

CFMS

Conversion numérique et formats asynchrones

Nicolas Sturmel, Février 2022

21 Février: Les formats asynchrones 1

- Le streaming - pourquoi asynchrone ?
- Les media de transport: USB, Firewire, réseau
- AES67/ST2110/Dante etc...
- PTP
- Multicast/unicast

A la fin de cours, je sais:

- Reconnaître quand deux systèmes sont synchronisés ou pas
- Expliquer d'où vient la latence
- Définir le streaming
- Donner les 3 principaux protocoles de base des standards AVB, AES67 et ST2110: PTP, IGMP, QOS
- Je connais la spécificité de AVB
- Expliquer comment fonctionne PTP
- Expliquer pourquoi et dans quels cas il est besoin d'interoperer

Formats asynchrones

1. Introduction

L'utilisation de format numériques sous entend la connaissance d'une horloge. En effet, bien qu'un signal numérique ne contienne que des échantillons, la base de temps servant à l'échantillonnage est très importante pour:

- sa conversion vers l'analogique
- Le traitement de son contenu (fréquences d'EQ etc...)

On notera aussi que la valeur de la grandeur physique (0 dB FS) peut aussi être très importante. C'est vrai en particulier lorsque la chaîne analogique en aval n'est pas linéaire. On pourra citer comme exemple le reamping bien que je doute que beaucoup de technicien y fasse attention. Ce cependant très vrai dans d'autres domaines de mesures physiques.

2. Horloge, Fréquence et Synchronisation

Une fréquence se définit par une valeur de l'intervalle temps (ou son inverse, la fréquence). Une horloge, revient à donner une origine ou phase à cette intervalle de temps afin de définir un instant précisément. En choisissant une origine (heure classique), nous sommes capable de décrire précisément tous les instants alors que en prenant la phase nous avons une indétermination sur le cycle.

La majorité des systèmes audionumériques ne se basent que sur une horloge définie par fréquence et phase, ce qui a deux conséquences:



- Cette fréquence doit être partagée (on parle de systèmes synchronisés, ou synchrones)
- Il existe une indétermination sur le nombre d'échantillons (périodes) de décalage entre deux systèmes synchronisés. Car il n'y a pas de transmission d'un instant origine précis.

On définit alors comme asynchrones deux systèmes qui ne sont pas synchronisés en fréquence. Ici la latence est d'autant plus grande car, le système qui reçoit et/ou envoie les échantillons doit avoir une marge plus importante pour s'adapter aux variations du système raccordé.

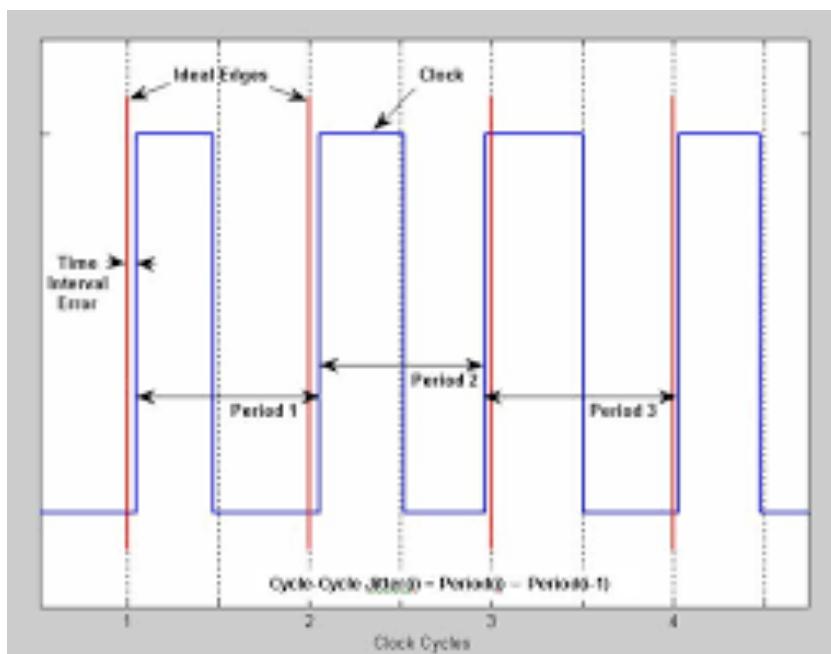
En audio, on parle de WordClock.

Question: citer des systèmes asynchrones et synchrones et les caractériser.

Note: deux systèmes synchronisés ne le sont jamais parfaitement. Il y a une indétermination sur la phase qu'on nomme jitter.

Jitter

Le jitter est l'imprécision d'un événement en temps. C'est la moyenne des possibilités (espérance) entre le temps idéal et le temps attendu.



3. Transport et asynchronie

Désolidariser le media de transport du media transporté

Alors qu'en audionumérique classique (AES/EBU, S/PDIF), le media de transport (le signal électrique) et le media transporté sont à la même Horloge, on parle de supports asynchrones quand le temps du media transporté et le temps du media de transport sont asynchrones.

Il y a alors un besoin de transporter l'information sous la forme de paquets.

Streaming: Transporter l'information par paquets en flux tendus, avec ou sans horloge

USB, FireWire

En USB ou FireWire, il existe le mode asynchrone qui permet à l'appareil branché de demander les échantillons en cadence avec sa propre horloge. Ce mode signifie que, implicitement, l'ordinateur doit toujours être prêt à traiter et fournir des échantillons à l'appareil.

Réseau Ethernet

Sur un réseau les communications sont par essence asynchrones. Dans un réseau ethernet je sais quand les données entrent mais jamais quand elles ressortent (potentiellement avec un temps infini, donc potentiellement jamais).

Latence

On comprend donc que la latence est toujours présente dans un système informatique, et que sa taille va dépendre du media de transport et de la manière dont l'information est codée.

- Radio/TV OTT (Over The Top) : 5 à 30 secondes.
- Live chat (Skype, Messenger, FaceTime) : 0,1 à 2 secondes
- Téléphone : 0,02 à 0,3 seconde

Avec reconstruction d'horloge isochrones:

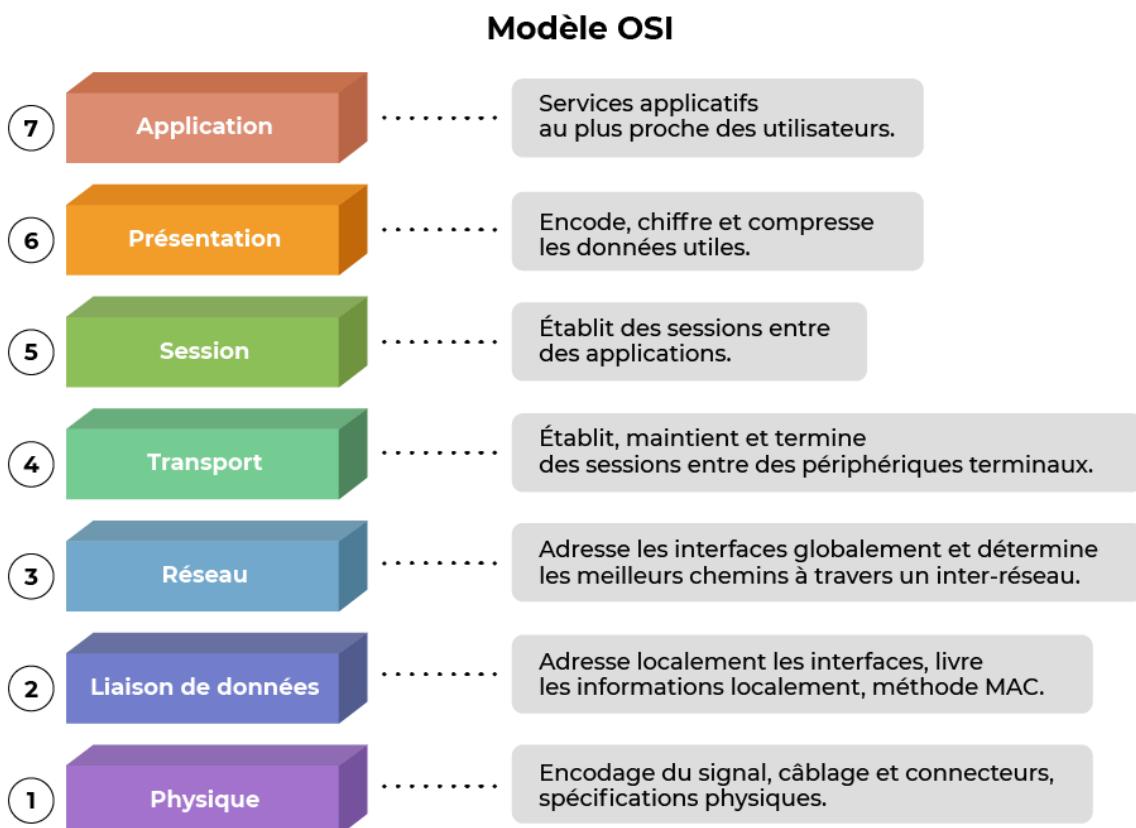
- Codec Radio : 4 à 200ms

- Dante/AES67/Ravenna: 0.25 à 20ms

Il a divers moyens de compenser cette latence.

4. Les différents protocoles audio sur réseau

Rappel: modèle OSI



Ceux de Couche 2

Ethersound (quasiment synchrone), et Cobranet

Ceux de Couche 3

HLS, RTMP : streaming classique

ACIP, Dante, LiveWire, QSYS, Ravenna, AES67 et ST2110, AVB

Le buffer

Tous les flux requièrent un tampon en reception, appelé buffer. Son rôle est de fournir un flux d'information constant à un système aval ayant une horloge (ex: convertisseur N/A) malgré le retard de transmission sur le réseau.

Le buffer doit être assez grand pour absorber les imperfections du système.

5. Audio Sur IP : AES67, ST2110

Il s'agit d'audio sur IP haute performance, faible latence, et interoperable ; ce qui sous-entend:

- de court buffer, et donc un réseau performant
- Une horloge parfaitement synchronisée entre les éléments pour éviter ASRC et clics
- Des protocoles ouverts

Utilisation de PTP

Du point de vue de l'horloge ici on ne transporte plus le wordclock entre les appareils, mais on les synchronise tous sur le même temps, la même horloge au sens du temps absolu.

C'est à partir de cette « wall clock » que la fréquence audio (media clock) sera créé sur chaque équipement avec un sens très précis du « numéro d'échantillons »

En effet, l'utilisation du wall clock nous permet de placer un temps de départ (échantillons zero) arbitraire (le 1er Janvier 1970) à partir duquel on incrémentera un compteur d'échantillons.

Ceci nous permet de mesurer précisément la latence d'une chaîne de transmission.

AVB : Audio Video Bridging

AVB est un protocole AoIP notamment choisi par L Acoustics. Sur les mêmes principes que AES67 (PTP, multicast), c'est un protocole à mi chemin entre les niveaux 2 et 3. Il nécessite des switch compatibles pour permettre la réservation de bande passante et garantir qu'un flux puisse traverser le réseau.

Plus spécifique (switch particuliers) il est aussi plus simple d'utilisation car généralement utilisé en système fermé.

—> **Presentation AES67 et ST2110**

En bref

- Le wordclock permet de synchroniser les équipement
- Cette horloge peut être « embedded » dans un autre transport
- Lorsque l'horloge n'est pas partagée on parle de connexion asynchrone
- Dans ce cas on peut utiliser un moyen de recréer un horloge isochrone (PTP) ou un ASRC
- Dans le cas d'une connexion asynchrone le transport a lieu par paquets, on parle de streaming, ceci génère de la latence et nécessite un buffer ou tampon.
- Il y a plein de méthodes de streaming en fonction de l'application
 - HLS/RTMP diffusion internet
 - ACIP pour les Codec
 - AoIP haute performance pour les basses latences
- ST2110 et AES67 sont des standard qui permettent l'interoperabilité
- AVB, utilisé par L'Acoustique, est un protocole d'audio sur réseau qui nécessite des switch particuliers mais qui garanti la disponibilité du débit pour un flux.
- Ces standards sont basé sur l'utilisation de PTP, IGMP et QoS
 - PTP distribue l'horloge (temps TAI) sur le réseau avec une grande précision
 - IGMP permet la gestion du multicast
 - QoS va gérer la priorité d'un paquet sur l'autre
- Dante, protocole fermé, n'utilise pas nécessairement les mêmes techniques mais repose sur les mêmes principes.