

ARINC 818

Quoi de neuf dans l'ARINC 818 SUPPLÉMENT 2

Un livre blanc par Paul Grunwald



*Great River
Technology*

www.greatrivertech.com

Quoi de neuf dans l'ARINC 818 SUPPLÉMENT 2

Paul Grunwald, Great River Technology, Inc., Albuquerque, NM

Résumé

Le bus ADVB (Avionics Digital Video Bus) ou officiellement, l'ARINC 818, a été initialement ratifié en octobre 2006, largement soutenu et appuyé par l'industrie. Depuis lors, l'ARINC 818 a été utilisé comme protocole de transport vidéo pour les écrans de cockpit du Boeing 787, Airbus A350 et A400M, C-130 AMP et pour les programmes de mise à niveau du C-17, F15, F18 et de nombreux autres avions militaires et commerciaux. En 2013, le Comité ARINC 818 produira la prochaine version de cette spécification. Cette mise à jour va ajouter des nouvelles fonctionnalités et standardiser certaines options client et industrie qui ont été développées comme conceptions de pointe. Great River Technology est l'éditeur de l'industrie pour le prochain supplément ; ce document passera en revue les éléments techniques actuels qui sont ajoutés dans le Supplément 2.

ARINC 818 est un excellent exemple de la façon dont une norme bien définie, écrite dans un esprit de collaboration et de partenariat industriel, peut favoriser l'interopérabilité et les meilleures pratiques. Les mises à jour d'une spécification, pour y ajouter des nouvelles fonctionnalités et capacités, conservent la fraîcheur des normes et des implémentations, tout en assurant que les besoins de l'industrie sont respectés. Le processus de normalisation de l'ARINC 818-2 rassemble les participants, les leaders d'opinion et les clients afin que l'écosystème de l'ARINC 818 demeure sain et dynamique.

Introduction

Avant l'ARINC 818, il y avait la norme FC-AV (Fibre Channel, Audio Video). La désignation officielle de cette norme est ANSI INCITS 356-2002. FC-AV utilise les couches 0 - 4 des normes FC (Fibre Channel). Comme HOTLink®, FC-AV peut utiliser le cuivre ou la fibre pour la couche physique (FC-0) et utilise également l'encodage 8b/10b dans le cadre du protocole de transmission (FC-1). FC-2 définit un système de conteneur pour la vidéo. Le système de conteneurs décrit comment l'image vidéo est divisée en images Fibre Channel pour la transmission ; il comporte un en-tête de conteneur et des objets. Les objets contiennent des données auxiliaires ainsi que des données audio et vidéo. L'en-tête du conteneur décrit le format de la vidéo et la façon dont il va être organisé dans les images FC subséquentes.

La couche de gestion de Fibre Channel (FC-3) n'est généralement pas utilisée dans FC-AV, mais la couche de mappage (FC-4) l'est, notamment le protocole PCHP (Frame Header Control Protocol). L'en-tête d'image est utilisé comme moyen de communiquer les informations requises pour reconstruire l'image vidéo qui est encapsulée dans le conteneur. FC-AV est également un protocole bidirectionnel. Pour des informations détaillées sur FC-AV, consulter <http://www.fc-av.info>.

En 2005, Airbus et Boeing ont estimé nécessaire de renforcer les capacités des nouveaux programmes 787 et A400M, et un nouvel effort de normalisation a été lancé par le biais du Digital Video Subcommittee (sous-comité de vidéo numérique) de l'ARINC. La principale motivation pour la norme était de consolider de nombreuses normes propriétaires qui existaient dans la chaîne logistique de l'avionique. Par exemple, les fabricants d'écrans tels que Honeywell, Rockwell Collins et Thales avaient chacun leurs propres protocoles pour leurs produits. La nouvelle norme a également incorporé une bande passante accrue et les caractéristiques décrites ci-dessous.

L'objectif majeur de l'ARINC 818 a été de fournir un protocole robuste capable de traiter la bande passante élevée des systèmes vidéo de l'avionique moderne et d'inclure des synchronisations précises pour l'affichage synchrone des lignes. Fibre Channel demeure la couche physique pour le bus ; il offre également les avantages des protocoles modernes de réseaux en matière de capacités de routage et de protocole. FC est aussi déterministe avec une faible latence. L'ARINC 818 inclut la détection d'erreurs.

Bande passante élevée

Au moment où l'ARINC 818 a été ratifié, le protocole Fibre Channel prenait en charge des débits de liaison de 1,0625, 2,125, 4,25 et 8,5 Gb/s. Depuis lors, les débits de liaison de 14,025 et 28,05 Gb/s ont été publiés, avec des vitesses encore plus élevées prévues en fonction des besoins du marché. Par exemple, un écran à résolution WQXGA (2560 x 1600 pixels @ 24 bits couleur) à 30 Hz aurait besoin d'une bande passante de 3864 Mb/s.

Latence faible

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'ARINC 818 est d'offrir des vidéos non compressées avec un délai de latence très faible, moins d'une image dans de nombreuses implémentations. Une faible latence est importante pour les écrans de cockpit en temps réel, et en particulier pour les affichages tête haute (HUD) où des différences entre les images HUD et l'arrière-plan réel peuvent provoquer des vertiges ou le mal des mouvements chez le pilote.

La latence est généralement déterminée par l'implémentation. Dans certains cas, l'image est transmise selon FIFO et peut être presque en temps réel. D'autres implémentations utilisent deux tampons d'image et affichent l'un, tandis que l'autre est le remplissage (« ping-pong ») donnant une latence d'une seule image. À 30 Hz, cela équivaut à une latence de 33 ms ; à 60 Hz, elle est de 16 ms, qui est suffisamment faible, même pour les applications les plus exigeantes [1]. Dans l'ARINC 818, il n'y a pas de limitations sur la fréquence d'images et des latences encore plus courtes sont possibles avec des fréquences d'images élevées.

L'ARINC 818 a été initialement publié en octobre 2006 avec le supplément 1 publié un an plus tard. Depuis lors, le protocole a été utilisé dans des dizaines de programmes et les écrans de l'ARINC 818 enregistrent des centaines de milliers d'heures de vol sur des avions militaires et commerciaux.

À mesure que ces programmes ont avancé, des nouvelles exigences et applications du protocole ARINC 818 sont apparues. Dans l'intérêt du maintien de l'interopérabilité dans la communauté de l'ARINC 818, l'APIM 13-001 (ARINC Project Initiation/Modification) a été envoyé au Groupe de travail vidéo numérique et le projet a été approuvé lors de la réunion de janvier 2013 à Coral Gables en Floride.

Pendant le printemps et l'été, des représentants d'Airbus, Boeing, Cotsworks, Elbit, Thales, Honeywell, DDC, SRB Consulting, Inc. et Great River Technology ont proposé, débattu et rédigé des articles pour le supplément. En août 20-2 à Annapolis, Maryland, une réunion face à face a eu lieu et le projet de supplément a été élaboré. Il est prévu que le supplément 2 sera ratifié lors de la 2013 AEEC Mid-Term session à Zagreb, Croatie, du 31 octobre au 1er novembre.

Les éléments suivants, discutés ci-dessous, ont été incorporés dans le supplément.

Vitesses

Dans l'ARINC 818-1, les vitesses suivantes sont prises en charge.

Tableau 1. Vitesses de l'ARINC 818-1

Fréquence (Gb/s)	Remarque
1,0625	Fréquence FC 1x
1,5	
1,62	
2,125	Fréquence FC 2x
2,5	
3,1875	Fréquence FC 3x
4,25	Fréquence FC 4x
8,5	Fréquence FC 8x

Le supplément 2 a élargi la liste pour inclure les fréquences de liaison suivantes :

Tableau 2. Vitesses de l'ARINC 818-2

1,0625	Fréquence FC 1x
1,5	
1,62	
2,125	Fréquence FC 2x
2,5	
3,1875	Fréquence FC 3x
4,25	Fréquence FC 4x
5,0	
6,375	Fréquence FC 6x
8,5	Fréquence FC 8x
12,75	Fréquence FC 12x
14,025	Fréquence FC 16x
21,0375	Fréquence FC 24x
28,05	FC 32x

Les vitesses 6x, 12x et 24X ont été ajoutées pour tenir compte de l'utilisation, comme média physique, de câble coaxial haute vitesse bidirectionnel avec alimentation. La fréquence de 5 Gb/s a été ajoutée pour tenir compte des vitesses spécifiques d'implantation prises en charge par certaines FPGA.

En plus des vitesses et des ICD ci-dessus, il est possible de spécifier d'autres fréquences pour l'implémentation d'un chemin de retour uniquement de données spécifiques. Par exemple, une caméra peut avoir une liaison de commande de vitesse basse qui n'a même pas besoin de la fréquence FC 1x.

Compression et chiffrement

La spécification ADBV initiale a été prévue pour transporter seulement les vidéos et audios non compressées. Pour les capteurs et les écrans haute résolution actuels, la compression des enregistrements est souhaitable. En outre, certaines données peuvent être de nature sensible et doivent être protégées. Pour tenir compte de ces exigences, la spécification a été modifiée afin de permettre à de nouveaux types de classe d'objet d'indiquer si une charge utile est compressée, chiffrée ou les deux.

Étant donné qu'ADVB était initialement dérivé de la spécification Fiber Channel Audio Video, il a utilisé les mêmes types de classe d'objet. Ces types de classe sont spécifiés dans l'en-tête du conteneur AVDB pour les objets 0 - 3. Ces derniers étaient 50h pour les données auxiliaires dans l'objet 1, 40h pour les données audio dans l'objet 1 et 10h pour la vidéo dans les objets 2 et 3.

Plutôt que de tenter de couvrir tous les types de codec de compression ou d'algorithme de chiffrement, la décision était de suivre la philosophie de l'ARINC 818, de laisser l'ICD être le document de contrôle et définir les algorithmes utilisés pour le projet. D'autres types de classe de 51h, 52h et 53h peuvent maintenant être spécifiés pour compresser, chiffrer ou les deux respectivement pour les données auxiliaires. De même, pour l'audio, les types d'objet 41h, 42h et 43h sont disponibles. Pour la vidéo, les types 11h, 12h et 13h peuvent être utilisés.

Si une implémentation utilise plusieurs codecs ou algorithmes, le champ index vidéo numérique paramétrique simple est disponible comme sélecteur. Cela signifie que, comme les autres éléments de l'ARINC 818, la spécification elle-même est indépendante et l'ICD précisera les détails de l'implémentation.

Commutation

L'ARINC 818 a été défini comme une interface point-à-point afin d'assurer une qualité de service à 100 %. Toutefois, étant donné que les systèmes avioniques ont souvent plusieurs canaux, permettre la commutation est devenu important. Encore une fois, afin d'assurer l'interopérabilité, il était important de formaliser dans la spécification certains détails de l'implémentation et les recommandations. Seulement quelques exigences dures ont été insérées.

La première exigence est que la commutation active se produise uniquement entre les conteneurs. D'un point de vue pratique, cela signifie que si vous êtes en train de transmettre des données vidéo, le commutateur doit attendre la période de blanking vertical pour prévenir les fractures d'images vidéo. Pour les données et l'audio, cela devient un peu difficile et la taille du conteneur doit être prise en compte, sinon la latence de commutation peut devenir trop importante en attendant la fin d'un conteneur.

Comme les autres points abordés, l'ARINC 818-2 fournit des directives sur l'ICD portant sur des questions telles que le contrôle en bande ou hors bande, le multicast, les états du port, les diagnostics et la latence.

Couleur à séquences de trames

Un code de format vidéo a été ajouté en support de la couleur à séquences de trames. Le mode couleur à séquences de trames envoie généralement chaque composante de couleur dans un conteneur séparé. Par exemple, le mode RVB envoie typiquement R, puis V, puis B et répète. Chaque conteneur serait à 3x la fréquence de base, c'est-à-dire 180 Hz pour une vidéo à 60 Hz.

Agrégation de canaux

Une méthode courante pour surmonter les limitations de bande passante de liaison a consisté à utiliser plusieurs liaisons pour transporter la vidéo. L'image vidéo est divisée en segments plus petits et elle est transmise sur 2 ou plusieurs liaisons. Des liaisons multiples peuvent être utilisées pour réduire le coût d'implémentation ; par exemple, utiliser un FPGA capable de fournir 2 liaisons à 3,1875 Gb/s peut être moins cher que 1 liaison à 6,375 Gb/s.

Par exemple, une image WQXGA ayant une profondeur de couleur de 24 bits à une fréquence de 60 Hz exigerait une bande passante de 737 280 000 b/s. Avec l'agrégation de canaux, cette image pourrait être fractionnée et transmises sur deux liaisons ARINC 818 à 4,25 Gb/s.

La méthode consistant à diviser la vidéo est spécifique à l'implémentation, mais elle est généralement faite par moitiés gauche/droite, ou par pixels pairs/impairs. Encore une fois, l'ICD est le document de contrôle qui doit spécifier les éléments tels que l'obliquité et la latence admissibles entre les canaux.

Pour être conforme à la spécification, chaque liaison transmet une image ADVB complète avec en-tête et données auxiliaires. Pour réduire la profondeur de la mémoire tampon, il est recommandé que les liaisons soient synchronisées à 1/5 de la durée maximale de l'image ADVB.

Liaisons uniquement de données

Une autre disposition ajoutée à l'ARINC 818 permet les liaisons uniquement de données. Les liaisons uniquement de données sont une méthode de commande et de contrôle, d'état ou de coordonnées d'écran tactile. Dans cette situation, seuls les conteneurs de l'Objet 0 sont envoyés. L'en-tête du conteneur ADVB communique les tailles (en octets) des données de l'Objet 0 au récepteur, lequel est capable de détecter que le transfert est uniquement de données, de trois façons possibles :

(1) Les tailles de l'Objet dans l'en-tête du conteneur ADVB sont définies à 0 pour les Objets 1, 2 et 3.

(2) Les valeurs des rangées et colonnes dans le Mot 0 des données auxiliaires sont mises à 0.

(3) L'Objet 0 Mot 3 (mot de contrôle divers) transmet un paramètre de type 1 avec le bit 8 activé.

La taille des transferts uniquement de données n'est pas limitée et peut être composée de plusieurs images ADVB. La taille totale (en octets) sera indiquée dans le champ de taille de l'Objet 0, qui se trouve dans l'en-tête du conteneur ADVB. Toute règle spéciale relative à la mise en paquets (p. ex., les images ADVB sont de taille fixe) doit être spécifiée dans un ICD. Les fréquences de liaison ADVB uniquement de données peuvent être l'une des fréquences de liaison standard décrites ci-dessus, ou peuvent être une fréquence différente établie par l'ICD.

Interfaces de caméra bidirectionnelle

Pratiquement parlant, une interface de caméra bidirectionnelle n'est qu'un cas spécial d'une liaison uniquement de données, mais il a été jugé nécessaire d'incorporer certaines directives pour ces classes d'implémentations. L'interface vidéo de la caméra doit utiliser l'une des fréquences de données standard et le canal de contrôle doit se conformer aux règles susmentionnées pour une liaison uniquement de données. Une autre utilisation potentielle de l'interface de contrôle de caméra uniquement de données, consiste à utiliser le paquet pour la synchronisation de plusieurs caméras, afin de faciliter les opérations telles que la fusion et le mélange. Dans ce cas, un bit est fourni indiquant que le conteneur est un marqueur de synchronisation et de synchroniser sur le symbole SOFi (Start of Frame Initiate) pour le canal vidéo. Une fois de plus, l'ICD du projet précisera les paramètres de contrôle de la caméra et les tolérances de la synchronisation vidéo.

Stéréo et autres affichages

Il a toujours été possible d'effectuer des affichages stéréo avec ARINC 818, mais le Supplément 2 a ajouté certains paramètres de contrôle visant à donner plus de souplesse non seulement à l'élaboration de stéréos, mais aussi à l'élaboration d'affichages d'images partielles, de mosaïques et de régions d'intérêt. Exemples : bandes verticales (Figure 1), bandes horizontales (Figure 2) et mosaïque (Figure 3).

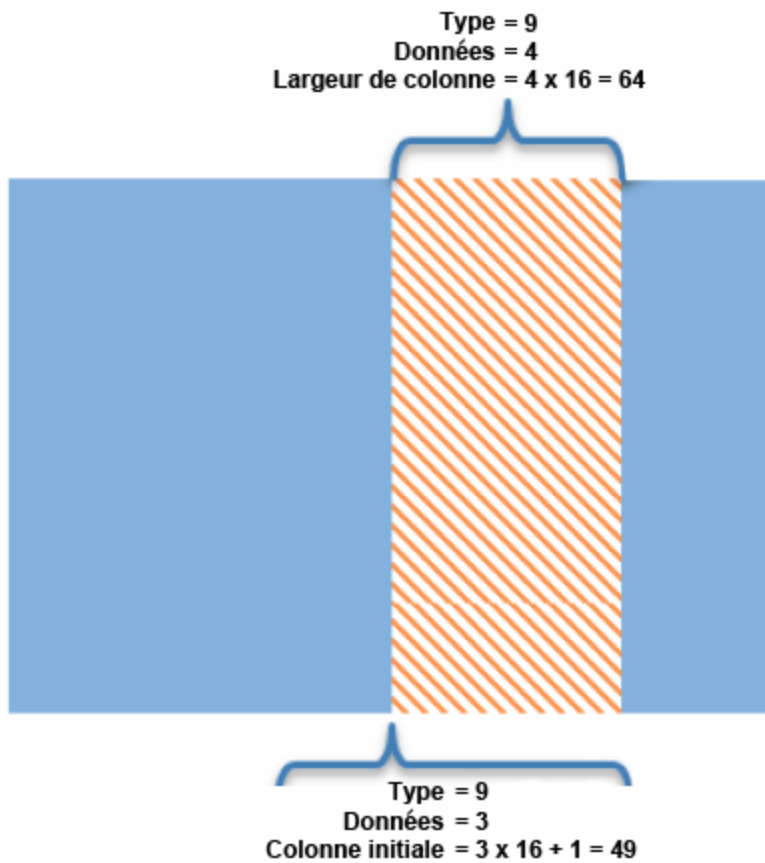


Figure 1. Transmission d'une bande verticale à l'aide des paramètres de types 8 et 9.

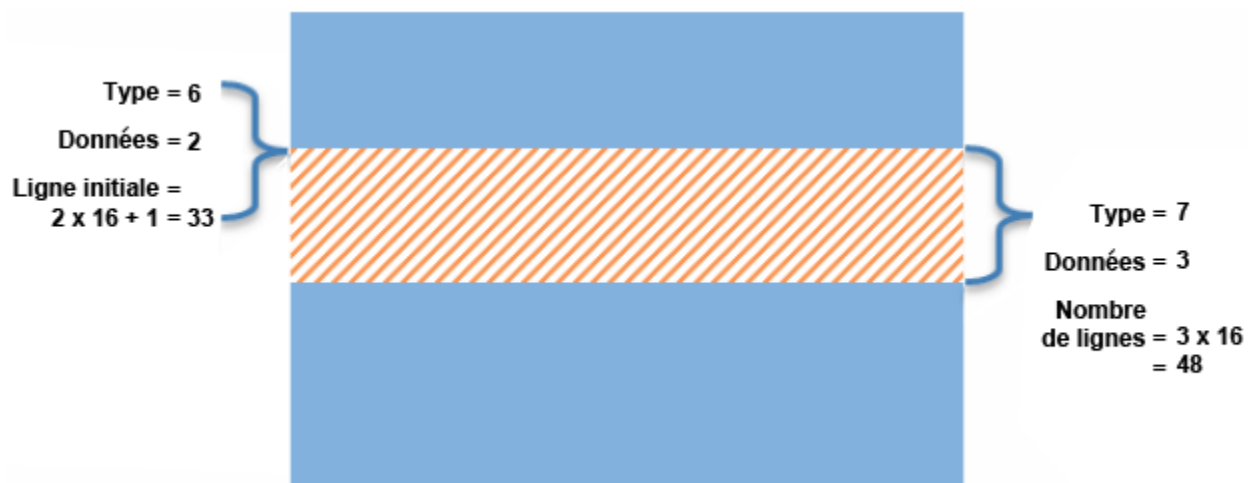


Figure 2. Transmission d'une bande horizontale à l'aide des paramètres de types 6 et 7.

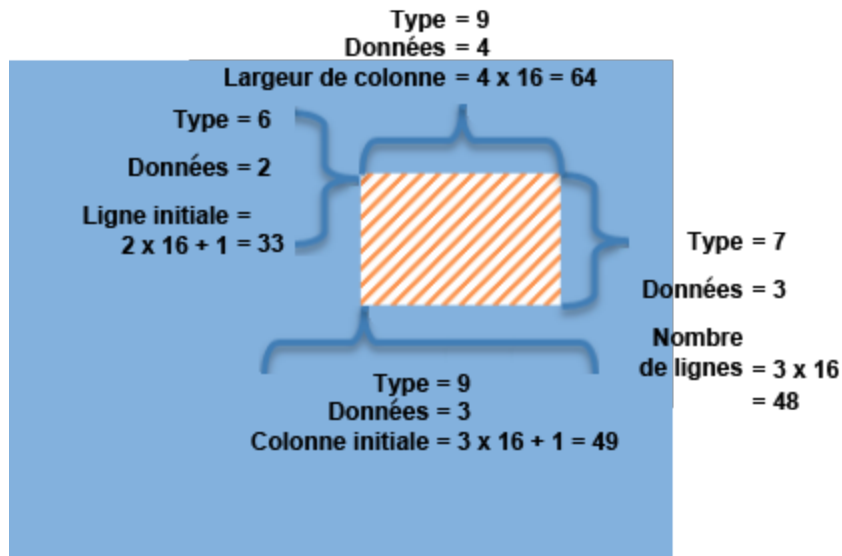


Figure 3. Transmission d'une mosaïque rectangulaire à l'aide des paramètres de types 6, 7, 8 et 9.

Avec le contrôle supplémentaire, il est possible de faire des tranches horizontales et verticales. Lorsqu'une tranche horizontale et une tranche verticale sont utilisées ensemble, une région d'intérêt peut être définie. Il est également possible de définir des images de canal droit et gauche, et des zones d'encart. Des dispositions ont également été ajoutées afin d'assurer que le CRC (Cyclic Redundancy Check) est calculé sur les pixels souhaités.

Performances optiques

L'ADVB n'a jamais directement spécifié un support physique ; il a plutôt fait référence à d'autres spécifications telles que l'ARINC 801 (connecteurs de fibre optique) et l'ARINC 802 (câble à fibre optique). Pour assurer l'interopérabilité et les performances du système, une section de performance de signal optique a été ajoutée à l'ICD. Selon la recommandation, l'ICD doit contenir les paramètres suivants pour les émetteurs :

- Type de fibre optique dans laquelle le signal est injecté
 - o Mode simple ou multimode
 - o Gradient d'indice ou saut d'indice
 - o Diamètre du noyau et de l'enveloppe
- Fréquence des données
- Longueur d'onde optique et largeur spectrale maximale
- Puissance de sortie optique minimale et maximale
- Amplitude de la modulation optique crête-à-crête et/ou rapport d'extinction
- Temps maximal de montée et descente et/ou diagramme de l'œil

L'ICD doit contenir les paramètres suivants pour les récepteurs :

- Type de fibre optique à partir de laquelle le signal est reçu
 - o Mode simple ou multimode
 - o Gradient d'indice ou saut d'indice
 - o Diamètre du noyau et de l'enveloppe

- Fréquence des données
- Longueur d'onde optique et largeur spectrale maximale
- Puissance optique reçue (CW) minimale et maximale
- Niveaux d'affirmation et de désaffirmation de détection de signal

Calcul du CRC

L'un des problèmes d'implémentation les plus difficiles de l'ARINC 818-1 a été le calcul correct du CRC de l'image précédente. Le calcul du CRC est complexe et il est facile de faire des erreurs d'implémentation. Un exemple détaillé a été ajouté illustrant chaque étape du calcul du CRC de l'image.

ARINC 818-2 et les systèmes futurs

La norme d'interface vidéo et protocole ARINC 818 a été développée pour une bande passante élevée, une faible latence et des transmissions vidéo numériques non compressées. La norme a été avancée par l'ARINC et la communauté aérospatiale pour répondre aux besoins stricts de vidéo numérique haute performance. Avant même sa publication, le protocole a été adopté par les principaux programmes aérospatiaux et militaires, et il est devenu la norme de facto pour les systèmes vidéo militaires à haute performance. L'ARINC 818 est déjà en cours d'évaluation pour son application dans le domaine médical et la vision par ordinateur.

Les systèmes vidéo ARINC 818 comprennent les capteurs d'infrarouge et d'autres longueurs d'onde, les caméras optiques, les radars, les enregistreurs de vol, les systèmes de cartes / graphiques, la vision synthétique, les systèmes de fusion d'images, les affichages tête haute, les affichages multifonctions tête basse et les concentrateurs vidéo. Ces systèmes vidéo sont utilisés comme aide au roulement au sol et au décollage, au chargement de cargaison, à la navigation, à la poursuite de cible, à l'évitement des collisions et autres fonctions critiques.

L'ARINC 818-2 ajoute des fonctionnalités à la spécification pour prendre en charge des systèmes vidéo complexes, de bout en bout, y compris les capteurs, le traitement / la commutation et l'entraînement d'écrans.

Conclusion

L'ARINC 818 continue d'être adopté par un nombre croissant de programmes en raison de la robustesse de sa vérification d'erreurs, sa faible latence et sa bande passante élevée pour l'affichage, les caméras et les capteurs. Il est utilisé littéralement dans le monde entier pour les programmes de mise à niveau et de développement de nouveaux avions civils et militaires. Tel que démontré par leur participation active dans le développement de ce supplément à la spécification, l'ADVB jouit d'un large soutien de la part des constructeurs et fournisseurs de l'industrie aéronautique. Avec l'ajout de vitesses supérieures, le support pour la compression et le chiffrement, le réseautage et les schémas sophistiqués d'affichage, l'adoption de l'ARINC 818 continuera de croître et d'étendre les profils de mission au sein et au-delà de l'avionique.

Référence

[1] Randall E. Bailey, J.J. (Trey), Arthur III, Steven P. Williams, et Lynda J. Kramer, « Latency in Visionic Systems: Test Methods and Requirements », Hampton, VA, NASA Langley Research Center.

32e Conférence sur les systèmes d'avionique numérique

6-10 octobre 2013