



Les options de synchronisation en PXI

Etienne SUC

Les systèmes modernes de test ou de contrôle utilisent des cartes PC pour acquérir les mesures. Ces cartes sont aujourd'hui disponibles sous le format PXI/CompactPCI. Elles permettent de réaliser des E/S de tout type. Il peut s'agir de numériseurs, de générateurs (analogiques ou numériques), de compteurs, de cartes d'acquisition d'images, de cartes de contrôle d'axes, de cartes CAN...

Toutes ces cartes utilisent des options de déclenchement pour initialiser le processus de conversion de leurs E/S et des horloges pour les cadencer.

La plate-forme PXI permet de synchroniser toutes ces cartes de façon interne au châssis.

Dans cette présentation, nous allons voir comment cette plate-forme permet de mettre en œuvre ces synchronisations tout en assurant une grande performance.

Plan de la présentation

- Scénarios typiques d'un système de test
- Les options de synchronisation
- Le PXI augmente les performances de synchronisation
- Cas concrets

ni.com/france



Durant cette présentation nous allons aborder les points suivants :

- scénarios typiques d'un système de test
- les options de synchronisation
- comment le PXI augmente les performances de synchronisation
- cas concrets

À la fin de cette session, nous verrons comment il est possible d'acquérir des données sur un grand nombre de voies. Nous mettrons en œuvre l'acquisition de données sur plusieurs châssis PXI synchronisés entre eux.

Scénarios typiques d'un système de mesures (1/2)

- Synchronisation de plusieurs numériseurs pour acquérir simultanément plusieurs voies
- Synchronisation d'un ou plusieurs numériseurs avec des générateurs pour réaliser l'analyse d'un système dans le domaine temporel ou fréquentiel
- Synchronisation de cartes d'E/S pour créer un simulateur (ABS, calculateur embarqué...)

ni.com/france



De nombreux systèmes de test requièrent des mesures sur plusieurs voies en simultané. Un seul instrument ne peut pas réaliser l'ensemble de ces mesures. La mise en œuvre d'options de synchronisation permet de répondre à cette demande.

Si vous devez évaluer les performances d'un système (réponse temporelle, réponse fréquentielle, mesure de déphasage...), ce mécanisme peut également être intéressant. Vous allez typiquement appliquer des consignes au système puis analyser sa réponse en acquérant les signaux issus de celui-ci. Vous devrez donc synchroniser les différents générateurs et numériseurs utilisés.

De même, la plate-forme PC permet aisément de réaliser des simulateurs à partir du logiciel et de cartes d'E/S. Il peut s'agir de la simulation de calculateurs embarqués, de systèmes de contrôle ABS, de systèmes de climatisation... Les options de synchronisation garantiront les décalages temporels (délais) entre les divers types d'E/S.

Les systèmes de test automatisés peuvent nécessiter une prise de mesures sur de nombreux points de test. Un système de commutation permet de réaliser ces tests en limitant le nombre d'instruments utilisés. Dans ce cas, les options de synchronisation optimisent le temps nécessaire au système de commutation pour accéder à l'ensemble des points de mesure.

Scénarios typiques d'un système de mesures (2/2)

- Synchronisation d'un multimètre avec un multiplexeur afin d'accéder aux points de tests lorsque l'unité sous test a atteint un état stable
- Synchronisation d'un numériseur et d'un module compteurs pour analyser les défauts d'un produit dans le domaine spatial
- Synchronisation d'un système de vision et d'un système de contrôle d'axes pour inspecter des produits

ni.com/france



Pour tester les défauts présents sur une machine tournante (disques durs, production de tubes cylindriques, axes de roues...), le numériseur employé devra être synchronisé avec la carte de comptage réalisant la mesure de position à partir d'un encodeur en quadrature. Ainsi les mesures correspondant aux défauts seront directement corrélées avec leur position. La notion de temps ne rentrera pas en ligne de compte.

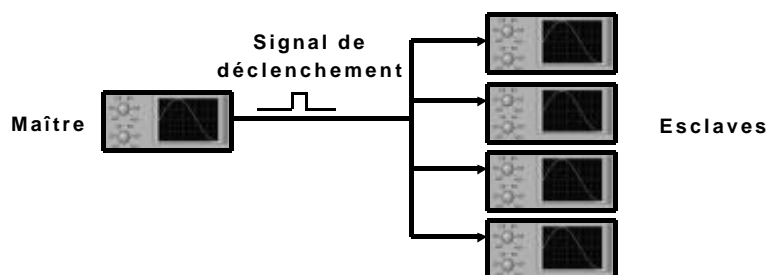
Pour inspecter des produits lors d'une phase de production, on a souvent recours à un système de vision. Pour piloter les convoyeurs qui apportent et évacuent les produits de la zone d'inspection, on peut utiliser des options de contrôle d'axes. Si on synchronise toutes ces entités, on pourra par exemple déclencher l'acquisition des données lorsque le produit sera arrivé dans la zone d'inspection. C'est le système de contrôle d'axes qui s'en chargera.

De même, l'analyse des images va permettre de déterminer si le produit doit être évacué vers la zone de test suivante ou vers une zone d'évacuation dans le cas où un défaut est constaté. Ainsi, on pourra déclencher le système de contrôle d'axes en conséquence (activation du convoyeur d'évacuation ou du convoyeur menant à la zone de test suivante).

Les options de synchronisation : premier type

■ Contraintes :

- un seul signal de déclenchement pour initialiser les opérations sur tous les instruments
- instruments qui acceptent un déclenchement externe



ni.com/france



Pour mettre en œuvre correctement un processus de synchronisation entre plusieurs cartes d'E/S, il existe différentes options. Nous allons voir quels sont les quatre types principaux, leurs contraintes et leurs atouts.

Dans ce premier cas de figure, un seul signal de déclenchement est reçu par l'ensemble des instruments. Un des instruments dit instrument « maître » attend un signal de déclenchement externe (analogique ou numérique) ou interne (logiciel). Lorsque les conditions sont remplies, cet instrument débute sa prise de mesures et distribue alors un signal de déclenchement à tous les instruments dits « esclaves ». Ceux-ci peuvent alors débiter leur prise de mesures à leur tour.

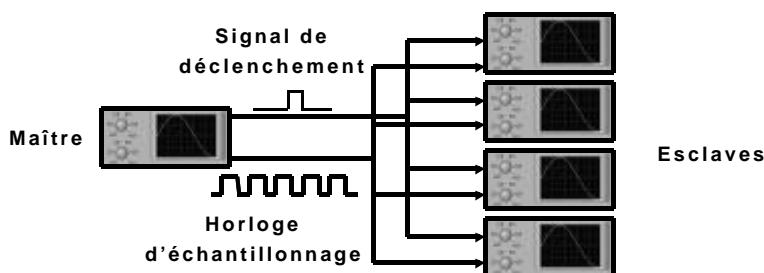
Deux paramètres sont à considérer :

- il existe un délai entre l'instant où l'instrument maître débute sa prise de mesures et l'instant où les instruments esclaves débutent la leur. Il est dû au temps de propagation du signal de déclenchement entre l'instrument maître et les instruments esclaves.
- il existe une différence de ce temps de propagation entre les divers instruments due à la disparité du chemin pris par le signal de déclenchement pour atteindre chaque instrument.

Les options de synchronisation : second type

■ Contraintes :

- un déclenchement et une horloge pour initialiser et contrôler le cadencement sur tous les instruments
- instruments qui acceptent un déclenchement et une horloge d'acquisition ou de mise à jour externes



ni.com/france



Ce second type de synchronisation est typiquement utilisé pour des systèmes dont la vitesse est inférieure à 20 MHz. Il requiert un seul signal de déclenchement et une seule horloge partagés par tous les instruments. La carte maître exporte son horloge d'acquisition issue d'elle-même ou d'une source externe vers tous les instruments esclaves. Cette horloge pilote généralement directement les convertisseurs (CAN ou CNA) des instruments. Certains instruments ont la capacité de diviser cette horloge avant de l'utiliser. Le mécanisme de déclenchement utilisé est le même que précédemment.

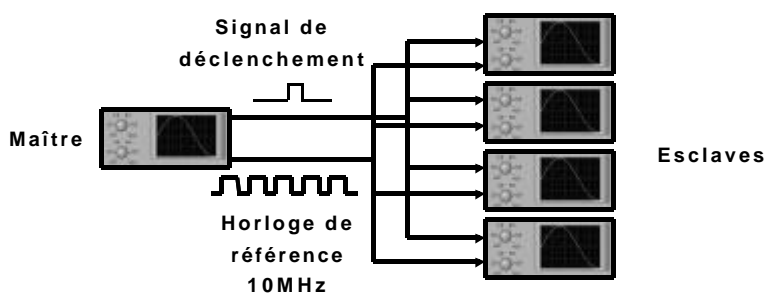
Les mêmes paramètres concernant les délais de propagation et leur consistance résident ici. L'avantage par rapport au cas précédent est que l'on partage une horloge commune entre tous les instruments. Ainsi, la bonne synchronisation de vos mesures ne dépend pas de la qualité des oscillateurs présents sur chaque instrument (dérive, stabilité...).

L'inconvénient de cette méthode persiste pour des instruments rapides dont l'horloge de conversion est plus rapide que le délai de propagation. Par exemple, si celui-ci est de 10 ns et que l'horloge de conversion est de 5 Méc/s (soit un temps entre deux échantillons de 20 ns), le front de l'horloge atteindra les instruments à temps.

Les options de synchronisation : troisième type

■ Contraintes :

- un déclenchement et une **horloge de référence** pour initialiser et contrôler le cadencement sur tous les instruments
- instruments qui acceptent un déclenchement et une horloge de référence externes



ni.com/france



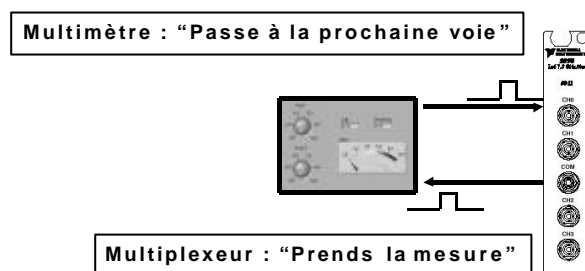
Ce troisième type de synchronisation est dédié aux instruments rapides. Il requiert un signal de déclenchement et une horloge de référence (typiquement 10 MHz). Cette dernière est distribuée à tous les instruments qui calent leur propre oscillateur sur celle-ci. Les horloges de conversion sont dérivées, sur chaque instrument, à partir de l'horloge de leur oscillateur.

Le fonctionnement est le même que précédemment. C'est l'instrument maître qui envoie le signal de déclenchement à chaque instrument esclave. Le cas précédent permettait de distribuer directement l'horloge de conversion. C'est le cas idéal mais c'est impossible pour des horloges de conversion rapides (100 MHz). On utilise donc ce principe d'horloge de référence comme compromis.

Pour avoir une horloge de conversion fiable, l'horloge de référence doit être très précise et très stable. La qualité du mécanisme de verrouillage de phase utilisé sur chaque instrument est très importante. La qualité de synchronisation de vos mesures dépendra généralement davantage de la qualité du mécanisme de verrouillage présent sur les instruments que de celle de l'horloge de référence. Lors de conversions rapides, un déphasage minimal entre les différents instruments est primordial si vous voulez garantir une bonne corrélation entre les divers échantillons acquis ou générés.

Les options de synchronisation : quatrième type

- Signaux de contrôle pour échanger les informations entre les instruments
 - un multimètre ou un numériseur « dialogue » avec un multiplexeur pour tester rapidement plusieurs points



ni.com/france



Si l'on souhaite optimiser le temps dépensé pour réaliser des mesures sur plusieurs points de tests d'une unité sous test, il est important d'avoir un protocole de communication entre le multimètre (ou le numériseur) et le multiplexeur. Dans le cas contraire, il faudra ajouter des temps de latence majorés lors de la programmation pour prendre en compte les temps d'établissements des relais du multiplexeur et les temps de mesure de votre instrument de mesure.

On utilise un mécanisme de poignée de main (handshake). Le multiplexeur prévient l'instrument lorsqu'il a fini de s'établir pour que celui-ci réalise la mesure. A son tour l'instrument prévient le multiplexeur lorsqu'il a terminé sa mesure pour que celui-ci passe à la voie suivante. Ainsi vous optimisez le processus et sauvez donc du temps. Ces temps se cumulent pour chaque test unitaire et pour chaque unité à tester. Votre productivité s'en trouve ainsi accrue.

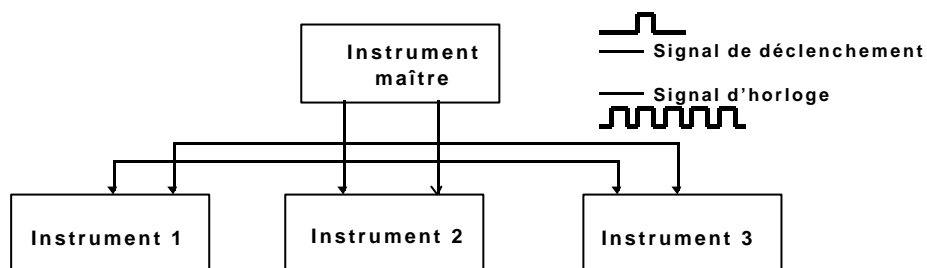
Ce type de protocole de communication est également utilisé lors de la mise en œuvre de matrices de commutation et de divers instruments. On peut ainsi passer d'une configuration de la matrice à la suivante automatiquement.

On utilise encore ce type de synchronisation lors de l'interfaçage d'une carte d'E/S numérique avec un processus externe asynchrone. Le plus lent fixe la vitesse de transfert pour éviter toute perte de données. On réalise ainsi l'interfaçage avec un bus de communication tierce.

Les options de synchronisation

■ Paramètres à prendre en compte

- déphasage entre les instruments
- distribution du signal de déclenchement et des horloges entre les divers instruments afin que le déphasage entre eux soit minimal



ni.com/france



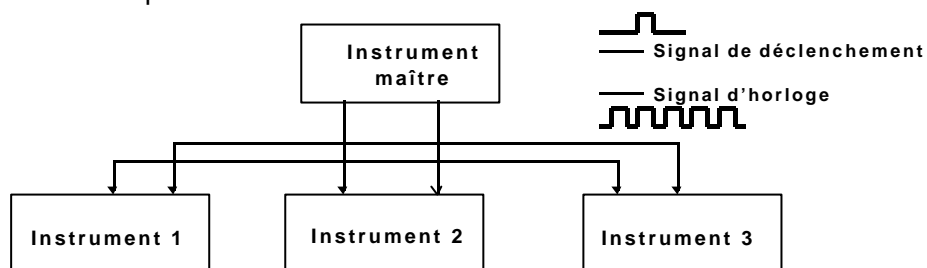
Nous avons vu que le signal de déclenchement et les horloges utilisés pour synchroniser plusieurs instruments doivent avoir un délai de propagation minimal qui soit le plus consistant possible entre les divers instruments. Aussi, lorsque vous synchronisez plusieurs instruments, vous devez observer ce qui peut impliquer une telle dissymétrie de ce délai de propagation.

Avec des instruments autonomes, les câbles externes utilisés pour véhiculer les signaux de synchronisation doivent être de même longueur lors de l'utilisation d'horloges rapides. Pour accomplir une synchronisation sans perte d'échantillons, ceci exige une mise en œuvre complexe car vous devez utiliser des câbles certifiés et calibrés pour votre application.

Les options de synchronisation

■ Paramètres à prendre en compte

- adaptation d'impédance
- s'assurer que les horloges ou le signal de déclenchement que vous distribuez est correctement adapté aux impédances d'entrée des instruments



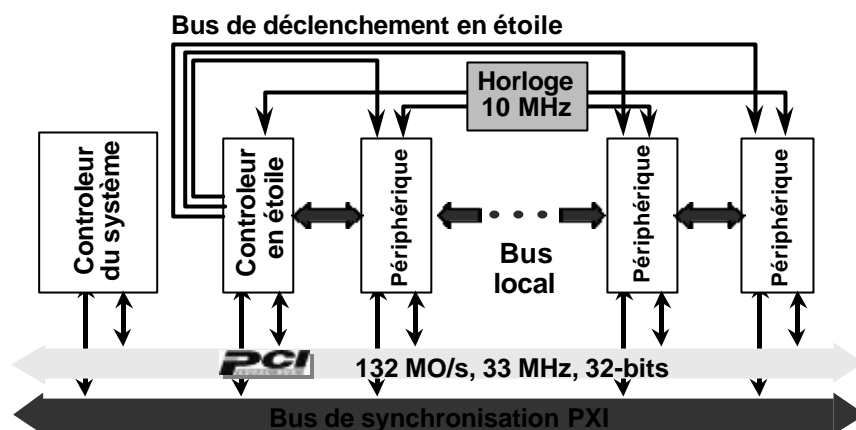
ni.com/france



Lorsque vous mettez en œuvre un système synchronisé qui partage un signal commun que vous distribuez à travers divers chemins, la notion d'adaptation d'impédance prend toute son importance.

En effet, si il existe une mauvaise adaptation d'impédance entre vos signaux de synchronisation et l'impédance d'entrée de vos instruments, des phénomènes de réflexion et de résonance peuvent apparaître dans les signaux et donc engendrer des dysfonctionnements.

Le PXI augmente les performances de synchronisation



ni.com/france



Électriquement, le standard PXI/CompactPCI ajoute un bus de synchronisation (8 lignes), un système de déclenchement en étoile (signaux dédiés disponibles sur 13 emplacements), une horloge de référence à 10 MHz distribuée équitablement et des bus locaux (13 lignes chacun). Le contrôle du déclenchement en étoile est dissocié du contrôleur du système pour permettre l'utilisation de contrôleurs standard CompactPCI et pour vous permettre de payer cette fonctionnalité seulement si elle est nécessaire.

Horloge de référence : une horloge très précise cadencée à 10 MHz est distribuée indépendamment sur chaque emplacement PXI avec un chemin identique. Plusieurs modules périphériques peuvent utiliser cette base de temps commune pour synchroniser des événements.

Bus de synchronisation: huit lignes de synchronisation sont accessibles à partir de tous les emplacements. Chaque module peut donc contrôler et utiliser chacune d'entre elles.

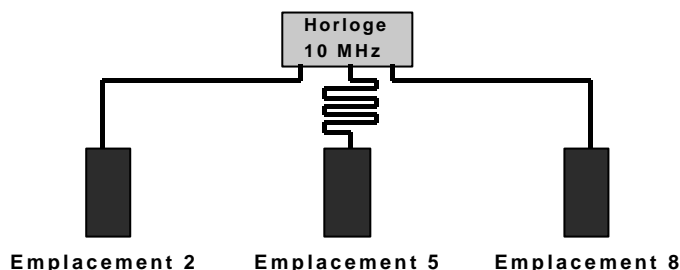
Le système de déclenchement en étoile : un emplacement dédié au déclenchement en étoile permet de fournir à un maximum de 13 emplacements une ligne de synchronisation dédiée. Lorsqu'un contrôleur de déclenchement en étoile est utilisé dans cet emplacement, il peut contrôler un signal de synchronisation avec une stabilité du délai de propagation inter emplacements PXI comprise dans une nanoseconde.

Bus locaux: deux bus locaux composés de 13 lignes permettent à chaque module de dialoguer en privé avec les deux modules qui lui sont adjacents. Deux périphériques peuvent donc s'échanger des signaux analogiques ou numériques en utilisant ce bus local et donc sans passer par le bus PCI.

Le PXI augmente les performances de synchronisation

■ Horloge de référence cadencée à 10 MHz

- horloge distribuée avec un chemin équidistant sur chaque emplacement PXI
- un buffer présent sur chaque emplacement assure une impédance d'entrée adaptée au fond de panier
- déphasage entre les divers emplacements inférieur à 1 ns



ni.com/france



Pour synchroniser l'ensemble des modules présents dans votre système, le fond de panier PXI fournit une horloge de référence interne au châssis PXI. C'est une horloge TTL cadencée à 10 MHz et distribuée équitablement et indépendamment sur chaque emplacement. Elle permet donc de répondre aux exigences de synchronisation avancées car elle assure une différence minimale du temps de propagation entre les différents emplacements (comprise dans la nanoseconde). Elle a une précision de 50 ppm ce qui en fait une horloge adaptée à la plupart des applications.

Si vous avez besoin d'une plus grande précision, le fond de panier peut recevoir une horloge externe comme horloge de référence. Il peut s'agir par exemple de celle fournie par la carte compteur PXI-6608 (100 ppb).

Dans tous les cas, chaque emplacement reçoit cette horloge fond de panier à travers un buffer. L'impédance d'entrée de ce buffer est adaptée au fond de panier ce qui assure une adaptation d'impédance entre les divers instruments et l'horloge de référence utilisée.

Apport de la carte PXI-6608 : une horloge très stable

- Utilisation de l'horloge de la carte PXI-6608 comme source de l'horloge 10 MHz fond de panier PXI
 - stabilité de 75 ppb sur un an (10 MHz +/- 0,75 Hz)
- Augmente les capacités de synchronisation de tout le système
 - les cartes qui utilisent l'horloge fond de panier héritent de sa stabilité et de sa précision
- Peut être transmise à travers les 8 lignes de synchronisation PXI (RTSI) pour une utilisation directe

ni.com/france



Nous savons que le fond de panier PXI distribue une horloge 10 MHz à tous les modules. Si cette horloge 10 MHz est très stable, toutes les cartes calées sur cette horloge de référence héritent de cette même stabilité. Une carte présente dans l'emplacement de déclenchement en étoile d'un châssis PXI (emplacement 2) peut remplacer l'horloge interne 10 MHz du châssis par sa propre horloge 10 MHz.

La carte compteurs PXI-6608 possède un oscillateur de technologie OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator) qui délivre une horloge 10 MHz avec une stabilité de 75 ppb sur un an. Lorsque cette carte est utilisée dans l'emplacement de déclenchement en étoile, le driver NI-DAQ utilise automatiquement l'horloge OCXO comme source de l'horloge fond de panier PXI. Ainsi, toutes les cartes qui ont leur horloge calée sur l'horloge fond de panier héritent de cette stabilité de 75 ppb.

L'horloge OCXO peut également être transmise sur l'ensemble des lignes du bus PXI de synchronisation. Elle peut ainsi par exemple être utilisée comme horloge d'acquisition, de génération ou de comptage par les autres cartes.

Utilisation de la carte PXI-6608 : une précision accrue

■ Mesure de fréquences avec les cartes compteurs PXI-6608 et PXI-6602

Fréquence réelle	Fréquence Mesurée avec la carte PXI-6608	Fréquence mesurée avec la carte PXI-6602
9 999 981,22 Hz	9 999 981,125 Hz	9 999 998,875 Hz

■ Génération d'un sinus à partir du générateur arbitraire NI 5411 et de la carte compteurs PXI-6608

Fréquence désirée	Fréquence obtenue avec les cartes NI 5411 et PXI-6608	Fréquence obtenue avec la carte NI 5411 seule
10 000 000 Hz	9 999 999,94 Hz	10 000 056 Hz

ni.com/france



L'apport en terme de précision de l'OCXO présent sur la carte compteurs PXI-6608 est montré dans la première table ci-dessus. Nous voyons que l'erreur en fréquence est d'environ 0,1Hz lorsqu'une mesure de fréquences est réalisée à partir de la carte compteurs PXI-6608. Elle est de 17 Hz lorsque qu'elle est réalisée à partir de la carte compteurs PXI-6602. Pour une fréquence mesurée dans des conditions d'environnement ambiantes (température, taux d'humidité...) cela représente respectivement des taux d'erreur de 10 ppb et de 1,7 ppm.

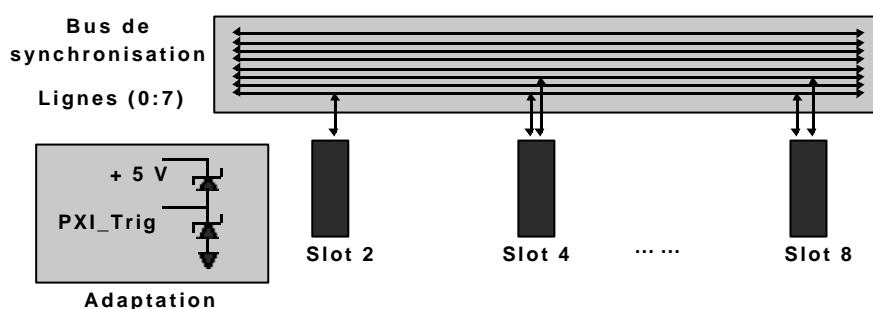
Il est à noter que si l'on utilise la carte compteurs PXI-6602 pour réaliser des mesures de fréquences dans un châssis où se trouve également une carte compteur PXI-6608 dans l'emplacement de contrôle du déclenchement en étoile, les mesures auront une précision identiques à celles réalisées à partir de la carte compteurs PXI-6608. Ceci est dû au fait que la phase des horloges se trouve verrouillée.

La seconde table présente ci-dessus vous montre l'apport d'une carte compteur PXI-6608 utilisée avec une carte générateur arbitraire au format PXI de type NI 5411 qui utilise également le principe de verrouillage de phase. Dans des conditions d'environnement ambiantes, l'erreur de la fréquence générée par la carte NI 5411 associée à la carte PXI-6608 est d'environ 6 ppb. Elle est de 5,6 ppm si la carte NI 5411 est utilisée seule.

Le PXI augmente les performances de synchronisation

■ Le bus de synchronisation PXI (PXI_Trig (0:7)) :

- un bus de huit lignes de synchronisation adaptées en impédance relie tous les emplacements PXI. Plusieurs modules PXI peuvent matériellement interagir entre eux.



ni.com/france



Le bus de synchronisation PXI fournit un moyen de synchronisation et de communication entre les modules. Il se compose de 8 lignes. C'est l'implémentation, au niveau du format PXI, du bus RTSI (Real Time Synchro Interface) présent sur nos cartes PCI. Ce bus peut être utilisé pour transmettre des signaux de déclenchement ou d'horloge.

Des protocoles standards sont définis, dans les spécifications PXI, pour assurer une parfaite interopérabilité. Vous pouvez utiliser le bus de synchronisation comme bus de communication même si vous utilisez les protocoles d'autres fournisseurs.

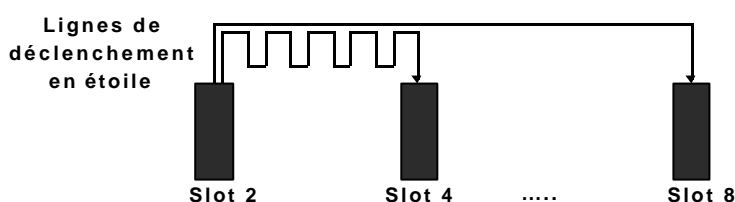
Le bus de synchronisation PXI est idéal pour partager des horloges qui ne sont pas multiples de 10 MHz. Le partage d'horloges de tout type de fréquence permet à plusieurs modules de partager une base de temps qui n'est pas dérivée de l'horloge de référence de 10 MHz. Par exemple, deux modules d'acquisition utilisant la vitesse d'acquisition des CD audios (44,1 kéch./s) peuvent partager une horloge qui est multiple de 44,1 kHz.

L'adaptation d'impédance de ces lignes de synchronisation est également gérée par une électronique présente en fond de panier (diodes Shottky rapides).

Le PXI augmente les performances de synchronisation

Déclenchement en étoile :

- le slot 2 peut fournir une ligne de synchronisation dédiée à un maximum de 13 slots sur un seul châssis
- lorsqu'un contrôleur de trigger en étoile est présent dans ce slot, il peut utiliser des signaux de synchronisation avec les autres slots tout en assurant une dérive du délai de propagation comprise dans la nanoseconde



ni.com/france



En plus du bus de synchronisation, le bus PXI inclus un signal de déclenchement (PXI STAR) pour chaque emplacement. Il est conçu dans une configuration en étoile qui part du module dédié au contrôle du déclenchement en étoile (emplacement 2). Ce dernier est adjacent à l'emplacement système et utilise les 13 lignes du bus local pour le déclenchement en étoile. Ainsi, un seul module de gestion du déclenchement en étoile peut contrôler tous les autres modules d'un système PXI.

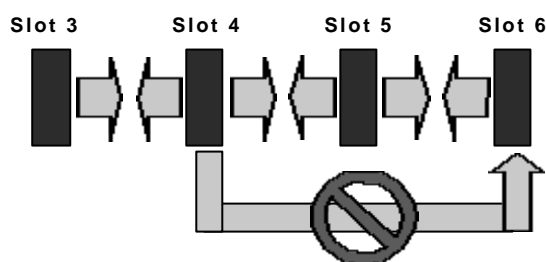
La longueur d'une ligne PXI STAR est ajustée pour assurer une variation du temps de propagation entre les emplacements comprise dans la nanoseconde.

A titre d'exemple, notre module numériseur PXI NI 5112 peut faire office de contrôleur de déclenchement en étoile si il se trouve dans l'emplacement d'un châssis PXI prévu à cet effet (emplacement 2).

Le PXI augmente les performances de synchronisation

Les bus locaux :

- deux bus locaux (droite et gauche) composés de 13 lignes chacun permettent à chaque emplacement de communiquer, en privé, avec les deux emplacements qui lui sont **adjacents**
- deux modules peuvent ainsi échanger des signaux analogiques ou numériques



ni.com/france



Le standard PXI implémente un bus local entre modules d'emplacements adjacents. Chaque module possède donc un bus local à droite et à gauche. Le bus local est un bus de 13 lignes qui peut être utilisé dans de nombreuses applications. Par exemple, son utilisation peut consister à la transmission d'un signal analogique entre deux modules à vitesse rapide sans altérer la bande passante du bus PCI. Pour la plupart des emplacements, la définition de l'utilisation de ces lignes est laissée libre à l'utilisateur. Cependant, les spécifications PXI ont défini quelques-unes d'entre elles :

- l'emplacement du contrôleur du système (emplacement 1) n'implémente pas de bus locaux car il utilise ces broches pour véhiculer des signaux d'horloge et de gestion du bus PCI
- l'emplacement adjacent à celui-ci (emplacement 2) utilise son bus local situé à gauche pour implémenter les fonctions de déclenchement en étoile.
- de même, l'emplacement le plus à droite du châssis n'a pas d'emplacement à sa droite. Aussi, les broches du bus local de droite ne sont pas utilisées.

Les autres emplacements peuvent utiliser le bus local pour tout type d'utilisation.

Un module peut véhiculer des signaux jusqu'à ± 42 V sur n'importe quelle ligne de son bus local. Le courant maximal est de 200 mA.

Mise en œuvre logicielle

■ Appel des fonctions du driver NI-DAQ

- spécifique (exemple : **AI Clock config. VI**)
- générique (fonction **SelectSignal** ou VI **Route Signal**)

■ Utilisation des fonctions spécifiques du driver d'instrument

- NI-SCOPE, NI-FGEN, NI-DMM, NI-SWITCH...

■ Indépendant de l'environnement de développement

- exemple Measurement Studio :

```
Select_Signal (Module, Signal, Source, Spécification_Source);
```

- exemple LabVIEW :



ni.com/france



La mise en œuvre du logiciel peut être réalisée sous différentes formes.

Pour des cartes d'E/S classiques (Série E...), on peut utiliser les appels standards des fonctions du driver NI-DAQ et spécifier la source d'un signal.

Exemple : spécification de la source d'une horloge lors de l'appel du **VI AI Clock Config.VI**.

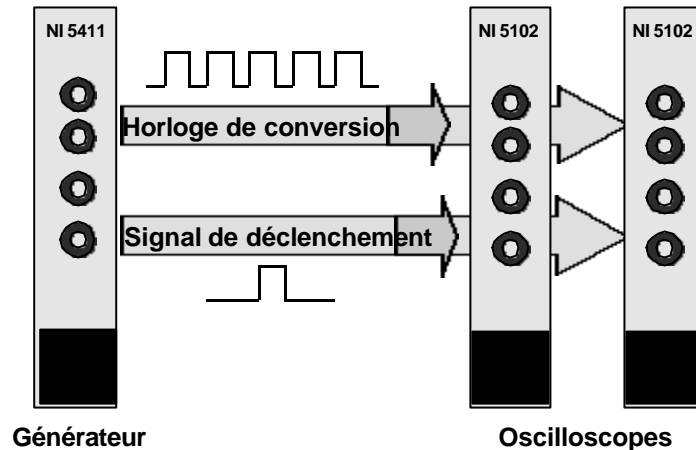
On peut également utiliser la fonction **Select_Signal** à partir de Measurement Studio (ou le **VI Route Signal** à partir de LabVIEW) pour directement spécifier le routage d'un signal.

```
Select_Signal (1, ND_IN_SCAN_START, ND_RTSL_4, ND_LOW_TO_HIGH);
```

Pour des cartes dites instruments (numériseurs, générateurs...) les options de routage seront réalisées à partir de l'appel des fonctions du driver d'instrument fourni avec la carte (NI-SCOPE, NI-FGEN, NI-DMM, NI-SWITCH...).

Dans tous les cas, il sera possible de réaliser ce type de synchronisation par une simple programmation à partir de Measurement Studio ou de LabVIEW.

Synchronisation de cartes oscilloscopes avec un générateur



ni.com/france



De nombreux modules d'acquisition de données (analogiques, numériques, compteurs, images, contrôle d'axes...), modules instruments (numériseurs, générateurs, multimètres...) et modules de communication (CAN...) National Instruments tirent pleinement partie du bus de synchronisation pour synchroniser les E/S entre elles.

Par exemple, pour synchroniser un générateur arbitraire PXI de type NI 5411 avec un oscilloscope PXI de type NI 5102, on pourra utiliser le signal d'horloge (SYNC) et le signal de déclenchement du générateur pour piloter le module oscilloscope. Le dernier débutera son acquisition sur le signal de déclenchement et les acquisitions seront cadencées par l'horloge externe. Ainsi, vous pourrez facilement obtenir la réponse d'un système.

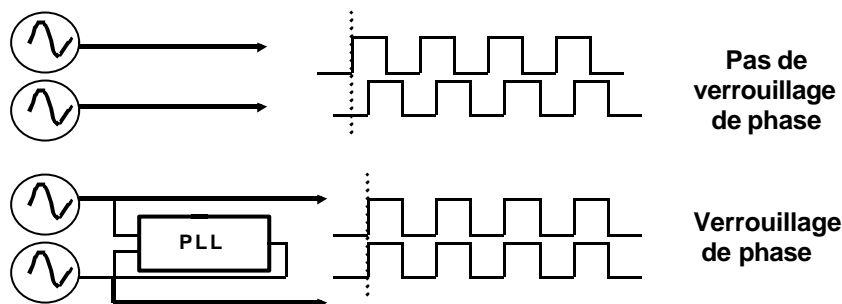
Vous pouvez ajouter d'autres numériseurs dans le châssis PXI qui accèderont automatiquement au signal de déclenchement et d'horloge par une simple configuration logicielle.

Avec le PXI vous n'avez pas à vous soucier de la mise en place de câbles ou de l'adaptation d'impédance.

Synchronisation à partir de l'horloge de référence (PLL)

- Horloge de référence 10 MHz qui peut être utilisée pour synchroniser les instruments entre eux

Incertitude < 5 ns



ni.com/france

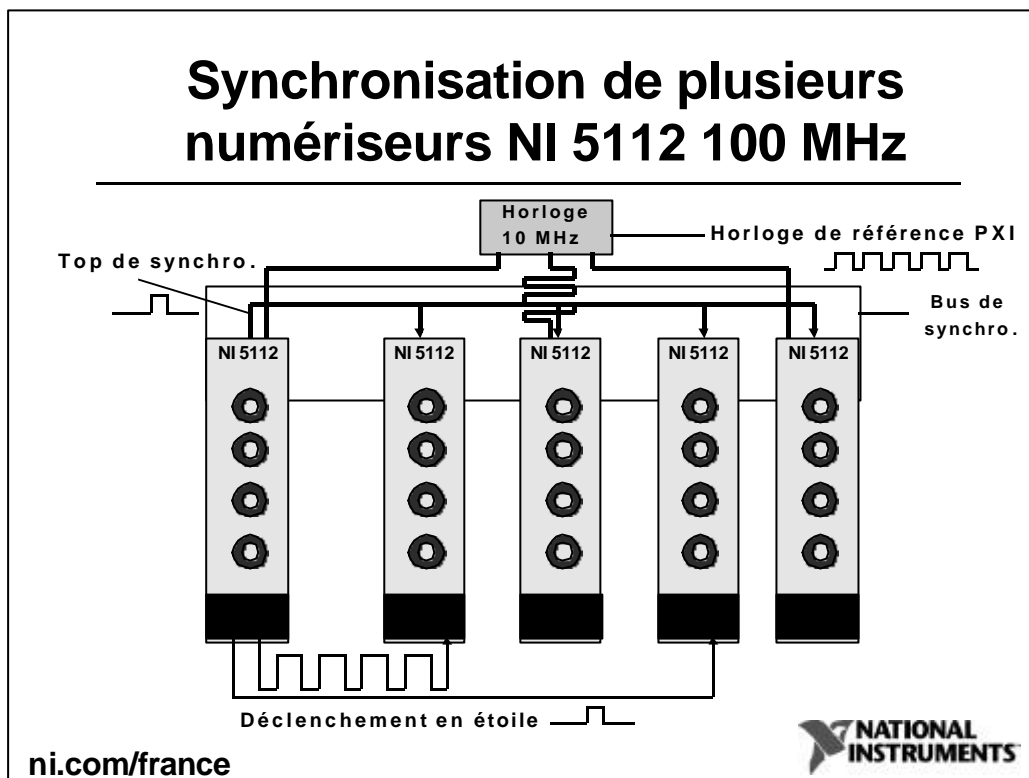


Le principe de synchronisation de la plupart des cartes instruments au format PXI de National Instruments utilise un signal de déclenchement et une horloge de référence. Ils utilisent une technique de verrouillage de phase (PLL). L'oscillateur et donc les horloges internes aux instruments sont calées sur l'horloge de référence externe.

Tous les instruments peuvent donc être en phase avec l'horloge de référence fond de panier PXI. Pour plus de précision, on peut utiliser une source de référence externe.

Le décalage temporel entre les différentes voies, résultant de l'utilisation de l'horloge de référence 10 MHz et de la précision des mécanismes de verrouillage de phase présents sur tous les instruments PXI National Instruments, reste inférieur à 5 ns.

Synchronisation de plusieurs numériseurs NI 5112 100 MHz



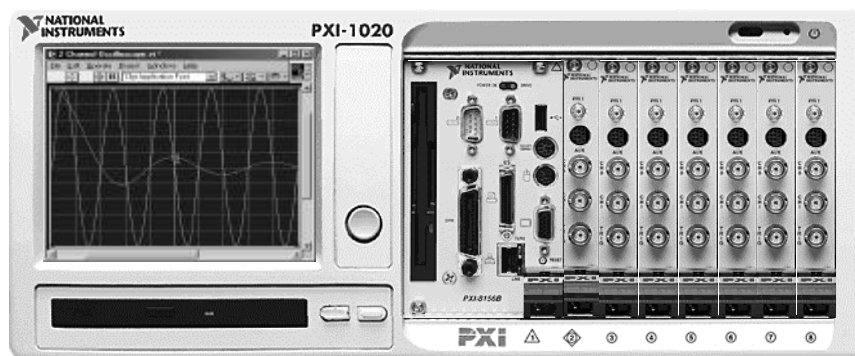
Pour synchroniser plusieurs numériseurs haute vitesse NI 5112 (100 MHz) trois types de signaux de synchronisation seront utilisés :

1. utilisation de l'horloge de référence fond de panier 10 MHz pour permettre à tous les fronts montants et descendants des horloges présentes sur les modules d'être alignées.
2. sur le front montant de l'horloge de référence, le module maître envoie un top de synchronisation à tous les modules esclaves pour synchroniser les diviseurs de fréquence présents sur chacun.
3. une fois déclenché par un signal externe (analogique ou numérique), le module maître distribue le signal de déclenchement aux modules esclaves en utilisant le principe de déclenchement en étoile.

Avec cette architecture le décalage entre voies est au plus de 5 ns. Ceci est dû à l'horloge de référence et aux circuits de verrouillage de phase présents sur les modules. Si on utilise une horloge de référence haute précision (technologie OCXO par exemple) on peut atteindre un décalage maximal de 1 ns entre les voies.

On voit bien ici l'intérêt de l'architecture PXI. Imaginez devoir assurer, à partir d'un câblage externe, un tel décalage du temps de propagation des signaux de synchronisation!

Oscilloscope 14 voies



ni.com/france



En associant un châssis PXI-1020 à 7 modules PXI numériseurs de type NI 5112 vous obtenez un oscilloscope 14 voies à 100 Méch/s.

Il est unique au monde car c'est vous, utilisateur, qui l'avez défini.

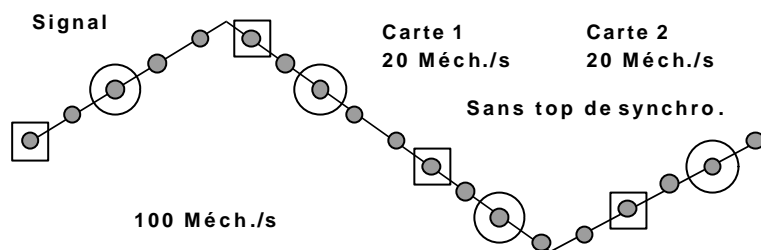
La souplesse du logiciel vous permet demain de redéfinir la fonctionnalité de votre système PXI en, par exemple, enregistreur de données.

De même vous pourriez changer le nombre de voies en ajoutant ou supprimant des modules.

Enfin vous pourriez envisager d'ici quelques années de transformer votre oscilloscope 100 Méch/s en oscilloscope 500 Méch/s juste en changeant les modules NI 5112 par des modules plus performants apparus sur le marché. Votre système n'est pas à remettre en cause (logiciel, plate-forme...).

Top de synchronisation

- Utilisé pour aligner les diviseurs de fréquence des différents modules numériseur NI 5112
- Généré par le module maître



ni.com/france



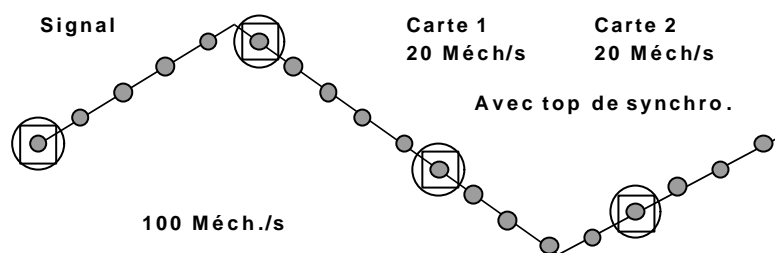
L'utilisation d'un top de synchronisation permet d'initialiser les compteurs des modules PXI utilisés pour diviser la fréquence de base de 100 MHz. On peut ainsi être certain que les fréquences utilisées lors des conversions analogiques-numériques sont alignées correctement.

Sachez que, dans le cas de notre oscilloscope 14 voies, les modules esclaves auront un retard sur le module maître constant de l'ordre de 30 à 40 ns. Il est dû au temps de propagation du signal de déclenchement.

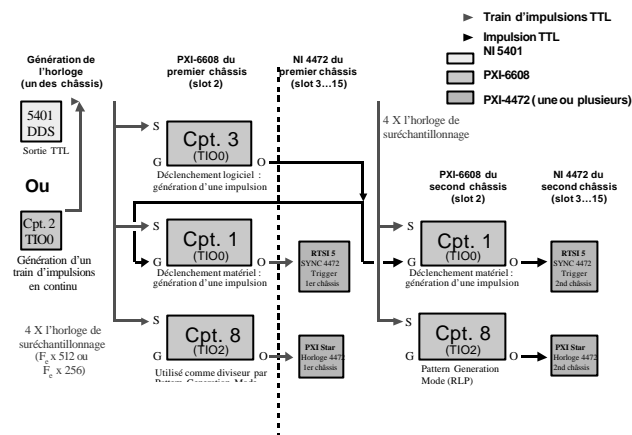
Vous pourriez recaler les données acquises par logiciel. En fait le driver de notre carte numériseur (NI-SCOPE) les recale automatiquement. Il prend une valeur par défaut de 40 ns. Une fois déterminé, ce paramètre peut être changé par programmation si vous le souhaitez.

Top de synchronisation

- Utilisé pour aligner les diviseurs de fréquence des différents modules numériseur NI 5112
- Généré par le module maître



Synchronisation de cartes DSA NI 4472 dans plusieurs châssis PXI



ni.com/france



La différence majeure entre des modules NI 4472 (modules d'acquisition de données dynamique 8 voies) et des modules standards d'acquisition de données (cartes de la série E par exemple) est qu'ils utilisent un convertisseur de type Delta-Sigma. Celui-ci nécessite une horloge fixe, très stable et avec une fréquence plus importante que celle utilisée pour la conversion analogique-numérique elle-même. Le rapport entre ces deux fréquences dépendra de la fréquence d'acquisition souhaitée. Pour des raisons de fiabilité, il n'existe pas d'entrée d'horloge externe sur le connecteur de ce module.

Pour synchroniser plusieurs de ces modules dans un même châssis, on reprend les principes vus précédemment pour véhiculer les signaux de synchronisation.

La carte présente dans le second emplacement partage l'horloge avec les autres modules à partir des lignes de déclenchement en étoile. Un top de synchronisation (signal SYNC) est envoyé sur une ligne du bus de synchronisation par la carte maître pour initialiser les différents convertisseurs. Ainsi leurs horloges de conversion respectives sont en phase. On pourra également utiliser un signal de déclenchement commun.

Pour réaliser cette synchronisation entre plusieurs modules répartis dans plusieurs châssis, il faut ajouter des modules compteurs PXI-6608 supplémentaires et les programmer indépendamment du driver NI-DAQ.

Nous allons expliquer comment mettre en œuvre cette synchronisation à travers une démonstration.

Conclusion

- Le standard PXI vous permet de synchroniser vos instruments de mesure en assurant une bonne précision
- Toute la configuration est réalisée par logiciel
- Pour tout besoin de synchronisation, n'hésitez pas à nous contacter :
 - Internet (manuels, exemples, notes d'application...)
 - interface commerciale (vendeurs et ingénieurs d'application)
 - support technique

ni.com/france



Nous avons vu tout au long de cette présentation que la plate-forme PXI permettait de réaliser tout un ensemble de synchronisations performantes par une simple configuration logicielle.

Cependant les possibilités sont multiples et les choix importants.

Aussi, pour toute question relative à des besoins de synchronisation, nous vous invitons à prendre contact avec nous et à consulter notre site Internet qui contient les manuels de tous nos produits, de nombreux exemples et notes d'application.