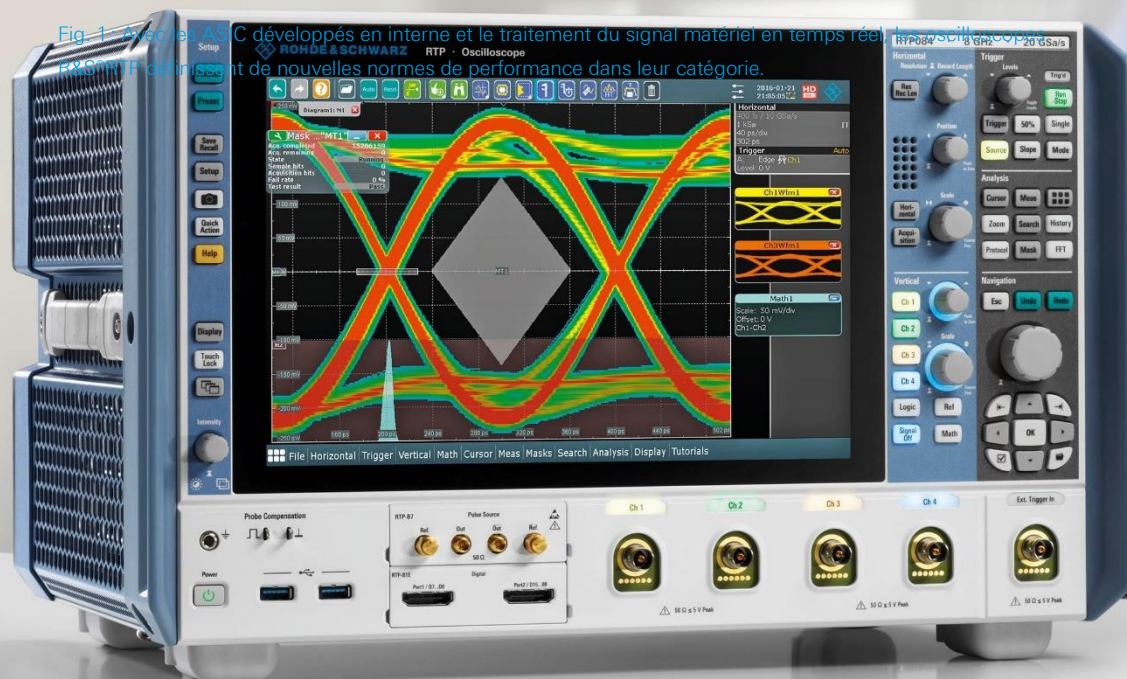


Intégrité du signal en temps réel avec la nouvelle gamme d'oscilloscopes R&S®RTP

Les nouveaux oscilloscopes hautes performances R&S®RTP offrent une précision de mesure et une vitesse élevées, ainsi que diverses fonctions très utiles pour le débogage en phase de développement. Leur puissance répond aux exigences des interfaces numériques rapides, des interfaces hertziennes à large bande et des conceptions embarquées de pointe.

Fig. 1 Avec les ASIC développés en interne et le traitement du signal matériel en temps réel, les oscilloscopes R&S®RTP définissent de nouvelles normes de performance dans leur catégorie.



Un appareil polyvalent pour le travail quotidien en laboratoire

Disponible en cinq largeurs de bande comprises entre 4 GHz et 16 GHz, l'oscilloscope R&S®RTP est un outil de test et mesure polyvalent conçu pour une utilisation en laboratoire. Plusieurs instruments de mesure sont logés dans un même boîtier compact (Fig. 1 et 2).

Ses quatre canaux analogiques autorisent des mesures dans le domaine temporel sur des interfaces rapides, des signaux d'horloge ou des émetteurs radio à large bande. Mais ils permettent également l'analyse de signaux d'entrée dans le domaine fréquentiel. Leur fonctionnement est similaire à celui d'un analyseur de spectre, avec les paramètres de configuration typiques de la fréquence de démarrage, de la fréquence d'arrêt et de la largeur de bande de résolution. Des fonctions telles que la mise à l'échelle logarithmique des axes et le diagramme en chute d'eau (waterfall; spectrogramme) combinées au taux d'acquisition élevé simplifient la recherche d'interférences IEM sporadiques. Le logiciel R&S®VSE (Vector Signal Explorer) optionnel permet en outre la réalisation d'analyses détaillées des signaux.

Avec une largeur de bande de 400 MHz, les canaux numériques (jusqu'à 16) sont parfaitement adaptés à l'analyse d'interfaces de commande et de programmation basées sur protocole (I²C, SPI ou CAN, par exemple), relativement lentes.

Principales caractéristiques

- ▮ Largeur de bande (4 canaux analogiques)
 - R&S®RTP164: 16 GHz
 - R&S®RTP134: 13 GHz
 - R&S®RTP084: 8 GHz
 - R&S®RTP064: 6 GHz
 - R&S®RTP044: 4 GHz
- ▮ Taux d'échantillonnage: 40 Géc/s par canal
- ▮ Mémoire d'acquisition :
 - 50 Méch. par canal
 - 2 Géc. max.
- ▮ Oscilloscope à signaux mixtes (MSO) avec 16 canaux numériques
 - Largeur de bande 400 MHz
 - Taux d'échantillonnage 5 Géc/s
 - Profondeur de mémoire 200 Méch.

Une option de générateur comprenant deux sorties analogiques arbitraires 100 MHz et huit canaux de générateur de fonctions numériques est par ailleurs disponible. Doté de l'option R&S®RT-ZVC, l'oscilloscope offre jusqu'à 16 canaux de 1 MHz supplémentaires présentant une résolution verticale de 18 bits pour les mesures de tension et de courant de haute précision.

Une technique de mesure complète en un seul appareil

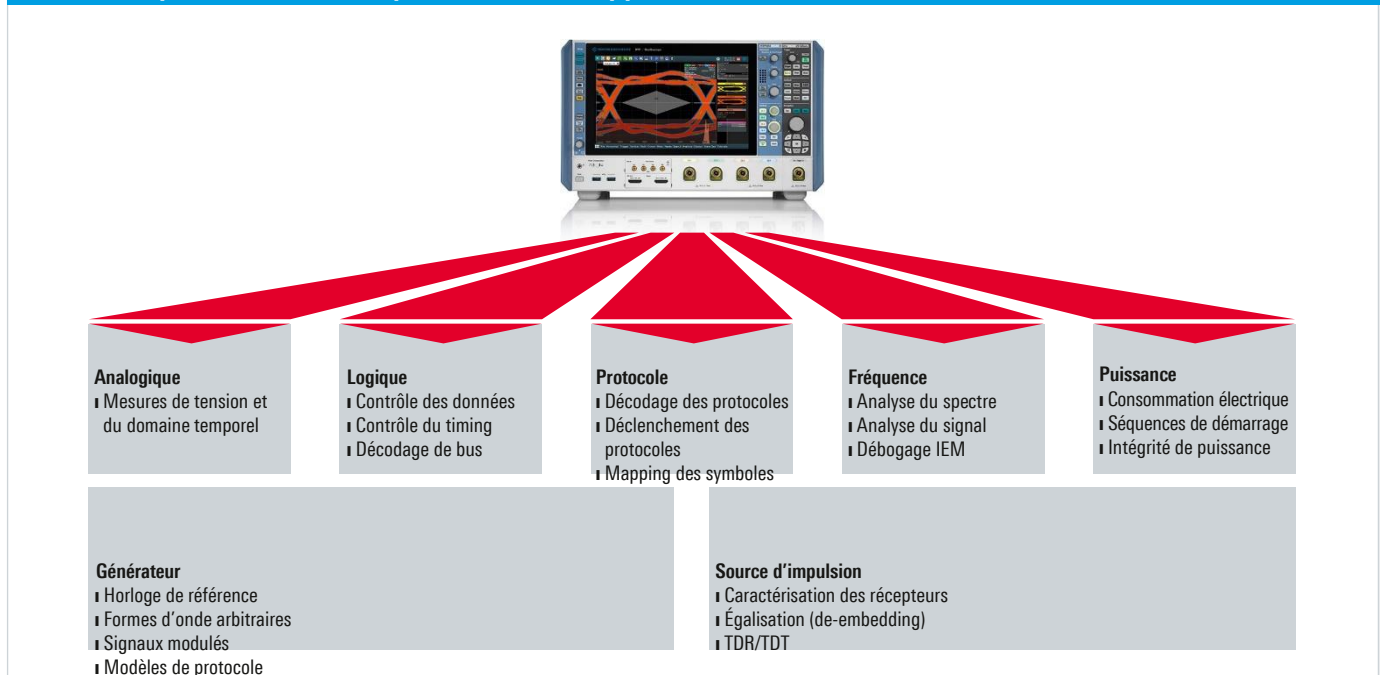


Fig. 2: Intégrant plusieurs appareils de mesure dans un design compact, les oscilloscopes R&S®RTP génèrent un gain de place sur la paillasse de laboratoire.

Point fort du dispositif : la possibilité d'intégrer une source d'impulsions différentielle pour les impulsions présentant un temps de montée de 22 ps et une largeur de bande de 16 GHz. Cette addition sert alors de source de stimulation pour les objets sous test (DUT) et pour les tests de transmission et de réflexion (TDT / TDR) sur les lignes de signaux.

Intégrité du signal en temps réel

Le R&S®RTP doit notamment sa grande précision de mesure aux composants d'entrée analogiques développés en interne. Les amplificateurs d'entrée, échantillonneurs et convertisseurs A/N sont conçus pour bénéficier d'une sensibilité élevée et d'une plage dynamique étendue. Des filtres spéciaux situés directement après les convertisseurs A/N optimisent la précision de mesure en temps réel. Cette particularité présente, par exemple, l'avantage d'une mise à l'échelle verticale minimale jusqu'à 1 mV/div en largeur de bande complète pour la mesure des petits signaux. Elle permet également une réponse en fréquence extrêmement plate de $\pm 0,25$ dB avec une plage dynamique sans parasites (SFDR, Spurious-Free Dynamic Range) inférieure à 45 dBc pour la mesure précise des signaux à large bande dans les domaines temporel et fréquentiel.

Cette correction exceptionnelle en temps réel autorise également un taux d'acquisition élevé, des fonctions de déclenchement extrêmement précises ainsi que la correction en temps réel inédite d'éléments sur le trajet du signal, tels que les câbles, les connecteurs et les structures de circuits imprimés (de-embedding).

De-embedding : une fonction parfaitement adaptée à l'usage quotidien

La correction des pertes de transmission par de-embedding est fréquemment utilisée sur les oscilloscopes à large bande. Les formes d'onde acquises sont post-traitées avec des filtres de correction afin de compenser les erreurs telles que les réflexions sur les transitions ou les pertes liées aux charges inductives et capacitives. Mais le calcul effectué au cours du post-traitement est toujours très fastidieux. Les utilisateurs sont ainsi généralement peu enclins à utiliser la fonction de de-embedding en raison du manque de réactivité de l'oscilloscope.

Avec le R&S®RTP, Rohde & Schwarz développe une nouvelle approche du de-embedding (voir aussi la fiche d'application « Realtime Deembedding with the R&S®RTP »). Les structures des filtres pour l'égalisation en temps réel directement après le convertisseur A/N sont configurables de manière flexible. Elles peuvent ainsi être adaptées aux caractéristiques de transmission du montage de test correspondant, ce qui simplifie considérablement la commande. L'utilisateur définit

dans un premier temps les différents éléments du trajet de transmission dans la boîte de dialogue de configuration qui propose des composants tels que des câbles, des adaptateurs ou des montages de test (Fig. 3).

Les paramètres S, qui décrivent les pertes de transmission et l'ajustement d'impédance, doivent être chargés au cours de l'étape suivante (Fig. 4). Lors de la dernière étape, le logiciel de de-embedding regroupe les caractéristiques de transmission de l'ensemble de la chaîne de signal et calcule un filtre de correction correspondant, lequel est chargé dans le matériel.

L'égalisation par de-embedding en temps réel s'applique aux mesures ultérieures. Les formes d'onde sont affichées sans pertes de transmission, soit exactement telles qu'elles apparaissent sur l'objet sous test et sans retards liés à des calculs chronophages effectués lors du post-traitement (Fig. 5).

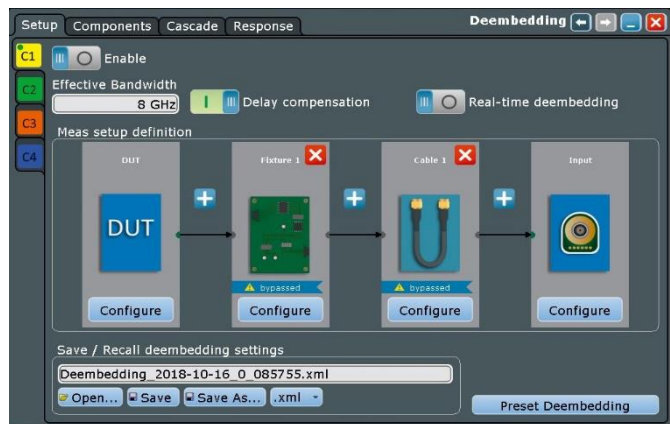
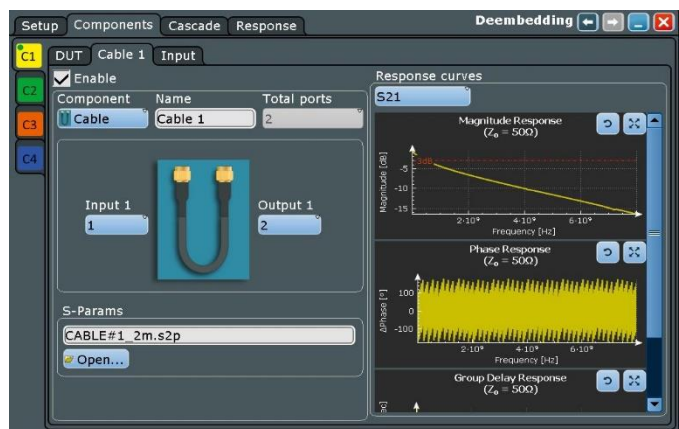


Fig. 3 : Configuration du trajet du signal avec les composants de transmission entre l'objet sous test et l'entrée de l'oscilloscope.

Fig. 4 : Paramètres S (s2p) d'un câble chargés dans l'oscilloscope.



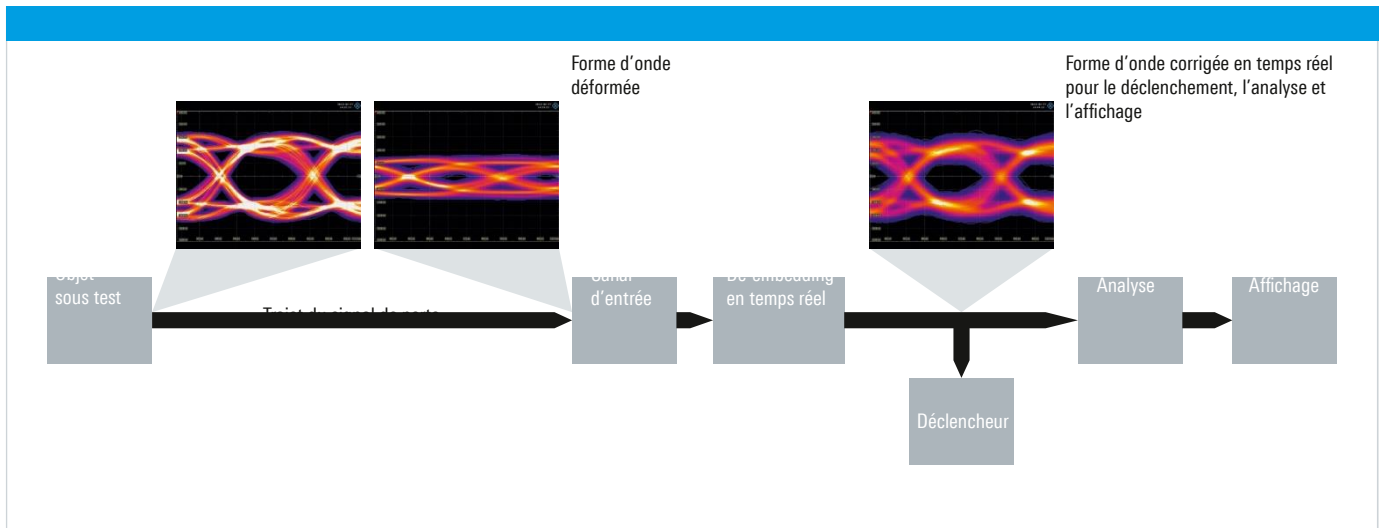


Fig. 5: La fonction de de-embedding affiche les formes d'onde sans les pertes de transmission et sans retards liés aux calculs chronophages lors du post-traitement.

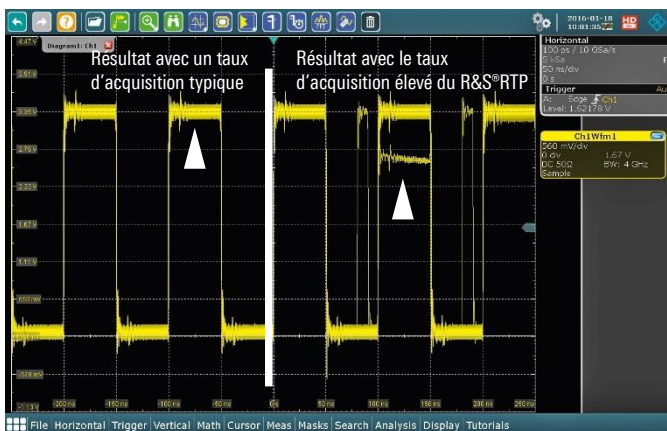
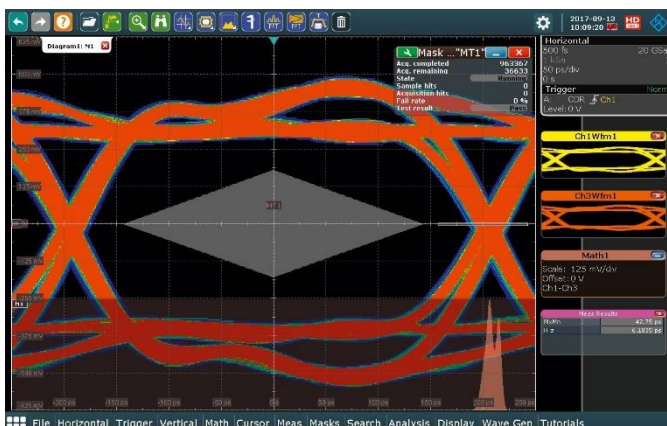


Fig. 6: Avec un taux d'acquisition pouvant atteindre un million de formes d'onde par seconde, le R&S®RTP peut détecter les moindres erreurs sporadiques.

Fig. 7: Pour les tests de masque et les histogrammes, le taux d'acquisition élevé délivre des résultats rapides lors du débogage et de la caractérisation du signal.



Taux d'acquisition élevé lors du débogage

En termes de débogage, le R&S®RTP est idéal pour l'acquisition et le traitement des signaux car il utilise un ASIC spécial qui traite, par des processus parallèles, les formes d'onde plus rapidement que les ressources PC ne le permettent. Résultat : une nette réduction des temps morts par rapport aux oscilloscopes classiques et une détection plus rapide et plus fiable des erreurs rares ou sporadiques (Fig. 6).

Le taux d'acquisition maximal du R&S®RTP atteint près d'un million de formes d'onde par seconde. Il ne nécessite pas de mode de mesure particulier impliquant des restrictions fonctionnelles et ne doit pas être confondu avec le mode segmenté, au cours duquel la mémoire d'acquisition ne peut être alimentée qu'une seule fois avec un nombre limité de formes d'onde et avec un temps mort réduit. Le taux d'acquisition élevé du R&S®RTP est également disponible pour les outils d'analyse tels que le zoom ou le curseur, ainsi que pour les tests de masque et les histogrammes. La détection d'erreurs ou l'analyse du comportement statique d'un signal se trouve ainsi facilitée (Fig. 7).

Déclenchement ciblé

Lors du débogage ou de l'analyse ciblée d'un signal, il est généralement préférable de se concentrer sur des caractéristiques de signal spécifiques. Des conditions de déclenchement sur mesure sont alors nécessaires. Ces dernières sont difficiles à obtenir avec les oscilloscopes classiques, en raison de la sensibilité restreinte de leur système de déclenchement ou de leur largeur de bande limitée pour les types de déclenchement complexes. Avec ces équipements, la seule option consiste à acquérir une longue forme d'onde avec

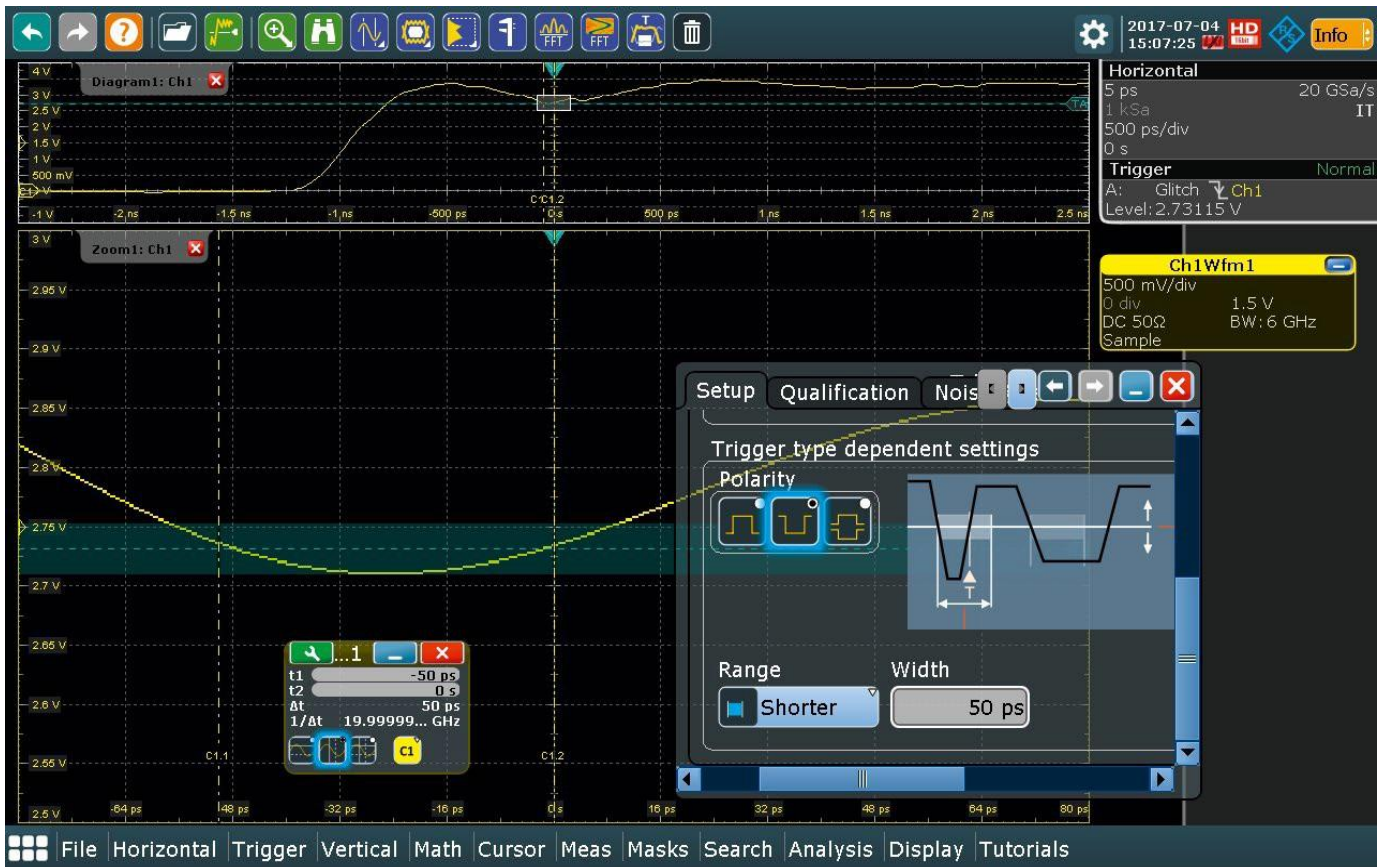


Fig. 8 : Le système de déclenchement numérique du R&S®RTP permet l'utilisation de tous les types de déclenchement jusqu'à la largeur de bande complète de l'appareil, par exemple du déclenchement par impulsions avec une largeur minimale de 25 ps.

le déclencheur de front (edge trigger) puis à effectuer une recherche.

Déjà largement éprouvé sur d'autres oscilloscopes Rohde&Schwarz, le système de déclenchement numérique du R&S®RTP utilise les échantillons du convertisseur A/N et fonctionne ainsi systématiquement en cohérence avec la forme d'onde étudiée. Il peut réagir à tous les événements de déclenchement jusqu'à la largeur de bande complète de l'appareil et avec une résolution temporelle de 125 fs (Fig. 8). Le modèle R&S®RTP 164 16 GHz déclenche, par exemple, de manière fiable sur des largeurs d'impulsion jusqu'à 25 ps. Combiné à l'hystérésis réglable en continu de 0 à 5 div, un déclenchement avec une hystérésis minimale est possible sur des amplitudes de signal extrêmement réduites. Une hystérésis plus élevée peut par ailleurs être utilisée pour un déclenchement stable sur des signaux bruyants.

Le système de déclenchement exploite les signaux en aval des filtres de de-embedding en temps réel, ce qui permet pour la première fois un déclenchement sur des signaux

corrigés par cette égalisation. En outre, le système de déclenchement combine à son mode d'enregistrement haute définition 16 bits une résolution verticale supérieure.

Ces caractéristiques exceptionnelles du système de déclenchement ouvrent de nombreuses possibilités pour l'analyse de signaux spécifiques. Outre les signaux numériques rapides, les signaux radio peuvent également faire l'objet d'un déclenchement précis.

Analyse dans le domaine fréquentiel

Les quatre canaux d'entrée analogiques du R&S®RTP sont faciles à utiliser pour l'analyse du signal dans le domaine fréquentiel. L'utilisateur profite alors des mesures précises liées aux excellentes caractéristiques de l'interface frontale. Les calculs FFT sont effectués très rapidement, permettant ainsi également l'acquisition des caractéristiques sporadiques du signal dans le spectre.

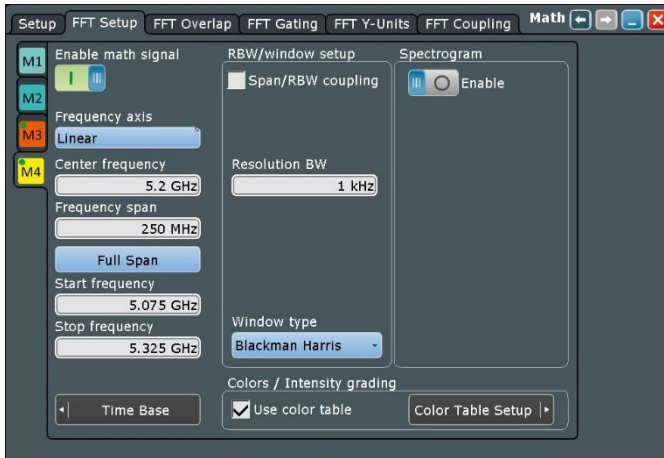


Fig. 9: Boîte de dialogue d'entrée de la fonction FFT avec les paramètres typiques d'un analyseur de spectre.

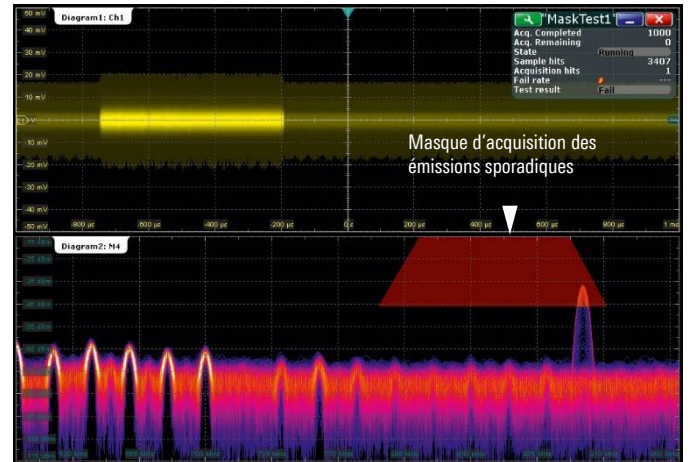


Fig. 11: Test de masque dans le spectre pour le débogage IEM et l'examen préalable CEM.

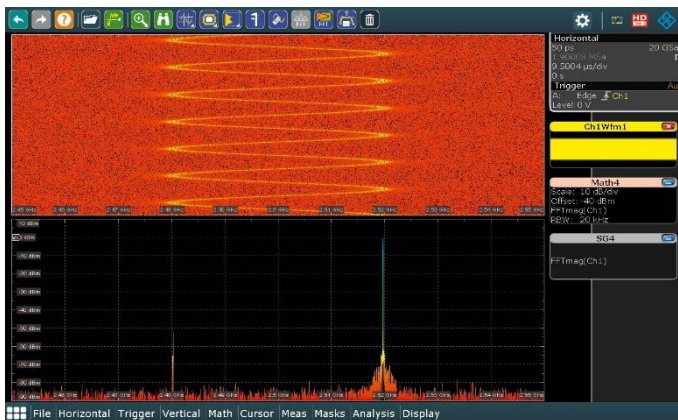


Fig. 10: Analyse d'un signal modulé en fréquence avec l'option spectrogramme.

La fonction d'analyse du spectre est simple à configurer. Après la saisie de la plage de fréquence et de la largeur de bande de résolution souhaitée, le logiciel de l'oscilloscope règle automatiquement l'intervalle d'acquisition (Fig. 9). Des outils standard, tels que le curseur ou la mesure automatique dans le domaine fréquentiel, sont disponibles pour l'évaluation des signaux. Une extension des possibilités d'analyse est possible avec le spectrogramme, la fonction de liste de pics et la mise à l'échelle logarithmique des axes, disponibles en option (Fig. 10).

Débogage EMI avec tests de masque et déclencheur de zone

L'analyse des perturbations électromagnétiques d'un circuit électronique est une composante importante du travail de développement. Un oscilloscope de type R&S®RTP sert, d'une part, au débogage lorsque des composants se gênent mutuellement, et lors de tests de mesures d'isolation ou de découplage. Le R&S®RTP est, d'autre part, utile pour la préparation aux tests d'homologation CEM. Une préqualification peut être



Fig. 12: La fonction d'historique permet d'accéder à toutes les formes d'onde dans la mémoire d'acquisition pour l'analyse ultérieure.

réalisée en laboratoire de développement avec l'appareil, renforçant ainsi la fiabilité des tests CEM effectués dans le laboratoire CEM dédié.

Le test de masque est une fonction importante pour ces travaux. Il peut en effet être utilisé pour définir des zones de l'écran qui doivent être exemptes d'infractions spectrales (Fig. 11). Les oscilloscopes R&S®RTP acquièrent et traitent les signaux très rapidement, ce qui permet de détecter au plus vite les erreurs sporadiques. Le déclencheur de zones constitue une autre fonction performante pour le débogage IEM. Il utilise également des zones définies à l'écran. Selon la configuration, une forme d'onde est uniquement représentée si la zone fait ou non l'objet d'une infraction.

Si plusieurs formes d'onde sont enregistrées, leur affichage ultérieur à des fins d'analyses complémentaires est possible à l'aide de la fonction d'historique (Fig. 12). Le R&S®RTP peut en option être doté d'une profondeur de mémoire de 2 Géchantillons maximum par canal, ce qui permet d'effectuer des analyses sur de très longues périodes.

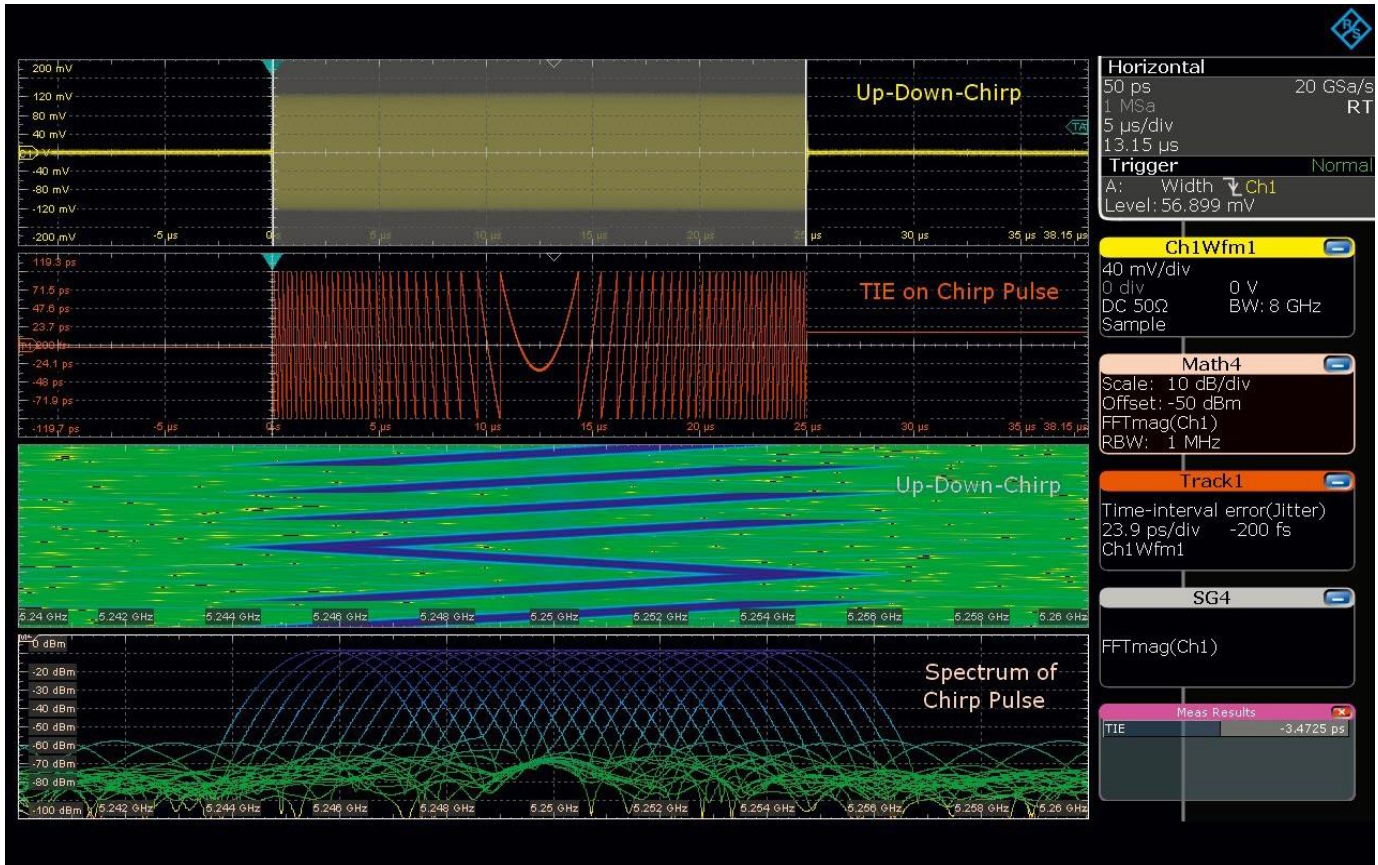


Fig. 13: Analyse des impulsions de chirps ascendants et descendants dans les domaines temporel et fréquentiel.

Analyse de signaux RF multicanaux à large bande

La précision de mesure et la sensibilité d'entrée exceptionnelles du R&S®RTP en font un outil idéal pour les relevés multicanaux synchrones des signaux RF jusqu'à 16 GHz. C'est le cas des signaux radio WLAN IEEE 802.11ac ou de la future norme 5G New Radio, mais aussi des signaux radar des applications automobiles, aéronautiques ou militaires (Fig. 13).

Pour les mesures effectuées à des fréquences porteuses plus élevées, jusqu'à 85 GHz, l'oscilloscope peut être combiné à l'analyseur de spectre et de signaux R&S®FSW. Une largeur de bande d'analyse performante allant jusqu'à 5 GHz peut ainsi être atteinte.

Proposé en option, le logiciel R&S®VSE (Vector Signal Explorer) permet l'analyse de signaux RF modulés numériquement. L'option de base intègre des fonctions d'analyse I/Q génériques et permet des démodulations analogiques. Ce logiciel pour PC s'exécute sous Windows et fonctionne aussi bien sur l'oscilloscope que sur un ordinateur séparé.

Le logiciel de base dispose de modules d'extension :

- Logiciel de base R&S®VSE : analyseur I/Q
- R&S®VSE-K6 : analyse des impulsions

- R&S®VSE-K7 : analyse de la modulation AM / FM / PM
- R&S®VSE-K60 : analyse des transitoires
- R&S®VSE-K70 : analyse des signaux vectoriels
- R&S®VSE-K96 : analyse OFDM générique

Pour les utilisateurs de protocoles de modulation propriétaires, le R&S®RTP se connectera à des outils d'analyse externes (MATLAB® par exemple), offrant ainsi une flexibilité maximale.

Un espace suffisant sur la paillasse de laboratoire

La puissance, la conception très compacte et le fonctionnement silencieux du R&S®RTP en font un outil idéal en laboratoire. Afin de pouvoir répondre aux attentes toujours plus élevées des utilisateurs, il est doté de deux emplacements optionnels respectivement placés en faces avant et arrière. Ils permettent d'intégrer, par exemple, une option de signaux mixtes de 400 MHz à 16 canaux, une option de générateur universelle avec deux canaux de 100 MHz arbitraires et huit canaux numériques, ou encore la source d'impulsion différentielle mentionnée plus haut.

Des options logicielles sont disponibles pour de nombreuses applications. La gamme inclut des options de déclenchement

et de décodage pour les protocoles lents et rapides (I²C, UART, CAN-FD, Ethernet, USB 3.1, etc.), les tests de conformité (PCI Express, DDR3, etc.), des options d'analyse générales (gigue, de-embedding, etc.) et des options d'analyse de signal (Fig. 14 et 15).

Options de test de conformité du R&S®RTP	
Norme d'interface	Option
USB	
1.0/1.1/2.0/HSIC	R&S®RTP-K21
Ethernet	
10/100 Mbits	R&S®RTP-K22
1 Gbit	R&S®RTP-K22
2,5G/5GBASE-T	R&S®RTP-K25
10 Gbits	R&S®RTP-K23
10M/100M/1GBASE-T Energy Efficient Ethernet	R&S®RTP-K86
Ethernet automobile	
100BASE-T1 BroadR-Reach®	R&S®RTP-K24
1000BASE-T1	R&S®RTP-K87
PCI Express	
1.1/2.0 (jusqu'à 2,5 GTs)	R&S®RTP-K81
MIPI	
D-PHY	R&S®RTP-K26
Mémoire	
DDR3/DDR3L/LPDDR3	R&S®RTP-K91

Fig. 14: Les options de test de conformité du R&S®RTP lui permettent de couvrir de nombreuses interfaces.

La profondeur de mémoire et la largeur de bande peuvent être mises à niveau facilement via une licence logicielle. La mémoire standard peut être étendue de 50 Méchantillons à 2 Géchantillons par canal. Dans la plage de largeur de bande actuellement disponible, les modèles R&S®RTP peuvent être étendus de 4 à 16 GHz.

Conclusion

Avec la gamme hautes performances R&S®RTP, Rohde&Schwarz complète sa série d'oscilloscopes avec des modèles à largeur de bande plus élevée, qui répondent aux exigences croissantes liées aux interfaces de bus rapides et aux signaux radio à large bande dans les applications embarquées de segments de clientèle variés. Combinées dans un design compact, sa précision de mesure, sa vitesse, sa variété de fonctions et sa pérennité font de cet appareil un outil idéal pour les mesures quotidiennes en laboratoire.

Guido Schulze

Fig. 15: Test de conformité PCI Express automatique. Le raccordement d'un écran supplémentaire, également utilisable en mode d'écran partagé, s'avère souvent utile pour les tâches quotidiennes.

