension jusqu'à 10V par pas de 0,1V. La carte exploite une technologie ECL ? ou met en oeuvre un protocole série exotique ? Pour ces cas, la tension de pull up peut descendre jusqu'à -10V ; permettant ainsi un *pull down*.

Par ses fonctionnalités intégrées, le **Concept 4000M** permet donc d'éviter le câblage de composants et montages externes dans ces situations.



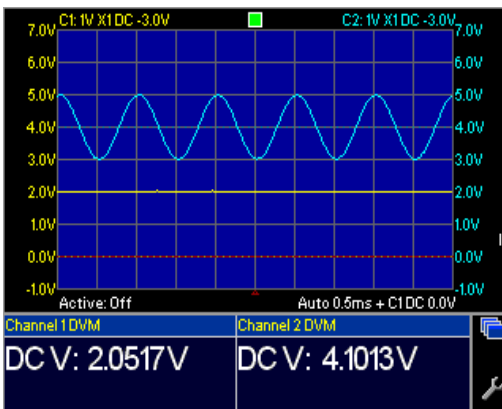
DC or not DC? - That is the question

Jetons un oeil sur ce montage analogique DC. Une référence de tension REF191 génère une tension de 2,048V, et un amplificateur opérationnel assure une multiplication par 2 de cette tension, pour générer 4,096V. Ces 2 tensions peuvent être mesurées sur les points test TP1 et TP2.



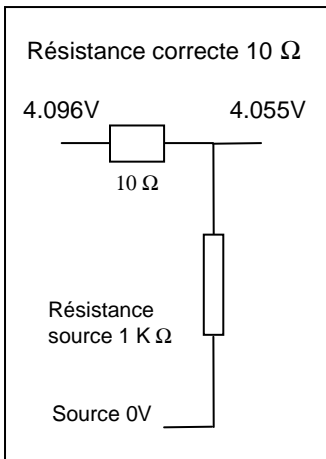
Un voltmètre numérique fournit une mesure correcte de 2,052V (comprise dans l'intervalle de tolérance) au point test TP1, mais manifeste un comportement étrange au point test TP2 : il indique une valeur instable de 4,1V environ (variation rapide sur 2 digits). Que se passe-t-il ?

Utilisons le **Concept 4000M** en mode Standard. La voie 1 du multimètre (trace en bas de l'écran) indique une valeur de 2,051V en TP1. La trace de la voie 2 montre quant à elle un signal oscillant en TP2 (trace en haut de l'écran). Le mystère s'éclaircit : l'amplificateur opérationnel U2 est instable. Le voltmètre indique la tension moyenne, dont la valeur est correcte, d'un signal oscillant mis en évidence par l'oscilloscope.



◀ La figure ci-contre représente l'écran du **Concept 4000M** ! Celui qui a réalisé cette carte a un souci ! La résistance R3 isole le condensateur C5 de la sortie de l'amplificateur opérationnel, cependant R3 a une valeur de 1Ω au lieu de 10Ω, et la présence de C5 entraîne une instabilité. Ceci est un problème fréquent dans un montage DC qui montre l'insuffisance d'une simple mesure au voltmètre : son indication doit être complétée par une trace d'oscilloscope. Le **Concept 4000M** réalise ces mesures simultanées sur chaque voie !

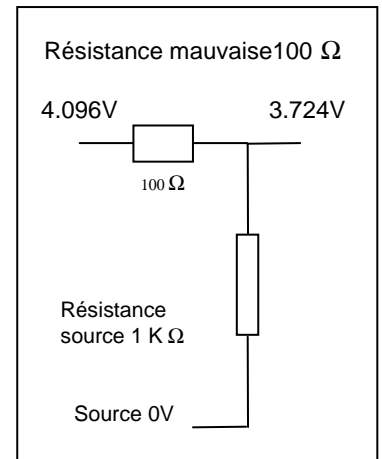
Allons plus loin. Supposons que R3 ait une valeur de 100Ω au lieu de 10Ω Le multimètre indiquerait toujours une valeur correcte (dépendant de la charge sur VREFX2), bien que la carte présente un défaut ! Comment mettre en évidence cette situation à l'aide du **Concept 4000M** ?



Facile ! Utilisons le mode **Actif** pour mesurer le point test TP2. Fixons la tension source à 0V et la résistance à 1k Ω .

◀ Sur une carte correcte, équipée d'une résistance de 10 Ω , la tension de sortie nominale de 4,096V est faiblement atténuée par la résistance de 1k Ω , conduisant à une valeur mesurée de 4,055V.

Dans le cas où une résistance de 100 Ω est implantée, la tension est ramenée à 3,724V, sensiblement inférieure à la tension nominale attendue. ▶



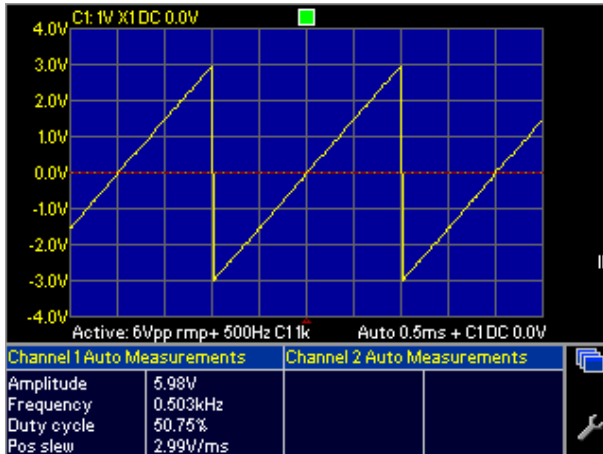
Cet exemple illustre encore une fois l'intérêt du **Concept 4000M**. Avec 1 mesure sur 1 point test, nous avons diagnostiqué une valeur erronée de résistance et/ou un amplificateur opérationnel instable. A l'aide d'un oscilloscope traditionnel, insuffisamment précis pour des mesures en DC, l'utilisation d'un voltmètre complémentaire aurait été nécessaire. D'un autre côté, l'utilisation d'un voltmètre DC seul n'aurait pas mis en évidence l'oscillation. La détection du défaut sur la résistance aurait nécessité la mise hors tension de la carte et l'utilisation d'un ohmmètre.

A vous de choisir : soit vous effectuez 3 mesures à l'aide de 2 instruments, avec mise sous et hors tension de la carte, soit vous effectuez 1 seule mesure avec le **Concept 4000M**.



Appelons le KGB (Known Good Board)

Notre métier est le test de cartes. Nous observons un signal sur une carte, et devons décider s'il est correct. Pour cela, nous activons l'affichage de mesures automatiques.



◀ Sur la figure ci-contre, nous visualisons un signal périodique en rampe, et avons sélectionné les mesures d'amplitude, fréquence, rapport cyclique, temps de montée. L'écran indique donc :

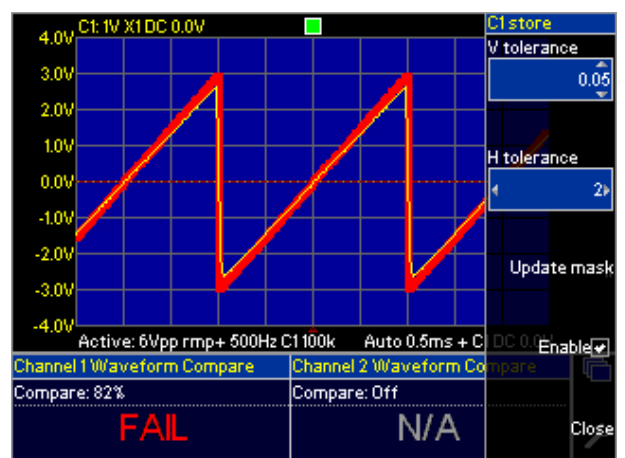
- Amplitude : 5,98V
- Fréquence : 503Hz
- Rapport cyclique : 50,75%
- Pente de montée : 2,99V/ms

Nous pouvons alors comparer les valeurs mesurées ci-dessus aux valeurs normales attendues pour confirmer la conformité du signal. C'est une méthode de test fiable et sophistiquée, mais qui demande du temps pour les réglages et l'analyse des résultats.

Y a-t-il une manière d'opérer plus rapide ? vous l'avez deviné : oui, bien sûr ! C'est ici qu'apparaît le **KGB**. **KGB** est un sigle anglais qui signifie **Known Good Board**, ou **'Carte Bonne Connue'** en français. **KGB** est également une technique rapide et très efficace de test. Si nous disposons d'une carte bonne (en bon état de fonctionnement), nous pouvons comparer les signaux de la carte suspecte ou en panne à ceux de la carte bonne utilisée en référence. Le **Concept 4000M** réalise cette comparaison et affiche directement le résultat **BON** ou **MAUVAIS**.

Sur la figure de droite, nous avons mémorisé le signal de la ► carte bonne (en rouge), le signal réel de la carte suspecte sur la voie 1 est représenté en jaune. Le **Concept 4000M** construit un gabarit à l'aide du signal de référence et de tolérances horizontale verticale (voir menu sur partie droite de l'écran). Il compare simultanément les 2 formes d'onde. Dans le cas représenté sur la figure, le pourcentage de similitude est de 82% (82% des points du signal réel sont dans le gabarit de référence), et le résultat est déclaré **MAUVAIS**. On constate effectivement que l'amplitude du signal réel est légèrement inférieure à celle du signal de référence.

Cette fonction automatique de comparaison apporte une méthode de test évitant toute incertitude de lecture ou erreur d'interprétation.





◀ Outre la possibilité d'une comparaison d'un signal réel à un signal mémorisé, nous pouvons également comparer directement les voies 1 et 2 en mode **Comparaison immédiate**. Dans ce cas, le **Concept 4000M** suppose que la voie 1 (trace du haut sur la figure ci-contre) correspond au signal de référence (**KGB**). Le signal de cette voie associé aux paramètres de tolérance permet d'établir un gabarit qui est comparé à celui de la voie 2 (trace du bas). Notons que sur la figure, la tolérance verticale (tension) est importante, alors que la tolérance horizontale (temps) est faible. Cette configuration de test correspond à un cas où l'amplitude du signal n'est pas critique alors que la fréquence est primordiale.

En résumé, le **Concept 4000M** intègre des fonctions de mesure avancées en tension (amplitude, moyenne, efficace, dépassement, ...) et en temps (période, fréquence, temps de montée, ...) très utiles pour l'analyse des signaux. Toutefois, pour des tests de cartes, les fonctions de comparaison permettent l'obtention immédiate de résultats **BON** ou **MAUVAIS**.

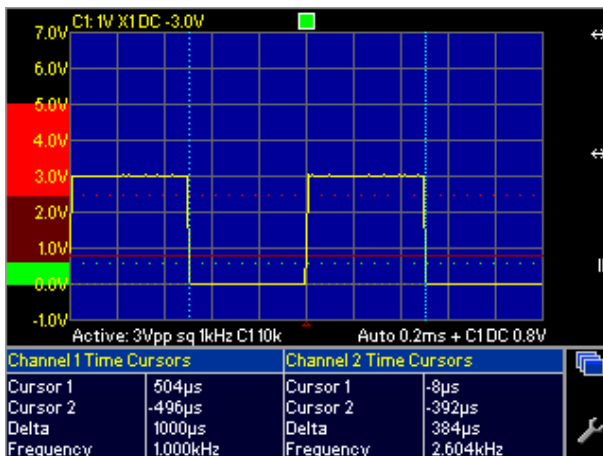
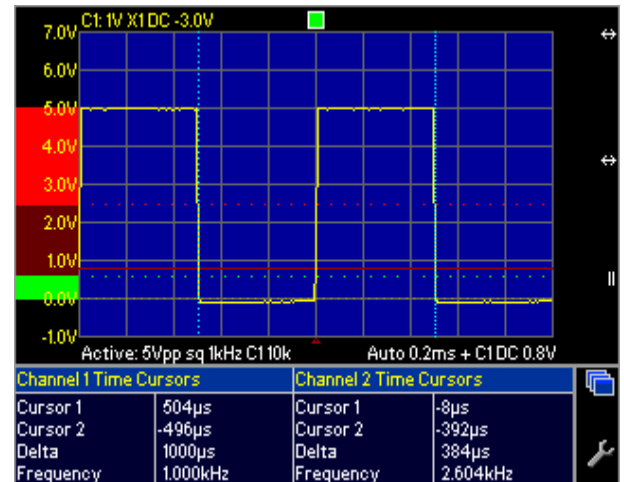


Eviter les zones interdites

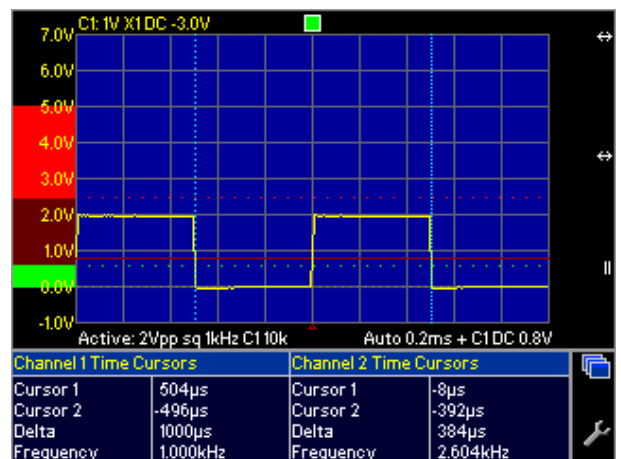
Pour les circuits logiques, un symptôme très courant pour détecter une panne est d'obtenir un signal qui ne correspond pas à un niveau logique correct. C'était facile lorsque tous les signaux étaient de type TTL, avec des alimentations en 5Volts. Maintenant, de nombreux standards logiques existent, même sur une seule carte. Ce type de symptôme est dès lors plus difficile à exploiter. Pour cela, le **Concept 4000M** visualise des seuils logiques ajustables, de façon à vérifier la validité des états logiques en fonction de la technologie utilisée.

Sur la figure ci-contre, la fonction d'affichage des seuils logiques est activée. Nous avons défini un état haut à partir de 2,4V, et un état bas à partir de 0,6V. Sur l'axe vertical, un bar-graphe indique les plages de tension correspondant à l'état haut (rouge) et à l'état bas (vert). La plage intermédiaire est une *zone interdite*, dans laquelle la présence d'un niveau signale une panne. Ce cas correspond à la technologie logique CMOS 5V bien connue. Nous constatons la présence de niveaux logiques haut et bas corrects.

Nous avons également utilisé les curseurs verticaux pour mesurer la période du signal. Les résultats indiqués sous le tracé de la courbe indiquent le temps entre chaque curseur et le *trigger*, le temps séparant les curseurs 'écart' (delta), et la fréquence correspondante '1/écart' (1/delta).



Sur cette autre figure, laquelle indique des seuils identiques au cas précédent, nous observons un signal logique 3V. Nous constatons que ce signal est valide en regard des seuils configurés. Pour un système exploitant simultanément les technologies 3V et 5V, ce signal est compatible aux 2 technologies et pourra être trouvée à l'interface des 2 types de circuits intégrés présents sur la carte.



Sur la troisième figure, un signal invalide est tracé. L'état logique haut se situe à 2V environ, situé clairement dans la *zone interdite*. La cause de ce niveau non valide peut être multiple : surcharge sur une sortie, conflit de bus par porte 3 états, circuit intégré défectueux, ...

Le bar-graphe des seuils logiques apporte une vision claire des niveaux valides et invalides, et conduit à une détection rapide des pannes. Toutefois, l'intérêt de ces seuils ne se limite pas aux états logiques. Nous pouvons également les utiliser pour définir des amplitudes de mesure : un signal compris dans la zone intermédiaire pourra être considéré comme correct, et



incorrect dans les zones haute et basse. Les seuils peuvent être ajustés entre -12V et +12V, et peuvent donc être établis pour des technologies non standard (RS232).

Et beaucoup d'autres choses !

Nous avons déjà présenté de nombreuses possibilités, mais il en existe de nombreuses autres ! Nous en évoquons rapidement quelques unes :

Présence de surchauffe

Le test de cartes sous tension n'est pas toujours possible. En cas de court-circuit ou de sortie surchargée, une mise sous tension peut entraîner une surcharge de l'alimentation et une détérioration de composants. Dans ce cas, le test *V/I* est la solution ! Le test *V/I* injecte un signal AC contrôlé via une source ajustable (tension et impédance) sur le point test courant. La courbe $I=f(V)$ est tracée sur l'écran. La forme de cette courbe constitue une signature caractéristique du point test. La comparaison de cette signature à un *KGB* est une méthode extrêmement fiable de détection et localisation de défaut sur une carte. Les fonctions de mémorisation du *Concept 4000M* peuvent être utilisées pour le test *V/I*.

J'ai une crampe !

Le test d'une carte ou d'un composant comportant de nombreux points test nécessite de nombreuses prises de mesure et s'avère fatiguant. La fonction *Multivoies* permet d'acquérir jusqu'à 40 signaux simultanément par un câble dédié et l'usage d'un multiplexeur intégré. Les signaux acquis sont mémorisés et peuvent être visualisés et traités en différé. Une grande variété de clips est disponible, et la confection de câbles spécifiques permet de se raccorder aux interfaces les plus spécifiques. Notons également qu'un mode *Séparé* décompose les 40 voies en 2 groupes de 20 voies : un groupe raccordé sur une carte bonne (*KGB*), l'autre groupe raccordé sur la carte à tester, une comparaison immédiate des 2 groupes permet d'aboutir au résultat *BON* ou *MAUVAIS*.

Disposer d'une vue logique des choses

Nous travaillons sur un circuit mixte, combinant des signaux analogiques et numériques : un convertisseur numérique - analogique série (DAC). Les signaux d'entrée sont de type logique, et la sortie est une tension analogique. Nous désirons valider la bonne relation entre les signaux d'entrée en série et la sortie du convertisseur. Avec la fonction *Analyseur logique*, nous pouvons observer jusqu'à 4 signaux logiques en plus des 2 voies analogiques, sur la même base de temps. 6 signaux sont alors représentés sur l'écran, les états des signaux logiques étant définis en fonction de seuils ajustables.

Les dérives et les signaux

Le *Concept 4000M* assure la visualisation d'événements rapides, jusqu'à 100MHz, dans leurs moindres détails. Cependant, tous les phénomènes ne sont pas aussi rapides ! Pour des circuits DC de précision, des effets thermiques sont souvent l'origine de dérives lentes de tension. Dans ces cas, l'intérêt de fonctions complémentaires du voltmètre numérique apparaît : outre



la mesure de tension, le voltmètre calcule également le maximum, le minimum et la moyenne de la tension. Ces critères statistiques sont initialisés lors d'un changement d'échelle, et indiquent sans ambiguïté le comportement d'une carte ou d'un composant depuis sa mise sous tension jusqu'à la mise en température nominale.

Injection d'un signal

Une technique classique de recherche de panne consiste à injecter un signal connu, via un générateur de signaux ou de fonction, puis à suivre l'évolution de ce signal à l'aide d'un oscilloscope jusqu'à localiser le point où un caractère anormal apparaît. Avec le **Concept 4000M**, aucun instrument supplémentaire n'est nécessaire : le mode **AC Actif** permet de configurer le générateur de fonction interne (forme d'ondes : sinus, triangle, rampe, carré, tension jusqu'à 50V crête-crête). Nous pouvons ainsi injecter un signal à l'aide d'une voie ; et suivre son évolution sur la carte à l'aide de la seconde voie. La disponibilité des fonctions utiles au sein d'un même équipement évite les pertes de temps de mise en œuvre, de raccordement, ...

Le Concept 4000M, oscilloscope actif de précision

Le **Concept 4000M** fait exactement ce qu'il indique sur son écran.

Précision : voltmètre DC précis à 0,1% : bien au-delà des précisions annoncées par les oscilloscopes conventionnels

Actif : générateur de tension AC et DC exploité pour : injection de signaux, source programmable, décalage et pull up

Oscilloscope : 100MHz DSO, 2 voies plus trigger externe, toutes les fonctions nécessaires et utiles disponibles

