

ARINC 818

La vidéo analogique dans l'ARINC 818

Un livre blanc par Paul Grunwald



*Great River
Technology*

www.greatrivertech.com

La vidéo analogique dans l'ARINC 818

Un livre blanc par Paul Grunwald

Great River Technology, 4910, Alameda Blvd NE, Albuquerque NM USA 87113

Présenté au SPIE DSS, Baltimore, 20-24 avril 2015

RÉSUMÉ

De nombreux avions militaires et commerciaux continuent d'utiliser la vidéo analogique, telle que RS-170, RS-343 ou STANEG 3350. Bien que les composants numériques individuels puissent être peu coûteux, le coût d'homologuer et de rénover toute une flotte d'avions peut être prohibitif. Un programme de mise à jour incrémentielle ou partielle selon lequel les caméras analogiques sont conservées, mais les données sont converties et traitées de manière numérique, peut être une option intéressante. Ce document décrit l'expérience de Great River Technology dans la conversion de plusieurs canaux de RS-170 et leur multiplexage par le biais d'un concentrateur afin de les mettre sur un seul câble ou fibre optique. Ce document abordera également d'autres architectures et comment l'ARINC 818 peut être utilisé avec les systèmes existants.

1. INTRODUCTION

De nombreux avions militaires et commerciaux continuent d'utiliser la vidéo analogique, telle que RS-170, RS-343 ou STANEG 3350. Bien que les composants numériques individuels puissent être peu coûteux, le coût d'homologuer et de rénover toute une flotte d'anciens avions peut être prohibitif. Les principaux déterminants des coûts incluent la main-d'œuvre pour fabriquer, remplacer et installer les nouveaux câblages dans l'avion. Les homologations et autorisations réglementaires peuvent également être coûteuses et longues. Une solution pour remédier à certains de ces facteurs de coût est un système hybride qui permettrait la réutilisation de certains composants tels que les écrans, la caméra ou le câblage avec les avantages d'un protocole moderne tel que l'ARINC 818.

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 la nécessité de consolider de nombreux standards 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 spécification ARINC 818-1 a été ratifiée en janvier 2007 avec la participation d'un large éventail de fournisseurs de l'aérospatiale. La révision 2 de la spécification, qui ajoute des fonctionnalités et des capacités, a été ratifiée en décembre 2015.

Ce document aborde trois thèmes principaux : (1) les leçons tirées de la conversion entre la vidéo analogique (RS-170) et l'ARINC 818, (2) les méthodes permettant d'inclure plusieurs flux vidéo sur l'ARINC 818, et (3) l'utilisation de CoaXPress dans une installation existante.

2. CAPTURE DE VIDÉO ANALOGIQUE

Plusieurs protocoles de vidéo analogique sont utilisés en avionique. Les plus communs sont RS-170 et RS-343 aux États-Unis. En Europe, STANEG 3350 est très commun. Nous allons nous concentrer sur la mise en œuvre du RS-170 qui est probablement le plus commun à l'échelle mondiale. Le RS-170 est très étroitement liée à la vidéo NTSC qui était la norme de télévision nord-américaine approuvée en 1953. Ce dernier est devenu le RS-170A lors du passage à la télévision en couleur. La plupart des émissions de télévision analogiques ont cessé en 2009 avec le passage à la télévision numérique.

Tableau 1. Protocoles de vidéo analogique

	<i>Total de lignes</i>	<i>Lignes actives</i>	<i>Trames/seconde</i>	<i>Images/seconde</i>	<i>Commentaire</i>
NTSC EIA RS-170	525	480	60 i	30	
NTSC couleur RS-170A	525	480	60 i	30 + NTSC couleur	
PAL			50i	25 + PAL couleur	
PAL non entrelacé	312			50	
SECAM	625		50 i	25 + SECAM couleur	
RS-343	875 (jusqu'à 1023)		60		
STANAG 3350 Classe A	625		60		Semblable à RS-343
STANAG 3350 Classe B	625		50		Similaire à PAL
STANAG 3350 Classe C	525		60		Semblable à NTSC RS-170A

Il existe de nombreuses implémentations de RS-170 et les différences sont parfois très subtiles. Pour les besoins de notre exemple, nous serons aussi génériques que possible. À l'origine, RS-170 était 29,97 images entrelacées de vidéo par seconde. Chaque image a 262,5 lignes de balayage pour un total de 525. Le raster visible était de 483 lignes. Les lignes non visibles sont l'intervalle de suppression de trame qui étaient là initialement pour les CRT à base de tubes, afin de retourner le faisceau au début de l'image. Les implémentations plus modernes du RS-170 ne sont pas entrelacées.

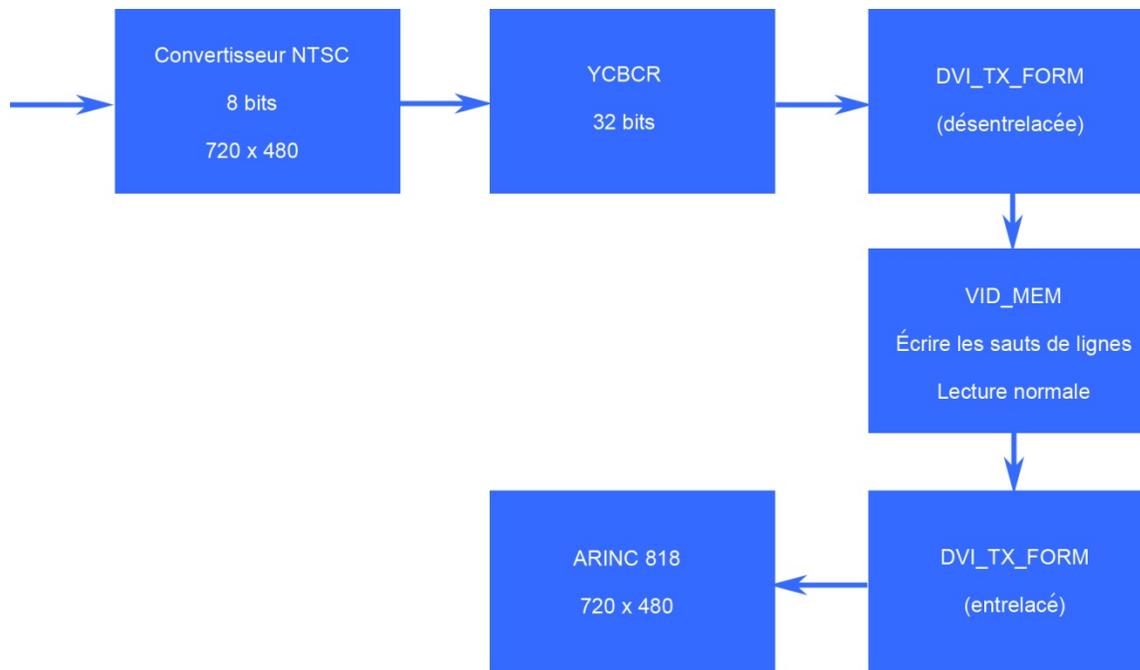


Figure 1. Vidéo NTSC à 60 Hz.

Notre exemple reçoit 60 Hz de vidéo NTSC couleur. Un décodeur vidéo SDTV à 10 bits, 4x suréchantillonnage ADV7180BCPZ pour périphériques analogiques, est utilisé pour numériser la vidéo au format YcBcR 720x480. Le convertisseur cherche des données embarquées sur lesquelles activer vsync et hsync. Les données sont retardées et activées uniquement pour chaque 4ème instance des données d'entrée 8 bits pour créer un signal YCBCR 32 bits. Il recherche les numéros de lignes qui sont considérées comme des données auxiliaires et les supprime de l'activation ; il crée également un vsync généré après la dernière ligne de données actives. Ces données sont ensuite chargées dans un tampon d'images où elles sont essentiellement stockées comme si elles étaient reçues d'un tampon entrelacé DVI plus moderne. Cela a été fait pour le rendre compatible avec le noyau actuel GRT ARINC 818 FPGA.

3. CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION

La résolution de la vidéo capturée est la norme 4:3, mais chaque ligne vidéo peut être échantillonnée à une résolution inférieure ou supérieure (c.-à-d., 640 x 480). Les données PAL sont normalement échantillonnées par exemple à 768 x 573. Selon la spécification NTSC1, les données auxiliaires sont permises dans les périodes de suppression et ces données peuvent être capturées et mises dans les données auxiliaires de l'ARINC 818. Cela peut inclure des éléments tels que les données de télétexte, temps, position ou paramètres de caméra. Les sous-titres peuvent également être capturés. La profondeur de couleur de la vidéo numérisée est également facultative. Le système YcBcR peut être conservé ou converti en 8, 16 ou 24 bits en fonction de la fidélité requise et des bandes passantes disponibles du système.

Dans l'exemple ci-dessus, nous avons capturé les données comme étant non entrelacées et placé ces dernières au format Objet 2 (balayage progressif) dans l'ARINC 818. On pourrait également capturer la vidéo entrelacée et utiliser les conteneurs Objet 2 et Objet 3 de l'ARINC 818. NTSC comporte également l'audio qui peut être capturée et mise dans un conteneur Objet 1 de l'ARINC 818.

Dans l'exemple ci-dessus, l'ensemble de l'image vidéo est mis dans une mémoire tampon de la vidéo. Pour une mission ou une application à sécurité critique, ou si une application qui ne peut pas tolérer une image complète de latence, il peut être souhaitable d'utiliser un tampon FIFO que ne peut contenir qu'une seule ligne de vidéo. Ces

réflexions sur l'architecture doivent être prises tant au niveau système que dans le contexte des articles comme l'homologation DO-254 ou l'obtention d'un TSO.

4. SORTIE ANALOGIQUE

À la sortie, les données sont prises dans la mémoire tampon de l'ARINC 818, converties en espace couleur YcBcR et chargées dans une puce de sortie analogique dans l'ordre inverse de la capture ci-dessus. Dans notre exemple, nous n'avons pas capturé de données non-images supplémentaires, mais, si elles existaient, elles seraient également chargées dans la puce avec les données vidéo pour insertion dans le flux vidéo.

Les critères de conception et d'implication les plus critiques seraient de veiller à ce que le flux de sortie vidéo soit compatible avec l'affichage vidéo. Cela comprendrait les périodes de suppression horizontale et verticale et le minutage du balayage et de la ligne. Pour de nombreuses implémentations, ce ne serait qu'une question de mise en place de la puce DA, mais aussi de considérations physiques telles que les niveaux de sortie, le câble et la perte en ligne, etc.

5. MULTIPLEXAGE DE L'ARINC 818

La bande passante est un autre avantage de la numérisation des signaux analogiques tels que le RS-170. De nombreux systèmes existants sont limités à une source ou un affichage par câble. Par la numérisation et le multiplexage, de nombreuses vidéos existantes ou même des flux de données, peuvent être mis sur un seul câble coaxial existant ou une seule fibre.

Tableau 2. Débits des données

720x480 @ 60 Hz RVB 8:8:8 (24 bits)	0,622 Gb/s (aucun overhead)
	0,684 Gb/s (avec overhead)
720 x 480 @ 60 Hz YCbCr (16 bits)	0,414 Gb/s (aucun overhead)
	0,456 Gb/s (avec overhead)

De nombreuses implémentations de l'ARINC 818 fonctionnent à 3,1875 Gb/s ou 4,25 Gb/s sur ce qui est essentiellement du matériel courant et une fibre de qualité centre de données. Dans l'ARINC 818-1, les vitesses suivantes (Gb/s) sont prises en charge :

- 1,0625 (FC 1x taux)
- 1,5
- 1,62
- 2,125 (FC 2x taux)
- 2,5
- 3,1875 (FC 3x taux)
- 4,25 (FC 4x taux)
- 8,5 (FC 8x taux)

Le supplément 2 a élargi la liste pour inclure les taux de liaison suivants :

- 1,0625 (FC 1x taux)
- 1,5
- 1,62
- 2,125 (FC 2x taux)

- 2,5
- 3,1875 (FC 3x taux)
- 4,25 (FC 4x taux)
- 5,0
- 6,375 (FC 6x taux)
- 8,5 (FC 8x taux)
- 12,75 (FC 12x taux)
- 14,025 (FC 16x taux)
- 21,0375 (FC 24x taux)
- 28,05 (FC 32x taux)

Est-il possible de prendre en charge des dizaines de canaux sur une seule liaison ? Dans l'ARINC 818, ceci est accompli en utilisant un simple Accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) sur le lien. Chaque flux reçoit son propre slot et par l'utilisation d'un ID de source (S_ID) dans la tête de l'ARINC 818, chaque conteneur est identifié de façon unique.

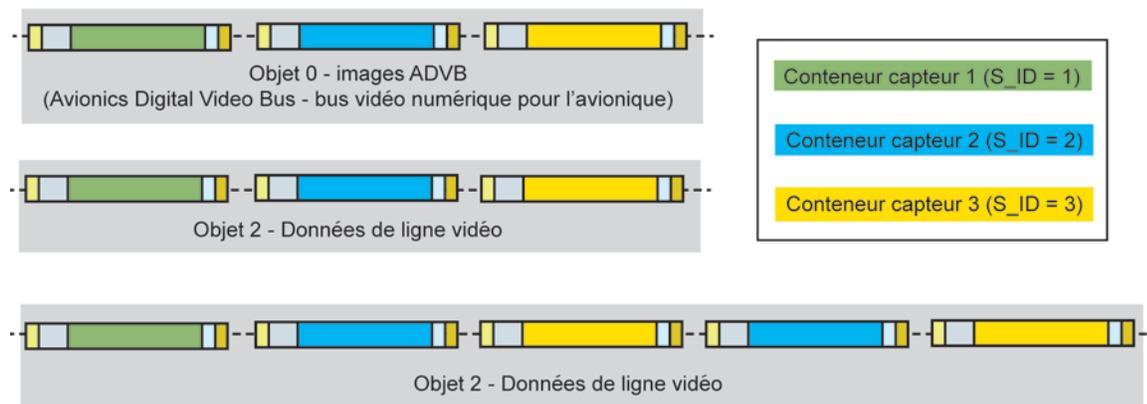


Figure 2. Identification des conteneurs.

L'ARINC 818-2 prend également en charge la commutation et avec à la fois un ID de source (S_ID) et un ID de destination (D_ID), des flux de données ou de vidéo différents peuvent être acheminés par un commutateur ou un concentrateur/démultiplexeur intelligent. Comme pour la plupart des implémentations de l'ARINC 818, l'architecte et les concepteurs du système ont une grande marge de manœuvre pour spécifier les détails de la mise en œuvre dans le document de contrôle d'interface (ICD) du projet.

6. INSTALLATIONS EXISTANTES

De nombreuses implémentations existantes utilisent un câble coaxial de 75 ohms, qu'il serait excessivement coûteux ou pas pratique de rééquiper en fibre optique. CoaXPress est une norme pour la vidéo haute vitesse sur câblage coaxial développée pour le secteur de la vision par ordinateur. CoaXPress a été initialement développé par Adimec, Active Silicon et Components Express à l'aide de la technologie de puce d'EqcoLogic. La norme a été ratifiée en mars 2009.

La couche physique est dotée de fonctionnalités désirables pour l'industrie aérospatiale et la défense : elle permet de communiquer à un débit atteignant 6 Gb/s (12,5 Gb/s planifié), y compris un chemin de retour de 21 Mb/s qui

permet la communication bidirectionnelle, et fournit jusqu'à 13 W de puissance, le tout sur une seule connexion coaxiale. Étant une interface cuivre, elle convient également bien pour prendre en charge les joints tournants et les collecteurs, qui peuvent être problématiques pour les implémentations de fibre optique.

La norme CoaXPress Bath définit à la fois une couche physique et une couche de protocole. Le protocole vidéo CoaXPress est optimisé pour la vision par ordinateur et ne répond pas spécifiquement aux besoins spéciaux des systèmes vidéo aéroportés. Tandis que les architectes de l'ARINC 818 se sont concentrés non seulement sur les besoins uniques des systèmes vidéo aéroportés, mais aussi sur les exigences des normes de navigabilité commerciale. Dans de nombreux systèmes, l'implémentation de l'ARINC 818 doit détecter toute dégradation de liaison qui pourrait compromettre la sécurité du vol. Du point de vue des normes, l'ARINC 818 est indépendant de la couche physique et des implémentations sur fibre et cuivre existent aujourd'hui.

Le protocole ARINC 818 étant basé sur des paquets, il permet le multiplexage temporel des flux vidéo (et/ou des canaux de contrôle) sur une liaison unique. Ce fait, ainsi que le potentiel du concept de l'ARINC 818 Express pour inclure l'alimentation et la commande/contrôle d'une liaison retour des caméras sur un seul câble, pourrait constituer une solution de câblage supérieure pour les applications de tourelles multicateurs aéroportés.

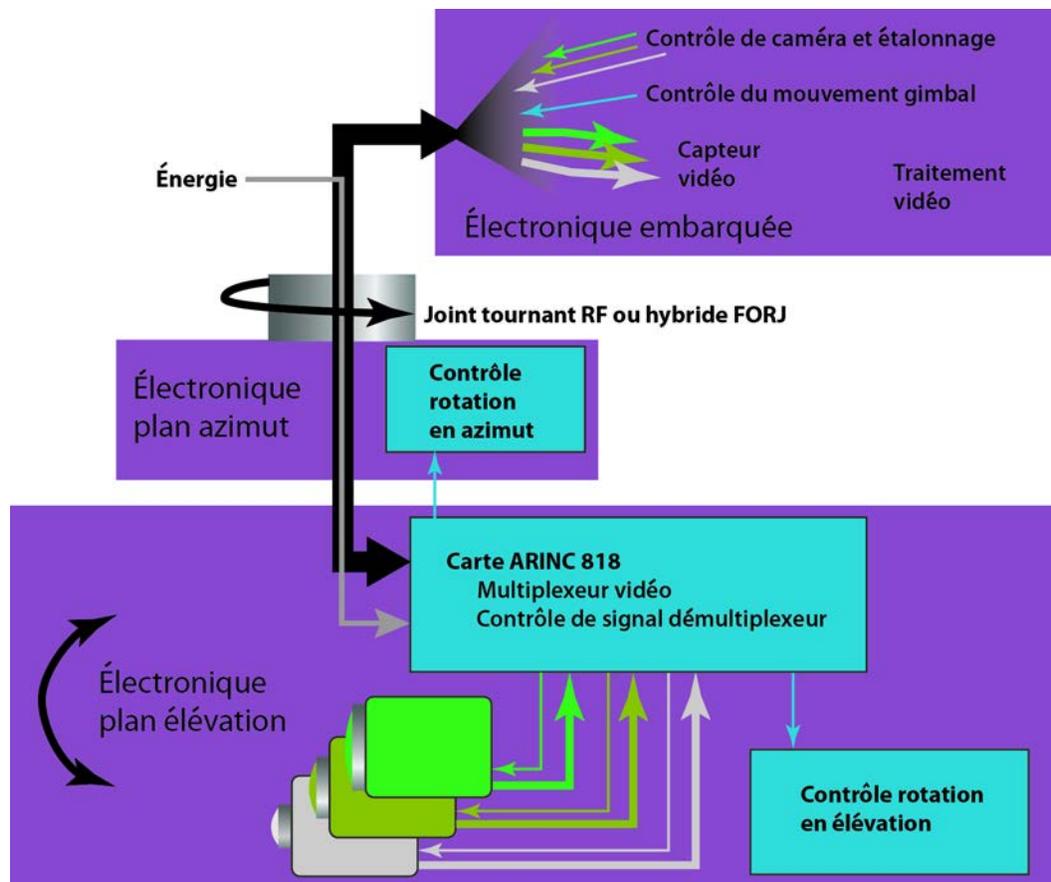


Figure 3. Exemple d'application de l'ARINC 818 Express.

Les tourelles aéroportées sont devenues courantes pour les applications ISR et pour les systèmes de vision perfectionnés (EVS). Dans les cas où plusieurs caméras sont installées dans une tourelle, et où chaque caméra doit disposer d'un câble vidéo, un câble de contrôle et un câble d'alimentation, la conception des degrés de liberté pour l'azimut et l'élévation peut devenir extrêmement complexe.

Ceci montre comment l'ARINC 818 Express utilisé avec contrôle et vidéo à multiplexage temporel peut réduire la complexité du câblage, les coûts (en réduisant le câblage qui doit passer par le collecteur), et le poids. Cette approche peut aussi accroître la fiabilité en réduisant la flexion du câblage.

Du point de vue de la fiabilité, l'avantage de cette approche est que le câblage pour la vidéo, le contrôle et l'alimentation, tel que requis par chaque caméra, peut être très court et peut se produire dans le plan d'élévation de sorte qu'il n'y ait peu ou pas de flexion des câbles.

CONCLUSION

L'ARINC 818 est un protocole moderne de transport de données et de vidéo qui peut également être appliqué à des systèmes existants. De conception hybride avec composants à la fois existants et modernes, il peut être mis en œuvre en toute sécurité dans les conceptions des avions d'aujourd'hui. Le mélange d'anciens composants et câblage analogiques peut économiser de l'argent tout en mettant l'avionique à un niveau adapté aux conceptions à la pointe de la technologie.

1 <https://en.wikipedia.org/wiki/RS-170>.