Les nouveaux systèmes militaires et aéronautiques imposent des changements majeurs dans la conception des connecteurs et des câbles

Les systèmes électroniques rapides et ultra-légers d'aujourd'hui contribuent à la transformation des opérations de défense

Bob Stanton, Directeur de la technologie, Omnetics Connector Corporation

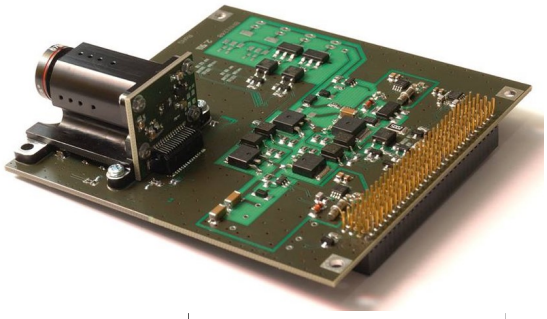
L'électronique avancée présente dans les systèmes haute-fiabilité améliore les équipements militaires et aéronautiques, pour leur permettre de relever les défis complexes qui pointent à l'horizon. Alors que les nouvelles technologies progressent et se répandent dans le monde, se développent aussi les menaces d'ennemis potentiels détournant certaines des technologies grand-public modernes, comme les systèmes GPIS (Global Positioning and Information Systems, ou systèmes informatiques et GPS mondiaux), les drones, ou certains systèmes aéronautiques, pour parvenir à leurs buts. Le front technologique commence désormais avec les équipements militaires aéronautiques, de surveillance et de localisation. En tant que telles, les industries de défense modernes se développent, étendent leurs capacités et produisent des systèmes techniques de nouvelle génération, afin d'assurer une protection contre les menaces potentielles.



NASA Satellite militaire

Nous voyons apparaitre un large éventail de techniques pour relever ces défis, à commencer par des capteurs sophistiqués de capture et de diffusion d'images. Il y a d'énormes besoins en missions de surveillance qui nécessitent une collecte de données en temps réel, un traitement signal plus rapide, et une transmission centralisée de commandes de guidage. Le laps de temps alloué à l'action et à la réaction, ainsi qu'au contrôle et à l'utilisation des données, a diminué jusqu'à un niveau critique. Pour répondre à cela, de nouveaux câbles et de nouveaux connecteurs sont conçus et mis en œuvre pour répondre aux besoins spécifiques des nouvelles applications militaires et aéronautiques.

Les satellites à large champ de vision vont rapidement concentrer les efforts d'évolution technologique dans les domaines de la surveillance et de la reconnaissance. Les caméras de surveillance multi-spectres peuvent fournir des images, tandis que d'autres capteurs surveillent certains



Carte caméra haute-résolution de la NASA

éléments comme la météo, le niveau des océans, ou encore l'activité de satellites et de missiles. Les satellites fournissent aussi des données pour le nouveau système de renseignement géospatial (GEOINT), qui s'appuie sur un logiciel de traitement d'images permettant d'effectuer des comparaisons de signaux numériques plus rapidement. Des connecteurs haute-densité, robustes et ultra-légers, au pas de 0.050 pouce (1.27 mm) ou 0.025 pouce (0.635 mm), sont utilisés pour envoyer ces données aux modules de transmission qui, à leur tour, les envoient sur terre.

Les **UAV** (*Unmanned Aerial Vehicle*, ou drônes) conçus pour voler à très basse altitude et typiquement contrôlés depuis des navires ou par des troupes au sol, contribuent désormais très largement à la qualité des missions. Les drones apportent une nouvelle contribution en matière de surveillance, et permettent un contrôle rapproché de



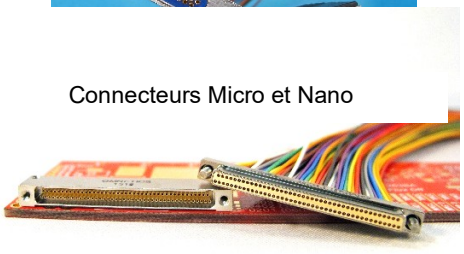
pointeurs de cible évoluant sur un terrain très vaste, de cibles au sol, ou encore d'assurer une surveillance radar aéroportée en appui de missiles air-sol. L'ensemble de l'électronique présente à bord des drones modernes comprend un contrôle directionnel, des systèmes de localisation GPIS, des caméras haute-résolution et des systèmes de tir.

La clé du succès et des performances de ces drones rapides et ultra-mobiles; est une rapidité et une intégrité signal extrême. Des connecteurs miniatures robustes de petit diamètre et des capacités de traitement rapide de signaux différentiels, sont indispensables pour réaliser des connexions par câbles entre les différents modules de stockage de données dont ces systèmes ont besoin. Cela permet aussi les transmissions vers le sol, mais les modules d'images et de données doivent souvent être remplacés dans les stations de base au sol. Ces applications ont motivé l'utilisation de connecteurs Micro et Nano robustes à verrouillage, et de formats de signaux numériques rapides permettant des débits supérieurs à 5 Gbits/s.



Connecteurs Micro et Nano

Les radars à balayage électronique éclipsent rapidement les anciens radars à parabole mobile. Ces systèmes complexes utilisent plusieurs lobes de transmission (antennes) et émettent plusieurs signaux coordonnés avec des déphasages calculés pour orienter le faisceau radar dans une certaine direction et définir les cibles avec une résolution élevée. Les circuits et les systèmes logiques continuent de fonctionner plus rapidement, pour permettre la poursuite électronique des missiles, mêmes les plus rapides.



Connecteur de bord Omnetics

L'une des clés du radar à balayage électronique est l'utilisation de nombreux connecteurs multipoints mâles et femelles, permettant un traitement rapide des signaux entre les différents modules radar, afin d'ajuster rapidement la phase des antennes pour

suivre des cibles se déplaçant rapidement. La capacité de ces connecteurs à accepter des signaux rapides permet aussi d'obtenir des systèmes ISR (*Intelligence Surveillance and Reconnaissance*), de pointage, de tir ou de détection de menace; améliorés. En outre, l'utilisation d'interconnexions pour signaux numériques est devenue déterminante pour réduire la vulnérabilité des radars aux contre-mesures électroniques

La robotique militaire est utilisée sur les champs de bataille pour analyser, prévoir, enregistrer, et fournir un large éventail de données. Par exemple, les militaires ont besoin de détecter les IED (*Improvised Explosive Devices*, ou bombes artisanales) sur la ligne de front et dans le périmètre, avant de déplacer des matériels ou des systèmes de tir télécommandés au sol. Ces robots se déplacent rapidement en transportant des équipements électroniques spécialisés capables d'opérer derrière la ligne de front, tout en étant capables de fonctionner rapidement même dans des conditions très difficiles. Les câbles et les connecteurs utilisés dans ces types de matériels doivent être extrêmement résistants et étanches, et aussi permettre une bonne distribution de la puissance et des commandes à distance, en parallèle avec de la capture et de la transmission vidéo.



Omnetics Micro to Nano

De nombreux connecteurs d'équipements robotiques destinés aux applications militaires et aéronautiques nécessitent à la fois un poids réduit et une fiabilité extrême, puisqu'ils sont exposés aux chocs et aux vibrations. Des systèmes mâles et femelles spéciaux à base de cuivre-béryllium ou d'acier torsadé sont utilisés pour maintenir un contact permanent en cours d'utilisation. En outre, chaque contact mâle ou femelle est plaqué nickel puis plaqué or pour garantir la fiabilité de contact pendant de longues expositions sur le terrain. Des spécifications de test sont [illegible]fier et assurer une performance fiable. De nombreuses applications nécessitent des capots métalliques et un blindage en métal tressé autour des câbles, pour les protéger des agressions et des EMI (Electro Magnetic Interference, ou parasite électromagnétique). Alors que la vitesse des signaux augmente et que de plus en plus d'ensembles électroniques sont présents dans des espaces de plus en plus étroits, cet aspect est de plus en plus critique.

Les dispositifs électroniques portés par les troupes sur le terrain sont en cours de déploiement à grande échelle. On est désormais à l'ère du champ de bataille numérique haute-technologie. Une communication permanente avec chaque combattant au sol et une bio-surveillance continue sont déterminantes pour protéger le personnel militaire. Là encore, des signaux plus rapides sont à la fois déterminants pour protéger la vie des hommes et pour partager les données stratégiques provenant des satellites, des de la base au sol. Les instructions provenant de l'équipe au sol et destinées aux munitions sont traitées au niveau de chaque combattant grâce à son ordinateur embarqué connecté au système GPS.


Crédit photo : Black Diamond

Les connecteurs et les câbles doivent répondre à trois critères essentiels pour conserver ces fonctions sous une forme "*wearable*" (portable sur soi). Ils doivent être fiables, aussi légers que possible, et garantir l'intégrité des signaux à tout moment. La conception de chaque nouveau câble ou connecteur est revue avec soin; pour vérifier sa bonne adaptation au paquetage et à l'équipement du soldat. Ces composants sont ensuite fabriqués et testés vis-à-vis des exigences électriques et mécaniques que rencontrent les combattants sur le terrain. Au final, les nouveaux câbles et connecteurs sont intégrés à l'équipement.

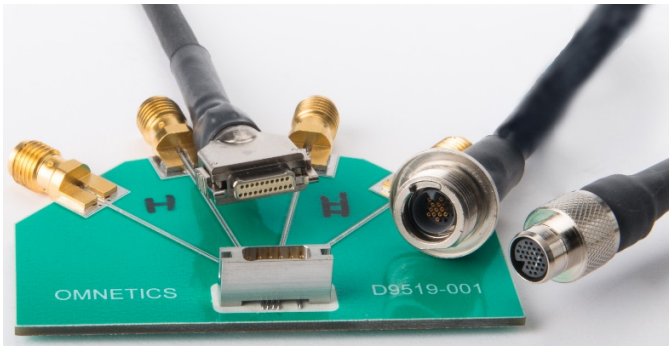
Nouvelles considérations de conception

Adapter les connecteurs d'aujourd'hui aux nouvelles contraintes militaires et aéronautiques est devenu très complexe, et va bien au-delà de l'approche classique consistant à simplement "coter une spécification". Une même conception, une même taille, ou une même forme de connecteur, ne convient pas à tous. Le plus souvent, le concepteur doit passer en revue l'électronique, l'utilisation mécanique, et différents facteurs de durabilité, pour adapter les connecteurs au type d'utilisation et aux technologies avancées en présence.

Ce procédé de configuration des connecteurs selon des fonctions spécifiques à l'application commence souvent par un examen du matériel sur lequel les connecteurs en question seront utilisés. On peut bien sûr envisager le recours à des connecteurs standard ou COTS (*Commercial Off-The-Shelf*, ou standard du commerce) et évaluer plusieurs modèles susceptibles de répondre aux besoins de la nouvelle application. Lors des phases initiales de conception, des connecteurs COTS peuvent être utilisés sur les circuits prototype, ce qui permet de gagner du temps et de réduire les coûts de développement. Il peut s'avérer particulièrement intéressant d'identifier des connecteurs COTS, voire des connecteurs COTS légèrement modifiés, capables de répondre au besoin.

L'utilisation de connecteurs déjà mis au point avec des matériaux et des procédés de qualité militaire permet d'accélérer la conception et de fournir une première évaluation de la durée de vie et des performances. Si des modifications de forme ou de taille sont nécessaires, un modèle 3D du nouveau design peut être rapidement réalisé par le fabricant de connecteurs et envoyé à l'équipe de conception système. Ceci peut servir de base à un travail en ligne permettant aussi de parvenir au bon design plus rapidement. Une fois la conception terminée, la fabrication du connecteur peut être confiée directement à des machines-outils intelligentes.

La conception du câble est déterminante dans la mesure où la vitesse des signaux augmente. Le traitement de signaux différentiels très rapides repousse les limites des câbles conventionnels dans le domaine de la défense. La durée, l'atténuation et le skew (micro-décalage) des signaux différentiels doivent être pris en compte,



spécifiés, et gérés lors de la conception du câble. Autrefois, il suffisait de prendre en compte la résistance et les interférences éventuelles entre les différents signaux au sein du câble. Désormais, il faut être attentif aux délais de propagation des différents signaux rapides qui peuvent générer du skew, prévoir d'éventuelles inductances réactives, et aussi imaginer de nouvelles façons de tester le câble; avant qu'il ne soit fixé au connecteur. Certaines méthodes ont évolué grâce à l'utilisation d'instruments TDR (*Time Delay Relection*, ou réflexion de retard), par exemple.

Les tests électrique et mécanique finaux assureront le bon fonctionnement de l'ensemble complet, câble plus connecteur. Le test et la certification sur le terrain supposent la réalisation d'assez d'exemplaires du produit pour pouvoir réaliser tous les tests de performance mécanique, environnementale, et d'intégrité signal. L'expédition de câbles et de connecteurs neufs pour matériel militaire est devenue une opération complexe et importante. C'est pourquoi les fournisseurs doivent bien avoir en tête toutes les attentes des utilisateurs vis-à-vis des systèmes de connexion actuels et à venir.

– Fin –