

# LeCroy

Recherche de défauts sur circuits logiques à l'aide d'oscilloscopes numériques



Avec la constante évolution industrielle, les ingénieurs d'études doivent aujourd'hui caractériser en permanence de nouvelles technologies utilisant des logiques de plus en plus rapides et beaucoup plus complexes qu'auparavant.

Dans l'industrie des ordinateurs, des systèmes de communication, et autres secteurs des technologies numériques, un large éventail de mesures est requis pour assurer une fiabilité accrue des équipements.

Les familles logiques actuelles permettent de construire des flux de données particulièrement sophistiqués, avec des transitions rapides sur des débits totalement indépendants. Ainsi, ces conditions de fonctionnement spécifiques lancent de nouveaux défis de mesures, particulièrement bien résolus par un oscilloscope numérique. Pour aider l'ingénieur à aborder ces problèmes complexes, un choix important de conditions de déclenchement doit être disponible pour permettre la capture de l'événement unique que l'utilisateur veut analyser.

Un déclenchement sur trame doit être fourni afin de pouvoir visualiser des séquences logiques trop longues ou trop brèves. D'autre part, un déclenchement sur une condition d'exclusion, pré-définie sur une largeur, un intervalle de temps ou une trame doit permettre à l'instrument de mesure de déclencher uniquement dans le cas de fonctionnements anormaux.

Afin d'obtenir une meilleure vision sur la forme du signal, une fonction « Histicon », sorte de distribution histogramme des paramètres de mesures, permet à l'utilisateur d'évaluer très rapidement les composants clés du signal afin de trouver la source de la déformation dudit signal (ainsi révélée par une distribution non régulière).

Les possibilités multiples de déclenchement et de visualisation sur un oscilloscope numérique garantissent la mise à disposition d'outils quantitatifs simples pour pouvoir confirmer (ou infirmer) la qualité d'un signal. Ce qui est très difficile, voire subjectif, dans le cas où une seule visualisation du signal est réalisée.

Des fonctions mathématiques doivent permettre à l'utilisateur d'ajouter des mesures personnalisées ou des formes d'ondes références dans la chaîne de traitement de l'oscilloscope. L'oscilloscope numérique doit

être capable de dérouler un programme interne sans l'apport d'un ordinateur externe.

Les fonctions basiques de FFT ne sont plus suffisantes aujourd'hui pour analyser une forme d'onde. La formation de la moyenne dans les domaines du temps et de la fréquence permet d'éliminer le bruit aléatoire. Avec des mesures statistiques, l'oscilloscope permettra une meilleure analyse du comportement de l'équipement. Les fonctions d'auto-corrélation identifieront la source d'erreur.

Cet article explique la façon de tirer le meilleur parti de votre oscilloscope numérique :

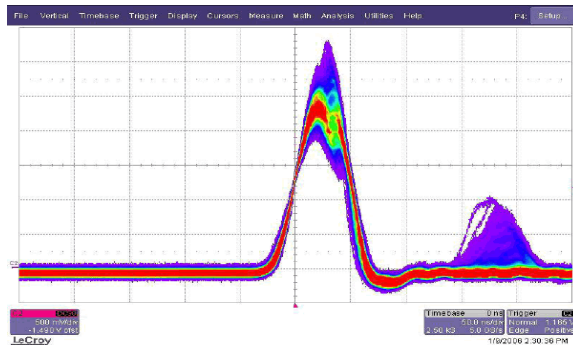
- Caractériser les instabilités du signal.
- Mesurer des faibles signaux en présence de bruit.
- Observer des perturbations récurrentes.
- Caractériser une série de salves.
- Localiser des incohérences de signaux dues à des parasites.
- Vérifier des séquences de transition dans des circuits logiques.
- Tester une séquence de mise sous tension.
- Analyser la cohérence de signaux de données et d'horloges
- Vérifier les données écrites sur un FPGA.

## Caractérisation des instabilités de signaux

Dans l'exemple suivant, l'impulsion semble avoir une amplitude plutôt instable. La base est constante, avec une forme et une amplitude qui varient en fonction du temps.

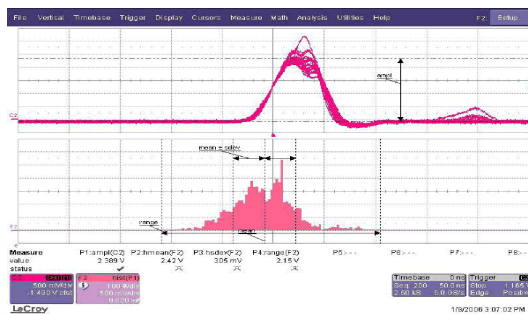
Une représentation fondamentale peut être un diagramme en chute d'eau, qui illustrera parfaitement l'évolution du signal dans le temps.

La figure 1 représente un autre moyen efficace pour examiner un signal instable en utilisant un mode de persistance grâce à un dégradé de couleurs. Ce dégradé est quantifié par le nombre de fois où le signal passe dans un certain gabarit. La couleur donne ainsi une troisième dimension à la mesure.



**Fig. 1 Mode de persistance grâce à un dégradé de couleurs, quantifié par le nombre de fois où le signal passe dans un certain gabarit**

Le même signal peut être visualisé en utilisant d'autres algorithmes de calcul. L'histogramme est une vue statistique de signaux acquis dans le domaine du temps. Ceci constitue un autre moyen puissant d'analyse des paramètres caractéristiques du signal en examinant leur distribution dans le temps.

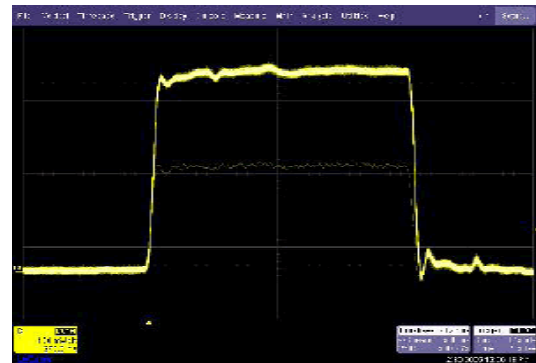


**Fig. 2 Histogramme : vue statistique de signaux acquis dans le domaine du temps.**

La figure 2 représente les valeurs minimum, maximum, la moyenne des paramètres sélectionnés ainsi que les valeurs et la forme de la distribution.

## Visualisation d'événements éphémères

Une toute nouvelle fonctionnalité dans les séries Waverunner Xi et WaveSurfer Xs de Lecroy, appelée Wavestream, permet de visualiser les signaux à l'écran comme sur un oscilloscope analogique, avec un contrôle d'intensité en face avant.



**Fig. 3 Visualiser les signaux à l'écran comme sur un oscilloscope analogique, avec un contrôle d'intensité en face avant.**

Comparée à d'autres technologies disponibles sur le marché, cette technologie ne limite pas la fréquence d'échantillonnage (10 Ge/s max) ; elle dispose d'une récurrence élevée de déclenchement et autorise un basculement aisé entre le mode temps réel et ce mode de visualisation. 256 niveaux d'intensité sont disponibles permettant une vue optimale des Runts, Glitches et autres anomalies.

Avec autant de souplesse de visualisation, la découverte de signaux éphémères devient une tâche particulièrement aisée.

## Observation d'un signal en présence de bruit

Un déclenchement stable, une profondeur mémoire suffisante et une fréquence d'échantillonnage ajustable sont des fondamentaux pour effectuer des mesures sur des signaux affectés par du bruit.

La méthode la plus classique pour réduire, voire éliminer le bruit, est celle du moyennage. Cette méthode peut conduire parfois à des résultats trompeurs si l'utilisateur ne prête pas attention aux spécifications du constructeur. En effet, sur certains oscilloscopes, lorsque la fonction moyennage est activée, la profondeur mémoire peut être réduite à 20 Kpoints et cela peut induire l'utilisateur en erreur.

Le rafraîchissement écran est rapide, le bruit est éliminé, mais malheureusement la forme du signal n'est plus respectée par manque de données lorsque les fonctions mathématiques sont appliquées.

## Observer des perturbations

Très souvent les signaux sont empreints de distorsions ou d'autres types d'interférences causées par un mauvais fonctionnement ou par un filtrage insuffisamment efficace.

Le passage du domaine du temps au domaine de la fréquence est un moyen simple et rapide pour identifier clairement les sources de perturbations.

Les oscilloscopes, là encore, doivent disposer d'un nombre suffisant de fonctionnalités de contrôle pour pouvoir obtenir la meilleure représentation dans le domaine de la fréquence.



**Fig. 4 La FFT (passage du domaine Temps au domaine Fréquence) est un moyen simple et rapide pour identifier clairement les sources de perturbations.**

Le calcul de la FFT impose d'avoir une fenêtre temporelle longue pour obtenir la meilleure résolution en fréquence. Les oscilloscopes numériques passent d'un domaine à l'autre très facilement et apportent au développeur le meilleur des deux représentations.

## Caractériser des séries de salves

Un déclenchement puissant et stable est essentiel pour pouvoir obtenir une représentation propre et nette à l'écran. En utilisant des méthodes classiques de mesures, les paramètres de largeur d'impulsion, d'amplitude et de temps sont automatiquement présentés à l'écran.

La plupart du temps, cela ne suffit cependant pas à la bonne compréhension du comportement de l'équipement.

Les histogrammes et diverses autres statistiques fournissent des informations

supplémentaires concernant l'évolution du signal lui-même.

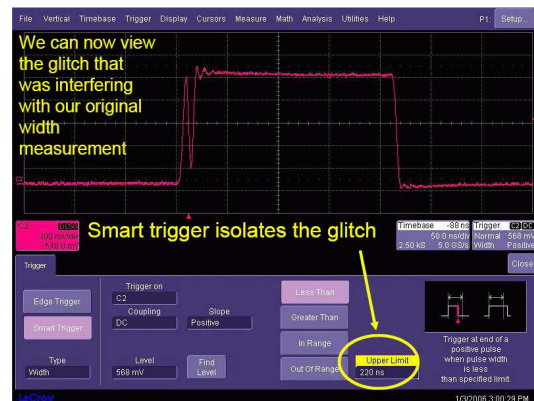
Il est évident que des curseurs sont également utilisés pour pouvoir réaliser aisément des mesures de la fréquence de récurrence de la salve.

## Localisation d'incohérence due aux parasites

Dans les circuits logiques modernes, les transitions rapides engendrent des phénomènes de même nature que ceux des lignes de transmission. En raison d'une mauvaise adaptation en bout de ligne ou des effets de diaphonie entre canaux adjacents, des parasites intempestifs apparaissent, appelés Glitch.

Par exemple, en effectuant une mesure de largeur d'impulsion, la fonction mathématique mettra en évidence que la valeur attendue est de l'ordre de 500 ns alors que la valeur minimum se révèle être de 200 ns, valeur très éloignée de la spécification.

En activant la fonction Wavestream disponible sur les oscilloscopes WaveRunner Xi et WaveSurfer Xs, une anomalie sera clairement identifiée et le Glitch sera parfaitement visualisé.



**Fig. 5 La fonction « Smart trigger » permet d'isoler le Glitch**

Grâce aux curseurs, l'utilisateur pourra même caractériser ce parasite.

De plus, avec la fonction SMART TRIGGER, le parasite deviendra la source de déclenchement elle-même et sera ainsi aisément affiché et analysé.

## Temps de transitions dans les circuits logiques

Dans les circuits logiques, les signaux sont cadencés et séquencés selon un certain ordre pour obtenir le fonctionnement optimum de l'équipement.

Temps d'établissement, temps de maintien, temps de propagation sont des mesures typiques à réaliser pour tester et diagnostiquer un circuit logique.

Les fonctions SMART TRIGGER sont cruciales pour l'utilisateur afin de pouvoir définir les conditions logiques vrai et/ou faux, compter l'occurrence de ces conditions sur des canaux multiples et ce en vue de quantifier en continu les valeurs bonnes et mauvaises.

## Séquence de mise sous tension

Une alimentation doit s'établir à une valeur de tension prédéfinie par une transition sans interruption.

Elle doit s'établir dans une fenêtre d'amplitude, considérée comme la bande de régulation au terme d'un temps maximum spécifié.

Là encore, l'oscilloscope numérique est l'outil indispensable pour fournir les informations utiles car il peut visualiser simultanément l'amplitude et le temps. Les curseurs temporels et d'amplitude apportent une facilité d'utilisation pour cette séquence d'événements simple mais primordiale.

## Cohérence de signaux de données et d'horloge

Bien que les « 0 » et les « 1 » soient les éléments fondamentaux des développements en logique, une mauvaise qualité du signal provoquera des interférences dans la transmission des signaux de données et d'horloge.

Avec un contrôle souple et sophistiqué de sa base de temps, un oscilloscope numérique pourra capturer à la fois aussi bien des événements de longues durées aperiodiques que des transitions excessivement rapides.

Grâce à l'utilisation de curseurs, l'utilisateur vérifiera aisément les conditions temporelles. En pratique, la pré-tension ainsi que la

surtension seront caractérisées par rapport aux valeurs de consigne.

## Ecriture de données dans un FPGA

Une fois que la séquence de mise sous tension est achevée, un oscilloscope est aussi capable de vérifier que le cycle d'écriture (WRITE) dans le FPGA est accompli dans le temps déterminé.

En utilisant les fonctions des paramètres liés aux cycles, l'oscilloscope comptera le nombre de cycles d'horloge effectué pour que les données puissent être écrites sur le FPGA.

D'autre part, la vitesse d'échantillonnage sera établie à une valeur faible afin d'acquérir une fenêtre temporelle longue. Là encore, les curseurs permettront de vérifier aisément les relations de temps entre chacun des événements.

## Conclusion

Les oscilloscopes numériques ne se différencient plus seulement par leur bande passante, leur vitesse d'échantillonnage et leur profondeur mémoire, mais aussi par leur capacité à fournir à l'utilisateur une aide supplémentaire à la localisation et à l'identification d'anomalies et de phénomènes, qui n'apparaissent que de façon éphémère.

Pour permettre à l'utilisateur de travailler plus rapidement et de pouvoir garantir un niveau de confiance élevé, l'oscilloscope numérique moderne est le meilleur outil pour dépanner les défauts vicieux souvent révélés dans des flux de données rapides.

Une grande variété de fonctionnalités est disponible sur un oscilloscope permettant de qualifier un signal instable ; ces fonctionnalités sont essentiellement basées sur la capture multiple du même signal, tout en utilisant une séquence de déclenchement subtile pour visualiser le signal utile dans le meilleur format.

Choisir un oscilloscope numérique à des fins de dépannage implique aussi d'examiner précisément les fonctions disponibles.

## **Biographie de l'auteur**

Dr Mike Lauterbach est ingénieur diplômé en Physique de l'université de Yale. Il travaille depuis plus de 20 ans chez LeCroy, débutant comme directeur des activités de développement. Il a publié plus de 30 articles sur l'utilisation des équipements de test numériques et présenté plus de 100 séminaires.

[www.lecroy.com](http://www.lecroy.com)