Analyse de la qualité du signal pour la nouvelle génération de technologies de transmission

par Alessandro Messina, responsable marketing senior des produits filaires Anritsu pour la zone EMEA

La récente démocratisation des smartphones et des applications sur serveur distant implique une croissance exponentielle du trafic dans les centres de données. Pour pouvoir transférer ces gros volumes de données à haute vitesse, les standards de communication Ethernet progressent peu à peu grâce au déploiement d'équipements 100 GbE, les équipements 400 GbE étant par ailleurs déjà programmés pour la prochaine génération de standards.

Les technologies de transmission de données qui permettent de mettre en œuvre des transferts de gros volumes de données à haute vitesse sont basées sur les méthodes de modulation d'amplitude d'impulsion, dites PAM *(Pulse Amplitude Modulation)*, qui offrent des débits de symboles plus rapides que les méthodes de signalisation NRZ précédentes, en augmentant la capacité de transmission sans pour autant augmenter les débits de symboles.

Le présent article présente une nouvelle plateforme de mesure compatible avec les nouveaux standards de transmission réseau, tels que 100 GbE, 200 GbE et 400 GbE, tout comme les tous derniers standards d'interface série haute vitesse (ainsi que ceux à venir), comme PCIe Gen4 et Gen5, Thunderbolt Gen3 et USB Gen3.1.

Tendances des télécoms et datacoms

Les tendances qui poussent les secteurs des télécoms et des compagnies de transfert de données (« datacom », et par conséquent les exigences pour les équipements de tests et mesures, peuvent être résumées selon les catégories suivantes :

1. Plus de vitesse, davantage de compacité et consommation de plus en plus réduite, sont les principaux moteurs pour obtenir des interfaces optiques avec commutateurs Leaf et Spine sur les serveurs et composants de stockage haut de gamme.
2. Les améliorations pour les interfaces inter-équipements haut de gamme, y compris des semi-conducteurs avancés, des cartes d'interface réseau et des modules optiques pour les communications 25 GbE, 50 GbE, 100 GbE, 200 GbE et 400 GbE.
3. Le standard PCIe Gen4 (16 GT/s) pour bus/fond de panier, qui vient tout juste d'être approuvé, se connecte aux cartes d'interface réseau.
4. La transmission PAM4 *(Pulse Amplitude Modulation)*, désormais largement adoptée afin d'augmenter la bande passante sur les systèmes 50 G/200 G/400 GbE, a toutes les chances de migrer vers les solutions de nouvelle génération pour d'autres interfaces standards, comme Infiniband, Thunderbolt et PCIe Gen5 dans un avenir proche.

Résultat : les équipementiers réseau et les fabricants de semi-conducteurs s'évertuent à intégrer l'Ethernet haute vitesse et la connectivité de bus série haute vitesse sur les mêmes cartes et chipsets, ce qui exige des capacités de vérification pour toutes les technologies connexes.

Sur le plan des tests et mesures, le point le plus important, de nos jours, est le besoin d'évaluation de l'intégrité du signal en R&D sur les systèmes PAM4, sur le marché des semi-conducteurs et des modules optiques, ainsi que la capacité à tester plusieurs canaux de signal simultanément, et avec des fonctions de test supplémentaires dans des domaines tels que l'accentuation PAM, l'égalisation du signal et la vérification de la tolérance de gigue (figure 1).

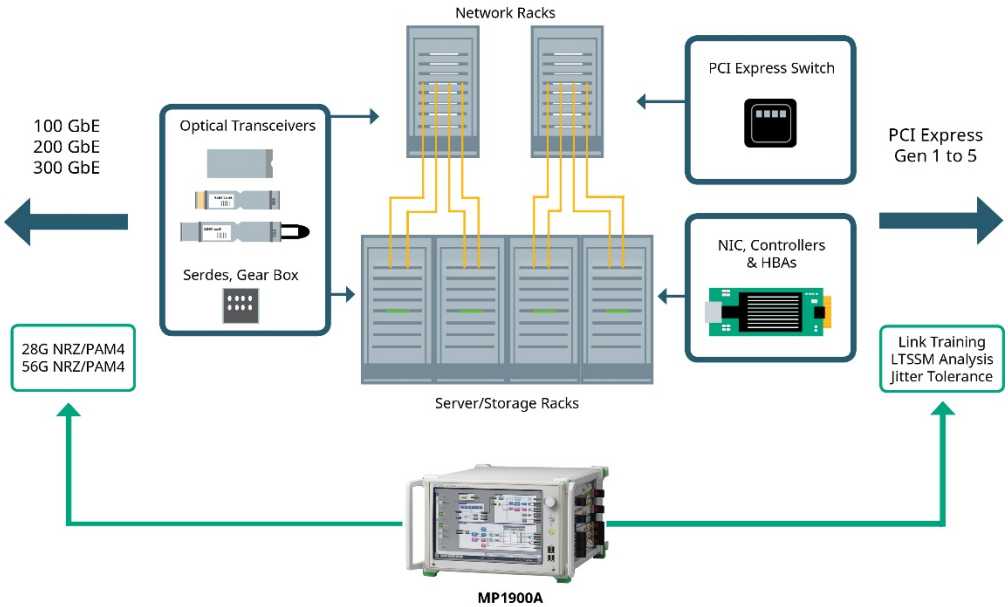


Figure 1 Marchés et tendances technologiques

- ***Télécoms :*** vitesse de transfert en bauds 56 G, modulation PAM4, multicanal et taux BER avec égalisation et codage FEC (à correction directe d'erreur)
- ***Serveurs/stockage :*** Technologie 100 GbE associée à l'analyse du lien BUS pour une courte portée électrique
- ***HS-BUS :*** Débit élevé (PCIe-G4) pour les fonds de panier de serveurs, compatibles USB type C et TBT-3 Ifs

Solution tout-en-un

Traditionnellement, les problèmes que posent ces contraintes si différentes seraient résolus en utilisant des instruments discrets pour gérer les différents environnements de test de chaque secteur d'application. Aujourd'hui, cependant, des solutions tout-en-un ont fait leur apparition, capables de mesurer avec précision les systèmes électroniques et optiques ultra rapides de nouvelle génération, ainsi que les émetteurs-récepteurs et modules optiques utilisés sur les serveurs haut de gamme et équipements de communication conçus pour les applications M2M et d'objets connectés.

L'une des solutions typiques est le système que l'on peut voir sur la figure 2, qui est basé sur un testeur de taux d'erreur (BERT) hautes performances, capable d'évaluer avec précision des systèmes d'interface haute vitesse à une étape de développement précoce. Cet instrument peut mesurer les performances des interfaces côté réseau à des vitesses de 400 GbE, 200 GbE et 100 GbE, ainsi que les interfaces internes de bus PCI Express, afin d'accélérer la phase d'évaluation des systèmes et de diminuer le coût global des tests.



Figure 2. L'analyseur de la qualité du signal SQA MP1900A d'Anritsu intègre une plateforme de test BERT hautes performances.

Il est désormais possible de satisfaire à toutes les nouvelles exigences de test pour le secteur des télécoms, des centres de données et des réseaux de stockage, en plus des segments de bus série haute vitesse, le tout sur une même plateforme multicanal. Cette méthode utilise une approche modulaire associée à une unité de mainframe avec des modules plug-in qui supportent de nombreuses applications, grâce à de multiples options matérielles et logicielles, menant à une solution qui offre une grande flexibilité dans le temps et le support pour un retour sur investissement des utilisateurs sur le long terme.

Précision et fiabilité

À titre d'illustration de la précision et de la fiabilité des résultats de mesure fournis par ces instruments de test nouvelle génération, le générateur de séquences (PPG, *Pulse Pattern Generator*) possède une gigue intrinsèque typique de 115 fs RMS, ainsi que un taux Tr/Tf typique de 12 ps. Parmi les autres spécifications clé, on peut citer une gigue crête à crête typique de 6 ps maximum, et une sensibilité en entrée typique du détecteur d'erreur interne de 15 mV.

En plus des ces performances excellentes, l'instrument permet de tester jusqu'à 16 canaux 32 Gbit/s simultanément, et intègre de nombreuses fonctionnalités qui améliorent la précision et l'efficacité. Par exemple, une fonction d'analyse du lien compatible avec les standards d'interface numérique haute vitesse permet de connecter l'instrument de test au composant sous test pour une évaluation de l'interface du bus améliorée. Les ingénieurs peuvent utiliser cette fonction pour réaliser les tests sur bus PCI Express Gen 4 et Gen 5, effectuer une analyse de statut LTSSM, la génération de gigue et l'injection de bruit CM/DM. Une fonction de mesure de la gigue évalue l'intégrité du signal, tandis qu'une fonction d'accentuation 10Tap et une fonction d'égaliseur peuvent être utilisées pour caractériser des signaux de test conformément à la perte du trajet de transmission.

L'appareil de test peut également être configuré avec des équipements périphériques pour étendre ses capacités de mesure. Par exemple, une solution intégrée, comprenant le testeur BERT ainsi que d'autres instruments, permet la génération de signaux PAM4 32 Gbaud et 64 Gbaud, requis pour les mesures 200 GbE et 400 GbE, les mesures du taux d'erreur BER, la génération de gigue et l'injection de bruit d'amplitude, ainsi que l'ajout d'accentuation, pour une compatibilité assurée avec les standards à venir.

Solutions collaboratives pour anticiper les standards à venir

Comme il est relativement simple d'ajouter des options matérielles et logicielles aux instruments de test de dernière génération, il est facile de s'adapter rapidement aux développements futurs de nouveaux

standards de communication. De la même manière, l'intégration de l'analyseur de la qualité du signal BERT à d'autres types d'équipements de test est devenue assez simple à réaliser, ce qui permet d'offrir des solutions intégrées pour des exigences de tests particulières. Le partenariat passé entre Anritsu et Teledyne LeCroy constitue un bon exemple de cette approche. Ce partenariat permet en effet d'offrir une solution de test complète PCI Express® 4.0 (PCIe Gen4) en intégrant l'analyseur de la qualité du signal MP1900A d'Anritsu avec l'oscilloscope LabMaster 10Zi-A et le logiciel QPHY-PCIe4-Tx-Rx de Teledyne LeCroy (voir figure 3).

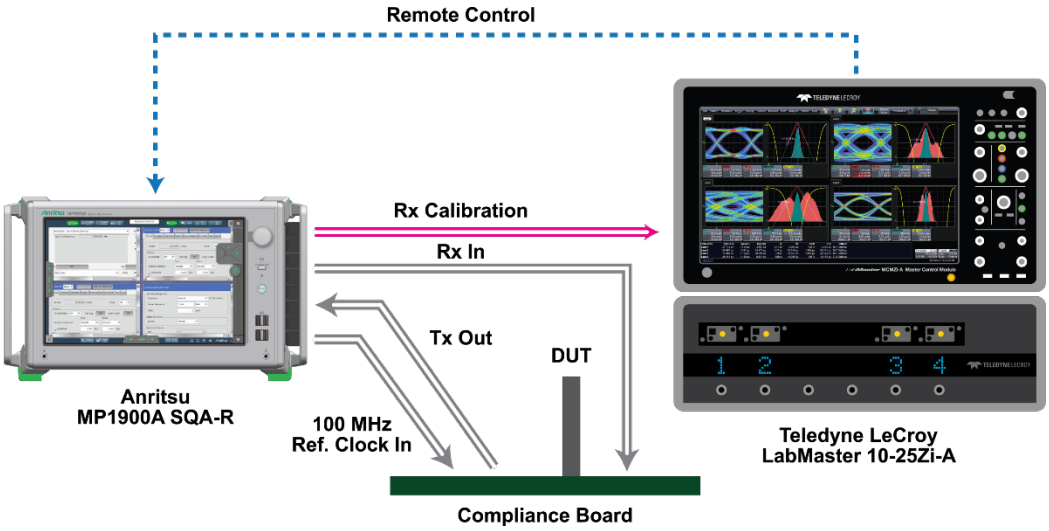


Figure 3. Solution de test PCI Express® (PCIe Gen4)

Ce système complet offre aux développeurs de CI, appareils et réseaux à haute vitesse une solution unique et complète pour effectuer des tests de conformité sur les émetteurs et les récepteurs, ainsi que la vérification de l'égalisation de la liaison.

La solution Anritsu/Teledyne LeCroy est facilement extensible jusqu'à 32 Gbit/s, en faisant la première solution de bout en bout répondant aux exigences PCI Express 5.0 (PCIe Gen5). Le système est également compatible avec les tests de conformité PCI Express 3.0 (PCIe Gen3) sur émetteurs et récepteurs, et de vérification de l'égalisation des liens, pour une couverture exhaustive de l'écosystème PCI Express.

L'oscilloscope de Teledyne LeCroy offre la largeur de bande de 25 GHz nécessaire pour tester un émetteur PCIe Gen4 et calibrer un test de récepteur, et peut être mis à niveau en termes de largeur de bande, afin de supporter les standards de communication série à venir, fonctionnant à 32 Gbit/s ou plus. Le LabMaster 10-25Zi-A, intégrant en option le logiciel QPHY-PCIe4-Tx-Rx à paraître, réalise automatiquement tous les réglages et les tests d'émetteur, récepteur et égaliseur de lien PCIe Gen4, associé à l'analyseur d'Anritsu, y compris la calibration entièrement automatique contrôlée au niveau logiciel. Le débogage des interfaces PCI Express est simple et intuitif, grâce aux outils intégrés d'analyse du diagramme de l'œil et de la gigue, ainsi qu'au décodage PCI Express doté d'annotations de la forme d'onde et d'analyses sous forme de tableaux.

Cette solution développée en partenariat, vient combler une lacune du marché, demandeur d'un système de test PCIe Gen4 exhaustif à couche physique, qui soit facilement extensible vers le standard PCIe Gen5, s'adaptant aux futurs développements technologiques du marché concernant les réseaux à haute vitesse.

PCIe Gen4 représente un défi de test important pour les ingénieurs de conception, et cette solution de test collaborative associe deux instruments de mesure de pointe pour mesurer et valider avec précision les performances d'un produit, conformément aux normes PCI-SIG. De plus, le standard PCIe Gen5 devant arriver sur le marché d'ici deux ans, elle protège les investissements des utilisateurs en créant un chemin de mis à niveau clair et efficace qui permettra de garder le contrôle sur les coûts de vérification.

– Fin-