

L'impact du Temps Mort des Oscilloscopes Numériques sur Vos Mesures

Note d'Application

Produits:

- | R&S®RTO1012
- | R&S®RTO1014
- | R&S®RTO1022
- | R&S®RTO1024

Tous les oscilloscopes numériques sont temporairement aveugles durant leurs cycles d'acquisition. Durant cette période appelée temps aveugle (Blind Time) ou temps mort (Dead Time), l'utilisateur manquera des événements critiques sur le signal émit par son objet sous test. Ainsi, il est nécessaire de comprendre l'impact de ce temps mort sur la mesure.

Cette note d'application explique les raisons de ce temps mort et précise pourquoi une très haute vitesse d'acquisition est importante. En outre, elle explique les possibilités qu'offre l'oscilloscope R&S RTO et comment celles-ci peuvent apporter une analyse de mesure et de débogage plus rapide.

Table des matières

1	Qu'est-ce que le temps mort ?	3
1.1	L'architecture d'un oscilloscope numérique.....	3
1.2	Le temps mort – une caractéristique des oscilloscopes numériques....	4
2	Quel est l'impact du temps mort ?	6
2.1	Des signaux défectueux invisibles.....	7
2.2	L'impact du temps mort sur la mesure	8
2.3	Temps de test pour capturer des événements rares.....	10
3	Quelles sont actuellement les différentes solutions pour réduire le temps mort ?	12
3.1	"Single run" avec de la profondeur mémoire.....	12
3.2	Un trigger d'événements dédié.....	13
3.3	Des modes spéciaux d'acquisition	13
3.4	Une acquisition plus rapide sans mode spécial	13
4	L'approche de l'oscilloscope RTO	14
4.1	L'architecture du RTO: conçu pour un temps mort minimum	14
4.2	Un taux maximum d'acquisition d'un million de formes d'onde par seconde	16
4.3	Des résultats plus rapides avec des outils d'analyse grâce à un taux élevé d'acquisition	16
5	Conclusion	20
6	Littérature	21
7	Information complémentaire	21
8	Information Commerciale	21

1 Qu'est-ce que le temps mort ?

Certaines personnes se souviennent des premiers oscilloscopes numériques introduits au début des années 90. Ils représentaient une grande avancée technologique, mais aussi un bouleversement pour les utilisateurs. L'utilisation d'une technologie numérique offrait l'avantage d'un post-traitement des formes d'onde et le stockage permanent des données, mais cela au prix d'un ralentissement de l'affichage. Au fil du temps les oscilloscopes numériques ont proposés énormément d'améliorations et ont fini par supplanter très tôt les modèles analogiques.

Mais combien même pouvez-vous véritablement faire confiance à l'affichage de votre oscilloscope sur la représentation de votre signal ? Savez-vous qu'un oscilloscope est aveugle une grande partie du temps ? Et comment cela affecte votre capacité à déboguer des signaux défectueux lors de votre conception ?

1.1 L'architecture d'un oscilloscope numérique

Il est nécessaire de connaître l'architecture d'un oscilloscope numérique pour comprendre les raisons de cette période où le scope est aveugle. Les blocs typiques d'un oscilloscope numérique sont montrés Figure 1.

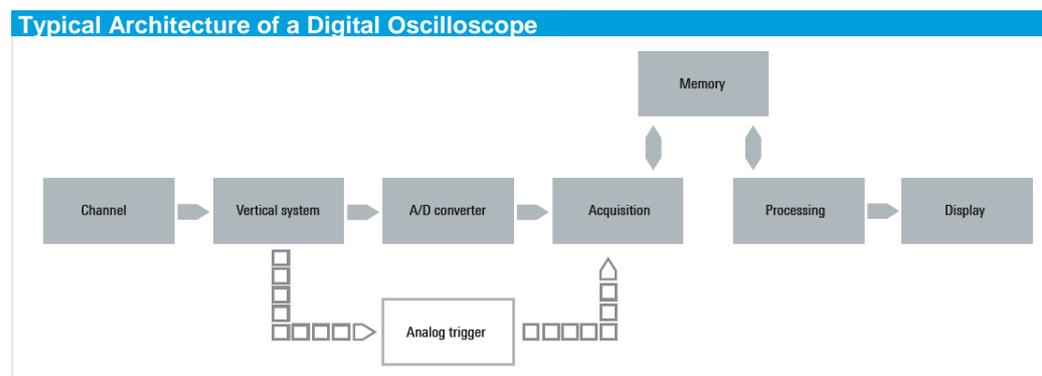


Figure 1: Schéma fonctionnel typique d'un oscilloscope numérique

Le signal de mesure entre dans l'oscilloscope via les canaux d'entrées puis est conditionné par des atténuateurs ou des amplificateurs dans le système vertical. Le convertisseur analogique-numérique (CAN) prélève le signal à intervalles réguliers et convertit les amplitudes respectives du signal en valeurs numériques discrètes appelées « points d'échantillons ». Le bloc d'acquisition remplit les fonctions de traitement telles que le filtrage et la décimation des échantillons. Les données traitées sont stockées dans la mémoire d'acquisition comme « échantillons de la forme d'onde ». Le nombre d'échantillons de la forme d'onde enregistré est lui défini par la « longueur d'enregistrement ».

Selon les besoins des utilisateurs, davantage de post-traitements peuvent être exécutés sur ces échantillons de forme d'onde. Les tâches de post-traitement incluent des fonctions arithmétiques comme l'établissement d'une moyenne, des opérations mathématiques comme le filtrage FIR (Filtre à réponse impulsionnelle), des mesures automatiques comme les temps de montée et de descente et des fonctions d'analyse comme l'histogramme ou le test de masque. D'autres exemples de post-traitement incluent le décodage de protocole de bus série, des analyses de variations (jitter) et des analyses de signaux vectoriels.

Pour un oscilloscope numérique il n'y a quasiment aucune limitation dans les étapes de transformations exécutées sur les échantillons de la forme d'onde. Selon l'architecture de l'oscilloscope, ces fonctions de post-traitement sont exécutées par logiciel via le processeur de l'instrument ou par le hardware avec des FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) ou des ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) dédiés. Les résultats finaux sont alors présentés à l'utilisateur sur l'écran de l'oscilloscope.

Une fois que ce cycle, de l'échantillonnage du signal jusqu'à son affichage est accompli, l'oscilloscope est prêt à acquérir une nouvelle forme d'onde.

1.2 Le temps mort, une caractéristique des oscilloscopes numériques

Les utilisateurs d'oscilloscopes analogiques sont habitués à voir presque tous les détails d'un signal affiché à l'écran. L'éclat des écrans à phosphore fournit une persistance naturelle qui est utilisée pour détecter rapidement les défauts du signal.

Tandis que les oscilloscopes analogiques doivent juste remettre à zéro le système horizontal pour le prochain balayage du faisceau d'électrons, les oscilloscopes numériques dépensent la majeure partie de leur cycle d'acquisition au post-traitement des échantillons de la forme d'onde [1]. Pendant cette durée de traitement, l'oscilloscope numérique est aveugle et ne peut pas surveiller le signal de mesure. Par conséquent seulement de très brèves parties du signal sont observées avec les oscilloscopes numériques. Bien que beaucoup d'utilisateurs d'oscilloscopes numériques ne se rendent pas compte du fait que l'oscilloscope est le plus souvent aveugle, cette caractéristique a un impact significatif sur la quantité de détails détectés et finalement affichés.

Définition du cycle d'acquisition, du taux d'acquisition et du rapport de temps mort

La Figure 2 montre un exemple d'un cycle d'acquisition d'une forme d'onde. Le cycle d'acquisition se compose d'une période d'acquisition active et d'une période aveugle appelée temps mort. Pendant la période d'acquisition active l'oscilloscope acquiert les points d'échantillons définis de la forme d'onde et les écrit dans la mémoire d'acquisition. Le période de temps mort d'une acquisition se compose d'une période fixe et d'une période variable. La partie fixe est déterminée par l'architecture propre à l'instrument. La partie variable dépend du temps requis au traitement en fonction du nombre d'échantillons de la forme d'onde (longueur d'enregistrement et nombre de voies actives) et du nombre de fonctions de post-traitement actives (interpolation, fonctions mathématiques, mesures, analyses...). Dans une étape finale au cours de la période de temps mort un moteur graphique prépare les échantillons de la forme d'onde pour l'affichage et l'oscilloscope réarme son déclenchement (trigger) en vue d'une nouvelle acquisition.

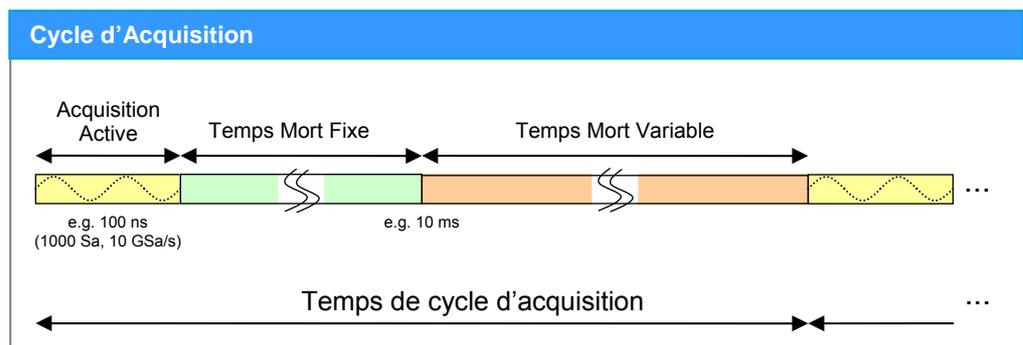


Figure 2: Cycle d'acquisition et d'analyse d'un oscilloscope numérique.

Le rapport entre la période d'acquisition active et le temps mort est une caractéristique importante d'un oscilloscope numérique. Il peut être défini comme rapport de temps mort (blind time ratio) [Equation 1] ou taux d'acquisition de forme d'onde (acquisition rate) [Equation 2].

$$\text{Equation 1: } \textit{blind_time_ratio} = \frac{\textit{blind_time}}{\textit{acquisition_cycle_time}}$$

$$\text{Equation 2: } \textit{acquisition_rate} = \frac{1}{\textit{acquisition_cycle_time}}$$

Par exemple, si la période d'acquisition active est de 100 ns et le temps mort de 10 ms alors le cycle total d'acquisition est de 10.0001 ms. Ces résultats donnent un rapport de temps mort de 99.999% et un taux d'acquisition de moins que 100 formes d'onde par seconde.

Une grande quantité de données – le défi de la puissance de traitement

Une réaction normale serait de dire « Construisons un oscilloscope numérique plus rapide avec une puissance de traitement améliorée et une architecture à grande vitesse parallélisant les étapes ».

Cependant, une telle solution exigerait des capacités de traitement massives. Par exemple, un oscilloscope numérique avec un Convertisseur A/N de 8 bits à 10 Géchs produit 80 Gbits de données continues qui doivent être traitées et affichées chaque seconde. De plus, le filtrage DSP, les opérations arithmétiques, les fonctions d'analyse et les mesures sont souvent appliqués aux échantillons ce qui nécessite une puissance de traitement supplémentaire. Un traitement temps réel sans temps mort n'est actuellement pas faisable pour un oscilloscope numérique dans un environnement de laboratoire. Cependant, un temps mort le plus court possible est toujours une demande des ingénieurs qui ne veulent pas manquer les détails critiques du signal. Cela exige un très grand nombre de formes d'ondes à acquérir pour obtenir des résultats d'analyses fiables.

Mesure de la période de temps mort de mon oscilloscope

Il y a diverses manières d'évaluer le taux réel d'acquisition de forme d'onde et la période de temps mort correspondante d'un oscilloscope numérique. Puisque le taux d'acquisition de forme d'onde peut varier en fonction de la configuration de l'instrument, l'évaluation doit être réalisée dans le cadre de conditions de mesures courantes.

Certains oscilloscopes offrent un compteur d'acquisition, d'autres ont un affichage direct de la vitesse d'acquisition. Une autre possibilité serait de contrôler la sortie de déclenchement de l'oscilloscope. Chaque front montant représentant une nouvelle acquisition.

Il faut juste s'assurer que la source du signal contient les événements de déclenchement disponibles et qu'ils se produisent plus fréquemment que le taux d'acquisition attendu. Autrement, les résultats de mesure ne montreront pas la véritable performance de l'oscilloscope.

2 Quel est l'impact du temps mort ?

Après la Section 1 qui couvrait les bases de l'existence du temps mort, la question alors est : Comment le temps mort affecte-t-il les mesures de l'oscilloscope ?

L'utilisateur d'un oscilloscope met toute sa confiance dans la fiabilité des signaux affichés. Cela exige donc une vraie représentation temporelle et en amplitude tout comme d'une complète surveillance du signal dans le temps.

2.1 Des signaux défectueux invisibles

Dans un scénario de test typique, l'utilisateur effectue une série de mesures pour tenter de déterminer la cause du comportement d'un système défectueux. Un autre scénario serait que l'utilisateur essaye de prouver le fonctionnement sans défaut durant de nombreuses périodes d'affichage de son signal. La bonne approche pour ce genre d'applications est d'utiliser un déclenchement standard d'événement tel que sur un front « edge » et de permettre au mode « persistance » de contrôler les changements du signal dans le temps, Figure 4. Ce mode peut être utilisé pour accentuer les événements rares du signal avec différentes luminosités ou différentes couleurs. Ainsi l'utilisateur connaît la forme du signal défectueux et peut relancer une acquisition avec un trigger plus approprié tel qu'un glitch ou un runt amplitude. Cette approche en deux étapes est seulement possible si le comportement du signal est répétitif. Déceler un seul événement inconnu n'est pas possible.

Cependant, la Figure 3 prouve que certains événements du signal se produisant pendant le temps mort ne seront pas capturés et par conséquent ne seront pas affichés. Ces événements restent invisibles pour l'utilisateur. L'unique chance de détecter ces défauts et qu'ils se répètent régulièrement dans le temps. Avec de longues périodes d'observation, la probabilité augmente que le comportement du signal défectueux coïncidera alors avec la période d'acquisition active de l'oscilloscope.

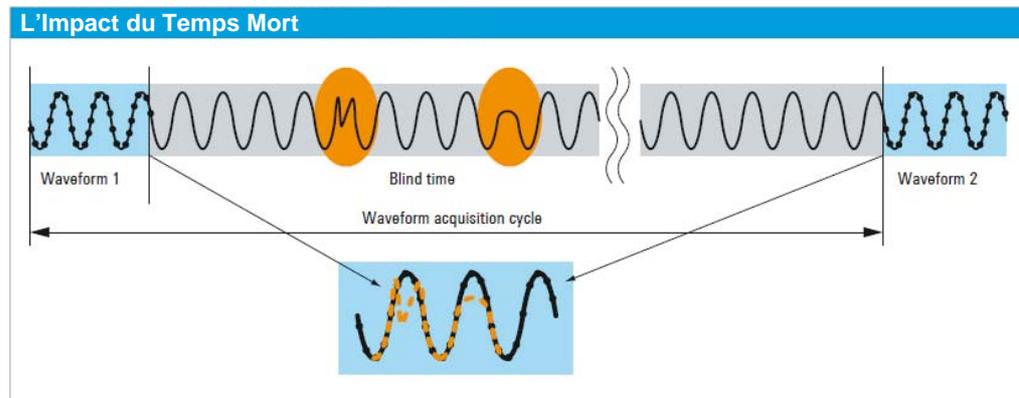


Figure 3: Les événements se produisant pendant le temps mort des oscilloscopes numériques restent invisibles pour l'utilisateur

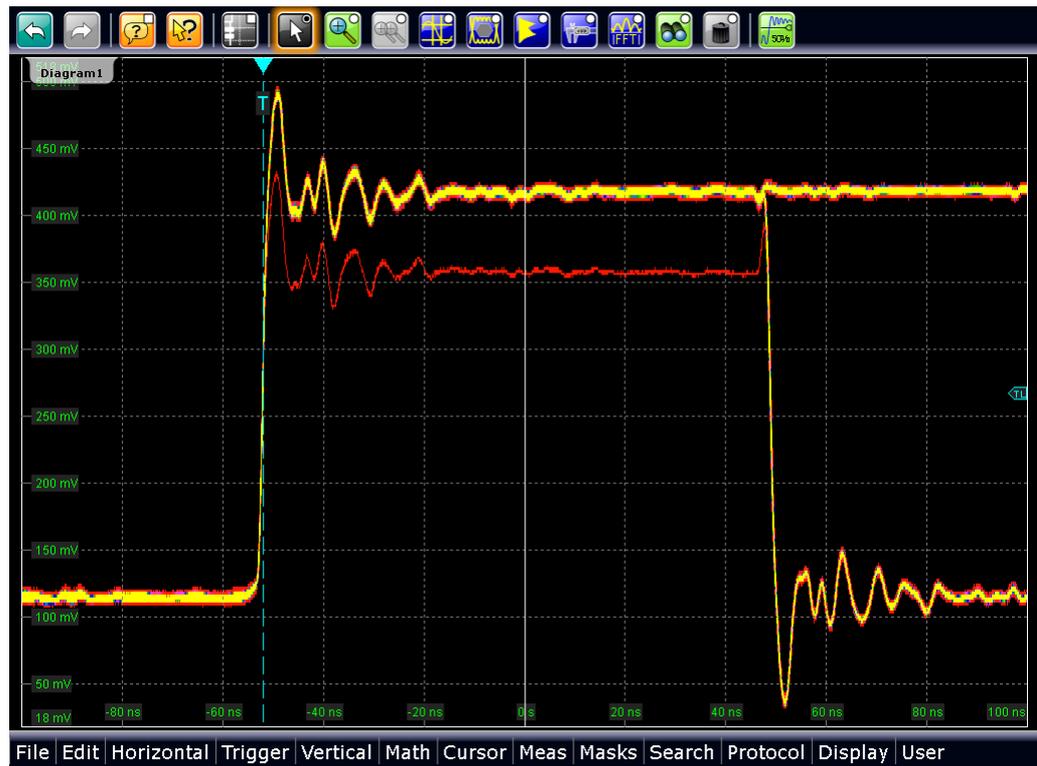


Figure 4: Avec une vue persistante, les rares comportements du signal sont accentués.

2.2 L'impact du temps mort sur la mesure

L'utilisateur d'oscilloscopes numériques doit être conscient que son instrument de mesure observe seulement des fractions du signal. La section suivante examine quelques cas où le temps mort impacte les résultats de mesure.

Réceptivité de l'instrument

Le problème le plus évident avec le temps mort est la réceptivité de l'instrument. Les utilisateurs d'oscilloscopes, le plus souvent, augmenteront la base de temps afin d'améliorer la probabilité de capturer un événement furtif. Ce point ne sera pas si évident, mais augmenter la base de temps peut effectivement réduire le rapport du temps mort. Malheureusement, une période d'enregistrement plus longue a pour conséquence une vitesse d'acquisition réduite et un rafraîchissement de la forme d'onde plus lent.

Ceci peut devenir tout à fait frustrant quand les configurations de l'instrument doivent être modifiées au cours d'un mode de balayage continu. Après chaque changement de configuration qui exige une nouvelle acquisition, l'utilisateur doit faire une pause et attendre que le résultat de ce changement apparaisse à l'écran.

Détection des rares défauts du signal

Le temps mort a un énorme impact sur le processus de débogage quand de rares événements ont besoin d'être trouvés et analysés. Comme présenté préalablement, les défauts du signal peuvent uniquement être affichés quand ils se produisent durant la période active du cycle d'acquisition (Figure 3). Pour un oscilloscope numérique type, la période d'acquisition active est bien inférieure à 1%. L'utilisateur par conséquent dépend des conditions de répétition du signal et des longues périodes d'attente. Eventuellement, la période d'acquisition active de l'oscilloscope coïncidera avec l'anomalie du signal. Un temps mort plus court permettra une détection plus rapide d'un signal en défaut. Une présentation plus détaillée de l'impact du temps de test sur un signal défectueux suivra chapitre 2.3.

Confiance dans les résultats d'analyse

Les fonctions d'analyses telles que les mesures de test de masques (Figure 5), d'histogrammes et de FFT ont besoin d'un temps de traitement supplémentaire et par conséquent allonge la période de temps mort de chaque cycle d'acquisition. Plus la longueur d'enregistrement de la forme d'onde est longue plus la situation devient mauvaise. Plusieurs de ces fonctions d'analyse caractérisent le comportement statistique et les limites du signal à tester. Un plus longue période de temps mort sera en contradiction avec l'obligation de collecter un grand nombre de formes d'onde afin d'obtenir des résultats avec un niveau de confiance élevé. Un long temps mort a donc un impact direct sur le temps de test total.

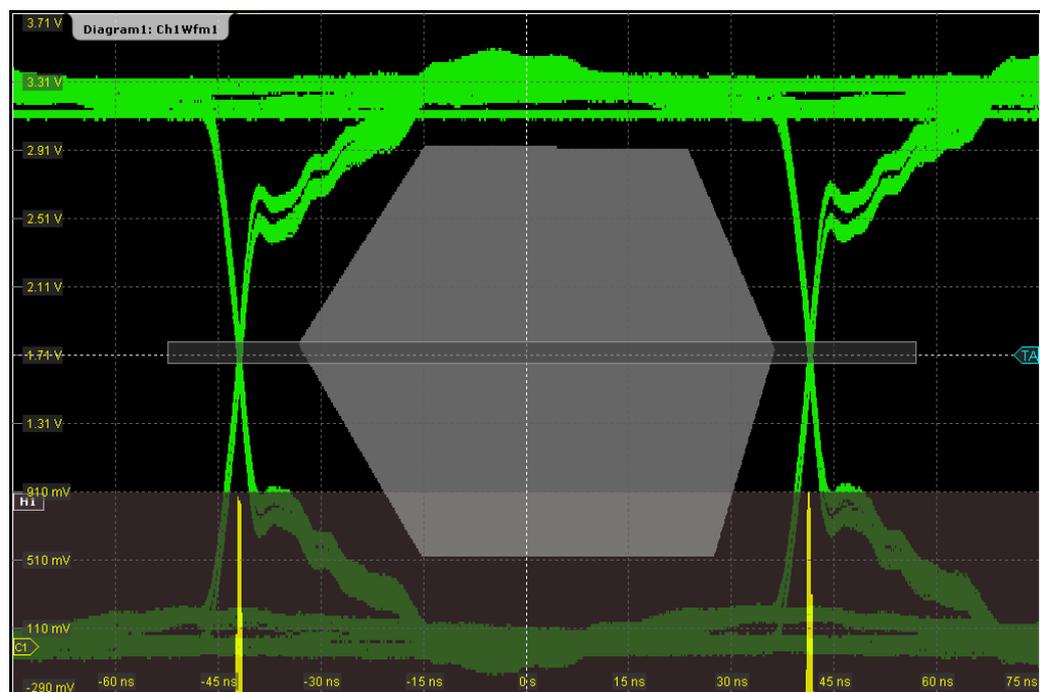


Figure 5: Afin de vérifier les spécifications de la couche physique, le test de Masque ou l'Histogramme nécessitent d'acquérir un grand nombre de formes d'ondes pour obtenir statistiquement des résultats fiables.

Taux d'acquisition réduit pour les fonctions mathématiques, les curseurs ou les zooms

D'autres opérations de post-traitement telles que les calculs mathématiques, les mesures par curseurs et les zooms demandent des temps de traitements supplémentaires. Une fois celles-ci activées, le taux d'acquisition de l'oscilloscope numérique est réduit sensiblement. Dans un temps fixe d'observation donné, peu de détails sont inclus dans l'analyse et présentés à l'affichage.

2.3 Temps de Test pour capturer des événements rares

Comme décrit dans la partie 2.1, un oscilloscope numérique capture seulement une petite partie du signal de test et par conséquent manque les détails du signal qui se produisent au cours de la période de temps mort (figure 3). En supposant que les signaux manqués se répètent avec le temps, des statistiques peuvent être employées pour calculer le temps moyen requis pour capturer et visualiser de tels événements du signal. Le temps nécessaire pour capturer ces événements sporadiques est présenté dans la partie suivante.

Calcul statistique du temps de test pour capturer les rares défauts du signal

Pour un temps d'acquisition donné (c'est à dire : nombre d'échantillons * résolution, ou 10 * échelle de temps), un taux d'acquisition donné et un taux d'événement donné du signal (ex : taux de répétition d'un problème « Glitch »), la probabilité d'attraper et d'afficher le défaut du signal s'améliore avec l'augmentation du temps de mesure selon l'équation suivante :

$$\text{Equation 3: } P = 100 - 100 * (1 - \text{GlitchRate} * T)^{\text{AcqRate} * t_{\text{measure}}}$$

P: probabilité de capturer un défaut rare répétitif du signal [%]

GlitchRate: Taux de répétition du problème (ex : répétition du glitch) [1/s]

T: Période d'acquisition active ou période d'affichage de la forme d'onde (Longueur d'enregistrement / vitesse d'échantillonnage, ou Longueur d'enregistrement * Résolution, ou 10 * Echelle de temps par div) [s]

AcqRate: Taux d'acquisition [wfms / s]

t_{measure}: Temps de mesure [s]

Afin de calculer le temps de mesure nécessaire pour une certaine probabilité, l'équation suivante s'applique :

$$\text{Equation 4: } t_{\text{measure}} = \frac{\log\left(1 - \frac{P}{100}\right)}{\text{AcqRate} * \log(1 - \text{GlitchRate} * T)}$$

Exemple de temps de test nécessaire pour visualiser le défaut d'un signal

Supposons un signal avec une erreur qui se répète 10 fois par seconde. Le signal est un signal de données qui est affiché sur l'oscilloscope avec une échelle de temps de 10 ns/div. En ayant un écran avec 10 divisions horizontales, une période d'acquisition active de 100 ns peut être calculée. Pour s'assurer d'un haut niveau de confiance pour capturer le défaut du signal désiré, une probabilité de 99,9% est appliquée.

Le temps de test nécessaire dépend maintenant de la vitesse d'acquisition de l'oscilloscope. La table suivante montre le temps de test nécessaire pour différentes vitesses d'acquisition de formes d'onde.

Taux d'Acquisition	Temps de Test
100 wfms /s	19 heures: 11 min : 08 s
10.000 wfms /s	11 min : 31 s
100.000 wfms /s	1 min : 09 s
1.000.000 wfms/s	7 s

Table 1: Temps de Test moyen pour capturer le défaut répété d'un signal avec une probabilité de 99.9% (T=100 ns, GlitchRate=10/s)

Exemple de probabilité pour visualiser le défaut d'un signal

Le graphique suivant, Figure 6, montre l'implication du temps de test nécessaire pour un signal avec 10 défauts par seconde. Avec un taux d'acquisition plus élevé, la probabilité est clairement plus grande de déceler le défaut d'un signal dans un temps plus court.

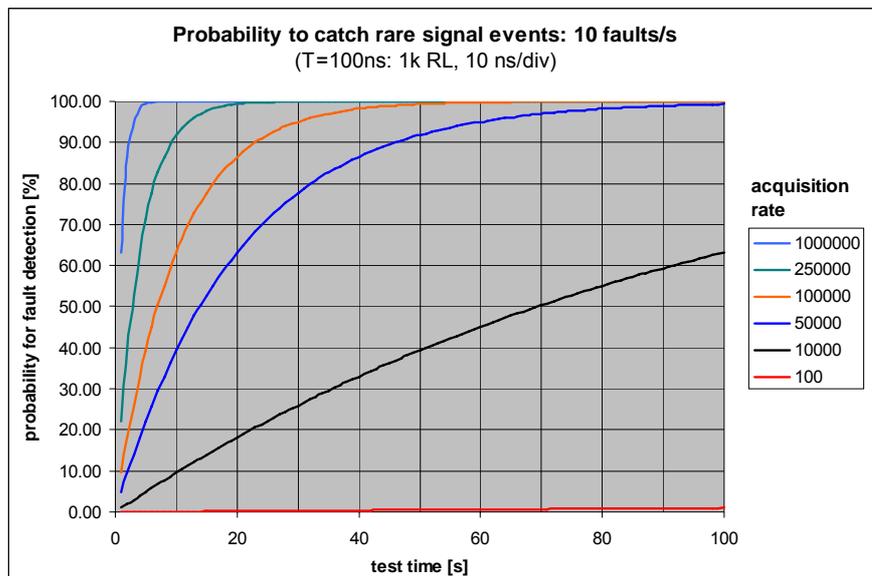


Figure 6: Probabilité du temps nécessaire pour détecter un rare défaut du signal qui se reproduit 10 fois par seconde en fonction de la vitesse d'acquisition de formes d'onde de l'oscilloscope.

3 Quelles sont actuellement les différentes solutions pour réduire le temps mort ?

La longue période aveugle (temps mort) des oscilloscopes numériques limite la visibilité du signal de test. Différentes stratégies ont été développées pour répondre à ce problème architectural.

3.1 Un "Single run" avec de la profondeur mémoire

Une seule acquisition de forme d'onde peut être capturée sur une séquence continue du signal. Le post-traitement se produit après qu'un seul balayage « single run » soit exécuté, et donc, n'interrompt pas la séquence du signal. Le temps maximum de l'acquisition active dépend de la fréquence d'échantillonnage et de la taille mémoire d'acquisition de l'oscilloscope. Avec une taille mémoire typique de 10 millions d'échantillons et une fréquence de 10 Géc/s, un enregistrement continu de 1 ms est possible. Même avec des profondeurs mémoires de 100 Méchantillons, une période d'observation continue de seulement 10 ms est possible à cette vitesse d'échantillonnage. Dans la table 2 quelques exemples de durée de capture maximum sont donnés en fonction de la fréquence d'échantillonnage et de la taille mémoire.

Durée de capture			
Taille mémoire \ Fréquence d'échantillonnage	10 Méch.	50 Méch.	100 Méch.
10 Géc./s	1 ms	5 ms	10 ms
5 Géc./s	2 ms	10 ms	20 ms
1 Géc./s	10 ms	50 ms	100 ms
500 Méch./s	20 ms	100 ms	200 ms
100 Méch./s	100 ms	500 ms	1.000 ms
10 Méch./s	1.000 ms	5.000 ms	10.000 ms

Table 2: La durée maximum de capture dépend de la fréquence d'échantillonnage et de la taille mémoire d'acquisition



Précision

Une période d'observation raisonnable pour contrôler un signal avec un comportement défectueux inconnu n'est souvent pas possible avec cette approche. Même dans ces cas si l'événement défectueux est capturé avec succès, il peut être très difficile, sinon impossible, de l'identifier sur l'écran en raison du trop grand nombre de données présentées.

3.2 Un trigger d'événements dédié

Dans les années 1940 le système de déclenchement (trigger) a été inventé afin d'obtenir un affichage stable de la forme d'onde. Le premier trigger pour un oscilloscope analogique fut le « edge ». Les oscilloscopes numériques modernes fournissent une variété de trigger pour aider à concentrer l'acquisition sur le comportement spécifique du signal. Ex : glitch width, runt amplitudes ou rise time.



Précision

Les triggers dédiés peuvent aider à isoler les défauts d'un signal, mais le défi est de savoir quel trigger est nécessaire. Pendant le processus de débogage le comportement du défaut est au départ inconnu. Mais si on considère que certains oscilloscopes proposent une routine pour suggérer un trigger, une interaction manuelle reste requise pour décider si le trigger proposé est applicable.

3.3 Des modes spéciaux d'acquisitions

Pour réduire le temps mort certains oscilloscopes supportent des modes spéciaux d'acquisition. Dans de tels modes, la disponibilité des fonctions de post-traitement est limitée afin de réduire le temps mort et accélérer le taux d'acquisition de forme d'onde. D'autres approches utilisent des voies de traitement dédiées qui contournent les blocs d'acquisition et de traitements standards et se concentrent uniquement sur l'affichage rapide des pixels de la forme d'onde.

Le but de ces modes spéciaux d'acquisition est de contrôler le signal et d'accentuer le comportement inhabituel du signal avec des dégradés spécifiques de couleurs (mode persistance). Cependant, les très hautes vitesses d'acquisition de ces modes d'acquisition spéciaux ont un coût. Limiter des fonctions comme ne plus avoir accès à l'outil de mesure, le contrôle limité de l'oscilloscope ou ne plus être capable de sauvegarder les données de la forme d'onde en sont quelques exemples.



Précision

L'utilisation de ces modes d'acquisition spéciaux nécessite une approche en deux étapes. Tout d'abord l'utilisateur essaye de visualiser le comportement critique du signal. Dans un deuxième temps un trigger dédié est utilisé pour capturer l'événement critique. Par conséquent le comportement du signal analysé de la deuxième étape diffère du comportement du signal lors de l'étape de surveillance initiale. De plus, peu, voire aucune fonction d'analyse n'est disponible avec de tels modes de visualisations rapides. Les tâches de traitement en combinaison avec le mode standard reste consommateur de temps.

3.4 Une acquisition plus rapide sans mode spécial

La meilleure solution est d'accélérer l'acquisition et le traitement de telle manière que le temps mort en mode d'opération standard de l'oscilloscope soit réduit nettement. Les avantages d'un temps mort court sont alors combinés avec toutes les fonctions et les capacités d'analyse de l'oscilloscope. La plupart des oscilloscopes traditionnels fonctionnent avec une vitesse d'acquisition inférieure à 100 formes d'onde/s.

**Précision**

Certains oscilloscopes de l'entrée de gamme au milieu de gamme, ≤ 1 GHz de bande passante atteignent des hautes vitesses d'acquisition telle que ≤ 50.000 formes d'onde/s à une fréquence maximum de 5 Géch/s ou ≤ 95.000 formes d'onde/s à une fréquence de 2 Géch/s. Jusqu'à présent aucune solution adéquate n'est disponible pour les instruments à plus haute fréquence d'échantillonnage pour la classe ≥ 1 GHz.

4 L'approche de l'oscilloscope R&S®RTO

La conception de l'oscilloscope numérique R&S®RTO vise une période minimum de temps mort en mode d'acquisition standard. La suite présente en détails l'architecture du R&S RTO et ses avantages.

4.1 L'architecture du RTO: conçu pour un temps mort minimum

Les articles des chapitres 1 et 2 montraient que les causes qui contribuent au temps mort sont le traitement des données et la préparation de l'affichage. Par conséquent l'architecture du RTO se concentre sur l'optimisation des voies de traitement et les tâches du contrôleur graphique.

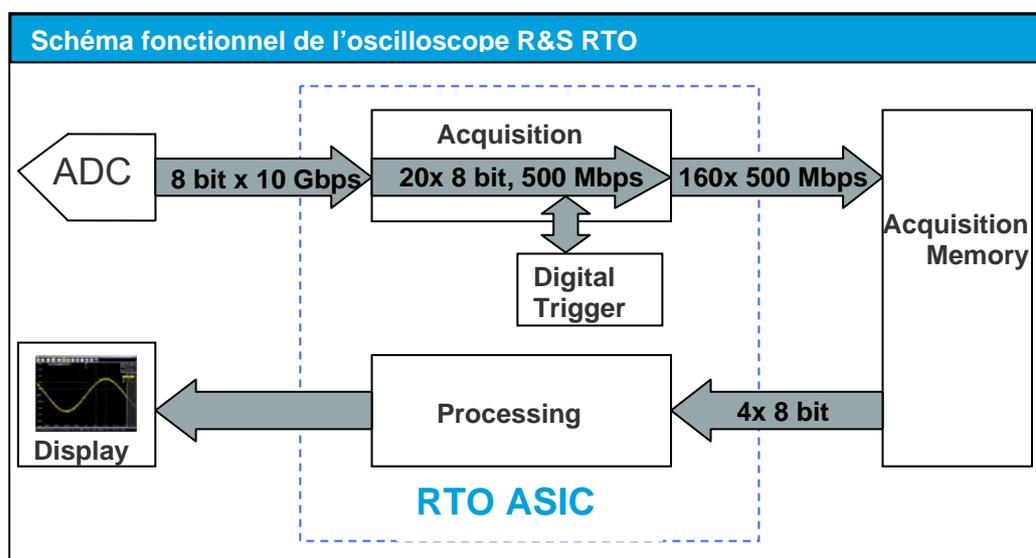


Figure 7: L'architecture de l'oscilloscope RTO réduit au minimum le temps mort

La Figure 7 illustre les voies de traitement de l'oscilloscope R&S RTO qui sont implémentées dans un ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) dédié. Il est crucial pour les oscilloscopes numériques qu'ils écrivent les échantillons depuis le Convertisseur A/N vers la mémoire d'acquisition en temps réel. La différence entre certains modèles d'oscilloscope est alors liée aux capacités de traitement qui peuvent être ajoutées à cette voie en temps réel.

Le bloc d'acquisition du RTO, par exemple, inclut des possibilités automatisées, des filtres DSP et des fonctions mathématiques de combinateur de canal (somme, différence, inverse) dans la voie en temps réel. Le bloc de décimation qui est aussi compris peut même produire jusqu'à trois formes d'onde basées sur différentes opérations de décimation en parallèle (Sample, HighRes, PeakDetect, RMS).

La clé pour maintenir un flux élevé de données est d'utiliser un traitement parallèle massif. Le convertisseur 8 bits à 10 Géch/s du RTO sort 80 Gbits de données qui ont besoin d'être traitées chaque seconde. Dans le bloc d'acquisition ces données sont traitées par 20 voies parallèles.

La voie d'acquisition entre la mémoire d'acquisition et l'affichage se compose de plusieurs voies (jusqu'à quatre). Ainsi, des périodes de temps mort très courtes sont atteintes même avec les options de traitement des formes d'onde actives (interpolation, math, etc.). Le RTO exécute les principales fonctions de mesure et de traitements des formes d'onde dans son ASIC dédié. A la différence de solutions basées sur du logiciel, aucun accès au CPU relatif au transfert de données n'est exigé.

Avec cette architecture, la voie de traitement après la mémoire d'acquisition est disponible pour atteindre une capacité de transfert de 1/5 de la voie temps réelle face à la mémoire d'acquisition. Ceci traduit une période d'acquisition active de 20%. Cette manipulation des données est ramenée à 10% dans l'instrument réel en opérant à une fréquence d'échantillonnage maximum de 10 Gsample/s. Cela est très élevé pour un oscilloscope numérique. L'autre solution la plus rapide peut seulement fournir une période d'acquisition active de 0.5% à une fréquence de 10 Gsample/s, en utilisant un mode spécial d'affichage rapide. Pour le RTO aucun tel compromis n'est nécessaire. D'autres oscilloscopes numériques traitent le signal bien plus lentement avec une acquisition active plutôt inférieure à 0.01%.

De plus, l'oscilloscope RTO inclut un système de déclenchement numérique en temps réel. L'approche traditionnelle est d'utiliser une voie de déclenchement séparée qui est implémentée avec des circuits analogiques. Dans ce cas, les deux voies (acquisition et déclenchement) doivent être parfaitement alignées pour minimiser la variation du déclenchement. Cela demande souvent des techniques de post-traitement pour réduire cet effet de variation à un niveau acceptable. Dans le RTO les voies d'acquisition et de déclenchement sont les mêmes et par conséquent déjà alignées. Ceci permet simultanément un déclenchement en temps réel, une faible variation du déclenchement et un taux élevé d'acquisition.

La touche finale pour des taux élevés d'acquisition dans un oscilloscope numérique est l'affichage graphique des formes d'onde. L'ASIC du RTO inclut donc également des moteurs graphiques dédiés qui préparent la représentation des pixels accumulés des formes d'onde. Afin de s'adapter au flux élevé de données de l'ASIC, le RTO utilise plusieurs moteurs graphiques avec une approche entrelacée.

4.2 Un taux maximum d'acquisition de 1 Million de formes d'onde par seconde

L'intégration de multiples voies de traitement à haute vitesse, le déclenchement numérique, les moteurs graphiques et un contrôleur sophistiqué de mémoire dans un seul ASIC (Figure 7) a pour conséquence des périodes aveugles les plus courtes et des taux d'acquisition les plus élevés. Les oscilloscopes R&S RTO acquièrent, traitent et montrent 1 million de formes d'onde par seconde tout en capturant une longueur de l'enregistrement de 1000 échantillons à une fréquence de 10 Géc/s.



Figure 8: L'ASIC du RTO assure un temps mort très court avec l'intégration d'un traitement de très haut niveau

Comme présenté dans le chapitre 1.2, le taux d'acquisition dépend des paramètres et des fonctions de traitement appliquées.

La figure 9 montre comment le taux d'acquisition du RTO se comporte en fonction de l'échelle de temps et de la longueur d'enregistrement. La présentation du chapitre 1.2 montrait que le taux d'acquisition de forme d'onde diminue avec une longueur d'enregistrement de forme d'onde plus longue. Ceci se produit parce qu'une période d'acquisition active plus longue produit un plus long cycle d'acquisition total. Le pourcentage de temps mort, cependant demeure stable avec le RTO pour différentes échelles de temps tout en maintenant une résolution constante.

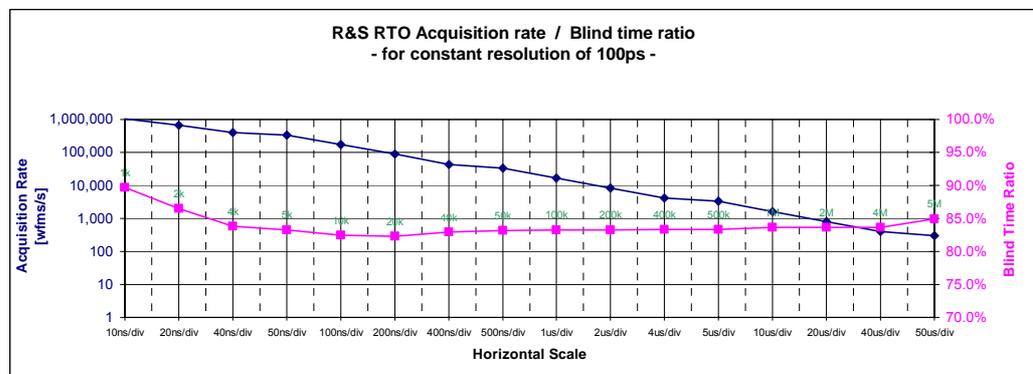


Figure 9: R&S RTO: Rapport entre Taux d'acquisition & Temps mort pour une résolution constante

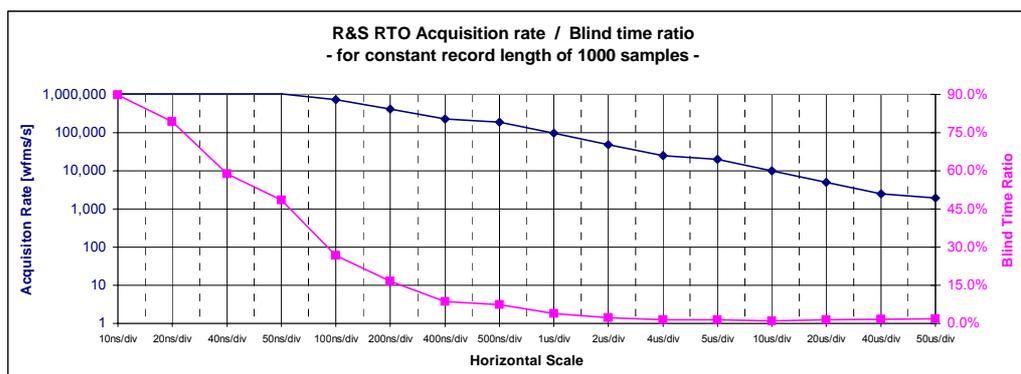


Figure 10: R&S RTO: Rapport entre Taux d'acquisition & Temps mort pour une longueur d'enregistrement constante

Un point important pour la détection rapide de signaux défectueux est montré Figure 10 et Table 3. Pour une longueur d'enregistrement constante le pourcentage de temps mort des oscilloscopes RTO diminue avec des taux d'échantillonnage plus lents et permet une observation active plus fréquente du signal.



Conseil d'application

Autant que possible commencer avec un taux d'échantillonnage réduit pour détecter un signal défectueux rare. A un taux d'échantillonnage bas, un faible pourcentage de temps mort s'applique ce qui permet une meilleure couverture du signal.

La raison de ce comportement est que le même nombre d'échantillons à une faible échelle de temps correspond à une plus longue période d'acquisition active tandis que le temps de traitement reste constant.

Fréquence d'échantillonnage	Echelle de Temps	Taux d'Acquisition	Temps Mort
10 Géch/s	10 ns/div	1.020.000 wfms/s	90%
5 Géch/s	20 ns/div	1.020.000 wfms/s	79%
2 Géch/s	50 ns/div	950.000 wfms/s	52%
1 Géch/s	100 ns/div	707.000 wfms/s	29%
100 Méch/s	1 µs/div	92.000 wfms/s	8%
10 Méch/s	10 µs/div	9.500 wfms/s	5%

Table 3: Pour une longueur d'enregistrement constante le pourcentage de temps mort se réduit avec de plus lente fréquence d'échantillonnage : Exemple de mesure pour l'oscilloscope RTO (1 canal, 1000 échantillons, mode point « dot »)

4.3 Des résultats plus rapides même avec des outils d'analyse grâce au taux élevé d'acquisition

Un autre avantage existe si des taux élevés d'acquisition et des périodes courtes de temps mort peuvent être maintenus en combinaison avec des fonctions d'analyse. Plus il y a de formes d'onde dans l'analyse, plus haut sera le niveau de confiance statistique des résultats. Avec un taux élevé d'acquisition le nombre de formes d'onde nécessaire est acquis plus rapidement et la probabilité de détecter des défauts sur le signal et de les analyser augmente.

Dans le RTO les fonctions d'analyse les plus importantes sont implémentées dans l'ASIC. En raison des voies de traitement multiples le temps mort est très court quand ces fonctions d'analyse sont actives. Le tableau 4 donne une vue d'ensemble des taux d'acquisition maximum que le RTO réalise pour quelques fonctions spécifiques d'analyse. Avec des outils d'analyse activés les oscilloscopes conventionnels atteignent des taux d'acquisition maximum de 100 à 1000 formes d'onde par seconde.

Fonctions d'analyse	Taux d'acquisition max.
Aucune	> 1.000.000 wfms/s
Histogramme	> 1.000.000 wfms/s
Test de Masque	> 600.000 wfms/s
Mesure par curseurs	> 1.000.000 wfms/s
Zoom	> 500.000 wfms/s

Table 4: Taux d'acquisition maximum du RTO avec des fonctions d'analyse actives

La Figure 11 montre un exemple d'analyse par histogramme appliqué aux formes d'onde acquises. Grâce à un taux élevé d'acquisition le RTO peut générer dans un temps très court des histogrammes sur un grand nombre de formes d'onde. Ceci est crucial pour avoir des résultats statistiques dignes de confiance. Cet exemple a été réalisé avec un taux de plus d'un million de forme d'onde par seconde.

La Figure 12 montre un autre exemple de taux élevé d'acquisition du RTO combiné avec une fonction d'analyse. Le RTO réalise des mesures de test de masque avec un haut niveau de confiance toutes les secondes. Dans cet exemple, 6 millions de formes d'onde sont capturés en 10 secondes. Le taux d'acquisition pendant le test de masque dépasse les 600.000 formes d'onde par seconde.

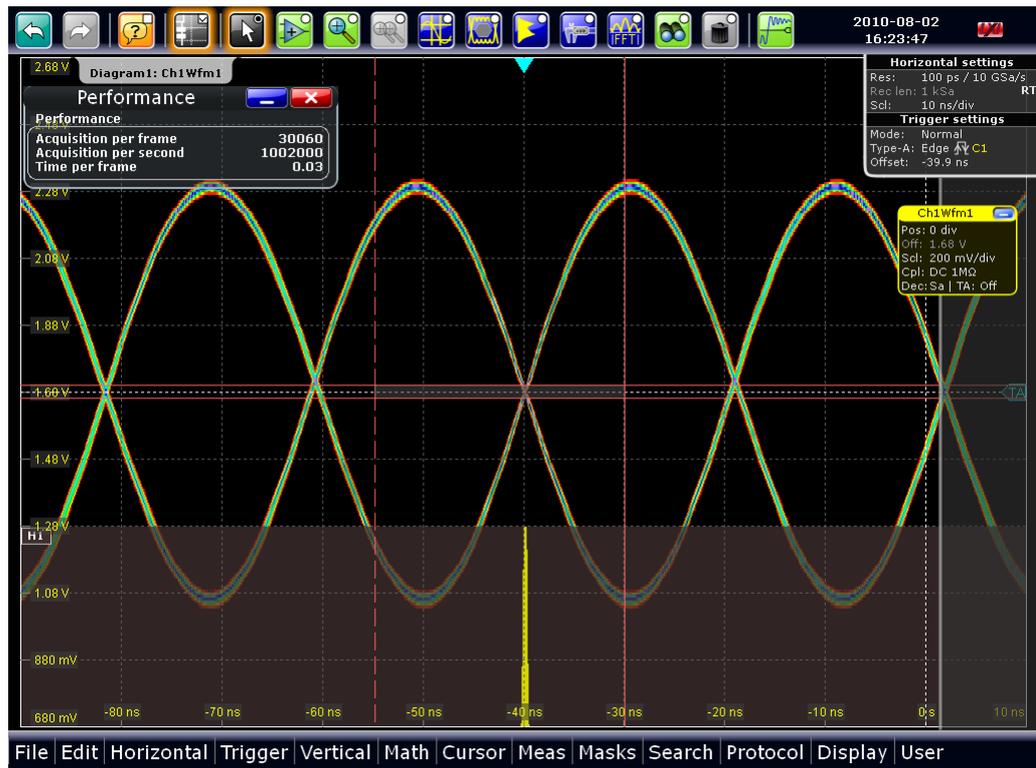


Figure 11: Le taux d'acquisition reste élevé même avec l'animation d'une mesure d'histogramme

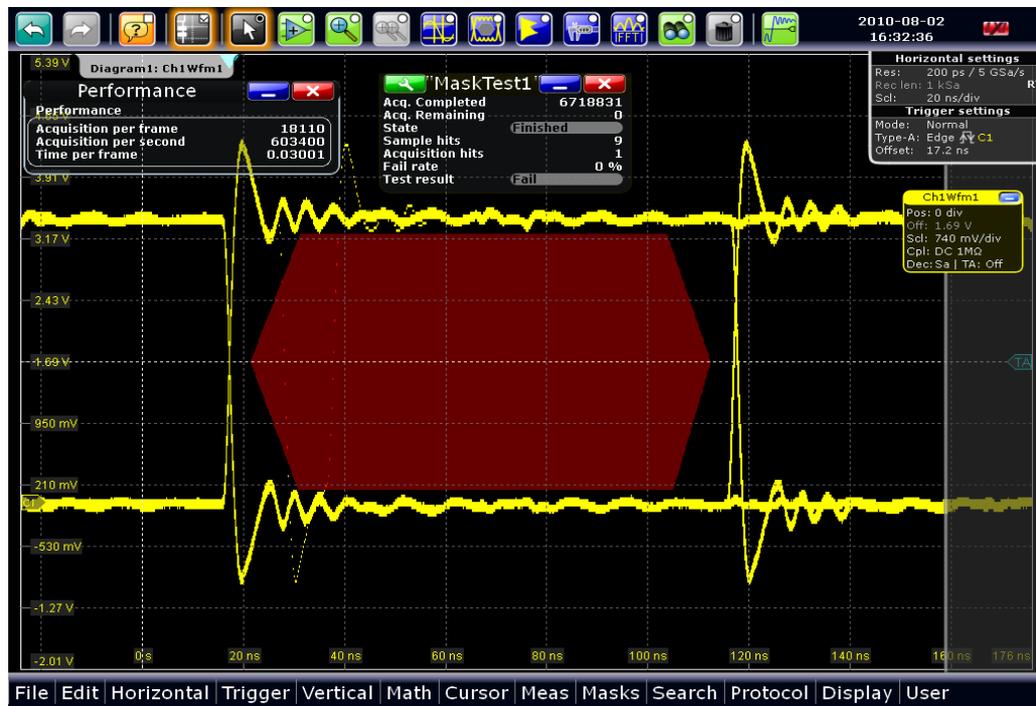


Figure 12: Résultats d'un test de masque rapide avec un haut niveau de confiance dû au nombre élevé de formes d'onde : Le RTO exécute ce test avec plus de 600.000 formes d'onde par seconde.

5 Conclusion

Tous les oscilloscopes numériques sont temporairement aveugles ce qui influe sur le niveau de confiance des détails du signal affiché et les résultats de mesure et d'analyse.

L'oscilloscope R&S RTO réduit énormément le temps mort grâce à son architecture et l'intégration en dur d'un haut niveau d'acquisition et de fonctions de traitement.

En outre il offre un nouveau niveau de capacité de débogage car le taux d'acquisition maintient un haut niveau d'exécution des tâches de mesure et d'analyse.

Les avantages d'un haut niveau d'acquisition et les perspectives de faibles périodes de temps mort offrent :

- | Une détection rapide des rares signaux en défaut.
- | Une bonne réceptivité de l'instrument même avec un remplissage important de la mémoire et des fonctions de mesure en service.
- | Des résultats de mesure avec un haut niveau de confiance statistique.
- | La diminution du temps de test global pour des tâches de débogage et de mesure.

Ces avantages combinés avec les autres caractéristiques exceptionnelles comme de déclenchement numérique, la dynamique élevée (nombre de bits effectifs) et l'interface utilisateur intuitive font de l'oscilloscope R&S RTO un outil de choix pour les travaux de développement actuels et futurs.

6 Littérature

- [1] Hickmann, I.: Digital Oscilloscopes, Newnes, 2001
- [2] R&S®RTO Digital Oscilloscope, Product Brochure
- [3] R&S®RTO Digital Oscilloscope, Operation Manual

7 Information Supplémentaire

Cette Note d'application peut être soumise à des améliorations et compléments d'information ultérieurs. Consultez [notre site](#) pour télécharger les nouvelles versions. Envoyer vos commentaires et suggestions à propos de cette Note d'Application à : TM-Applications@rohde-schwarz.com.

8 Information Commerciale

Nom	Type	Référence
Base unit (included accessories: per channel: 500 MHz passive voltage probe (10:1), accessory pouch, Quick-start manual, CD with manual, power cord)		
Digital Oscilloscopes		
1 GHz, 10 GSample/s, 20/40 MSample, 2 channels	R&S®RTO1012	1304.6002.12
1 GHz, 10 GSample/s, 20/80 MSample, 4 channels	R&S®RTO1014	1304.6002.14
2 GHz, 10 GSample/s, 20/40 MSample, 2 channels	R&S®RTO1022	1304.6002.22
2 GHz, 10 GSample/s, 20/80 MSample, 4 channels	R&S®RTO1024	1304.6002.24

Merci de contacter votre représentant Rohde & Schwarz local pour toute demande.

About Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz is an independent group of companies specializing in electronics. It is a leading supplier of solutions in the fields of test and measurement, broadcasting, radiomonitoring and radiolocation, as well as secure communications. Established 75 years ago, Rohde & Schwarz has a global presence and a dedicated service network in over 70 countries. Company headquarters are in Munich, Germany.

Environmental commitment

- Energy-efficient products
- Continuous improvement in environmental sustainability
- ISO 14001-certified environmental management system



Regional contact

USA & Canada

USA: 1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)

from outside USA: +1 410 910 7800

CustomerSupport@rohde-schwarz.com

East Asia

+65 65 13 04 88

CustomerSupport@rohde-schwarz.com

Rest of the World

+49 89 4129 137 74

CustomerSupport@rohde-schwarz.com

This application note and the supplied programs may only be used subject to the conditions of use set forth in the download area of the Rohde & Schwarz website.

R&S® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG; Trade names are trademarks of the owners.

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühlhordstraße 15 | D - 81671 München

Phone + 49 89 4129 - 0 | Fax + 49 89 4129 - 13777

www.rohde-schwarz.com