

Mise sur le marché de votre produit TSN

Présentation du développement de produits TSN



Sommaire exécutif

Les industries connectées se fient beaucoup aux données et aux renseignements que ces dernières peuvent donner. Dans de tels établissements, il est vital de mettre en place une interconnectivité harmonieuse qui part du capteur le plus petit des chaînes de production et aboutit aux systèmes de l'entreprise et au-delà. C'est le seul moyen de mettre sur pied des opérations basées sur les données en vue d'effectuer une fabrication intelligente.

Pour aider les entreprises à créer des infrastructures à l'épreuve du temps, les fournisseurs du secteur de l'automatisation devraient adopter, pour leurs produits, les développements les plus récents et les plus prometteurs dans le domaine des réseaux industriels. TSN (Time-Sensitive Networking) est l'un d'entre eux. Il s'agit d'une technologie novatrice conçue pour les communications industrielles basées sur Ethernet qui sont compatibles avec des opérations intelligentes dans des installations actuelles ainsi que dans les industries connectées de demain.

Que peuvent faire les fournisseurs du secteur de l'automatisation pour proposer des solutions avancées qui s'appuient sur cette technologie ? Que doivent-ils prendre en compte pour créer des solutions réussies et très compétitives ?

Ce livre blanc décrit l'écosystème des développements CLPA TSN, présente les solutions qui peuvent être utilisées et définit les principes d'intégration de fonctions compatibles avec TSN dans des dispositifs existants, en faisant appel à l'Ethernet industriel conventionnel. Ce document fournit également des recommandations aux constructeurs de dispositifs d'automatisation pour réussir la mise en œuvre de TSN et pour proposer des solutions clés tournées vers l'avenir.

Table des matières

| | |
|---|------|
| Sommaire exécutif | p.3 |
| Chapitre 1 : Introduction | p.5 |
| Les tendances technologiques et Industry 4.0 | p.5 |
| La fonctionnalité TSN | p.5 |
| Les opportunités commerciales de TSN | p.6 |
| Chapitre 2 : Brève présentation de la technologie TSN | p.7 |
| Les normes IEEE 802.1 | p.7 |
| Importance de la bande passante d'au moins 1 gigabit | p.8 |
| Chapitre 3 : Présentation générale du parcours de développement de TSN | p.9 |
| Chapitre 4 : Méthodes de développement de TSN | p.10 |
| Introduction | p.10 |
| Décision portant sur le type de produit TSN à développer | p.10 |
| Nouvelles conceptions ou migration de produits existants ? | p.11 |
| Solutions logicielles | p.11 |
| Solutions matérielles | p.12 |
| Applications spécialisées | p.13 |
| Chapitre 5 : L'importance des essais de conformité | p.15 |
| Certification par une tierce partie | p.15 |
| Réseaux mondiaux d'essais | p.15 |
| Chapitre 6 : Protocoles Ethernet industriels qui supportent TSN | p.16 |
| Chapitre 7 : Conclusions | p.17 |
| Renseignements sur l'auteur | p.18 |
| Pour contacter la CLPA | p.19 |
| Références et bibliographie | p.20 |

Chapitre 1 - Introduction

Les tendances technologiques et Industry 4.0

Les technologies en mesure d'exploiter Industry 4.0 (par exemple, l'IoT (Industrial Internet of Things)) aident aujourd'hui les entreprises à développer un panorama de fabrication de plus en plus numérisé, connecté et basé sur les données. En adoptant des technologies en mesure de soutenir des stratégies de transformation numérique, les entreprises peuvent créer des usines intelligentes et connectées. La vision de l'usine de demain est la suivante : des machines, des chaînes de production, des équipements et des chaînes de l'approvisionnement qui communiquent les uns avec les autres pour améliorer la productivité, l'efficacité et la flexibilité. Les avantages qu'offrent ces cadres opérationnels sont importants.

Par exemple, les entreprises peuvent combiner les données provenant des chaînes de production aux informations qui couvrent toute l'entreprise. Elles peuvent également réaliser des analyses avancées des données importantes pour obtenir des renseignements commerciaux uniques. Ces renseignements sont exploitables et il est possible de s'y appuyer pour programmer des procédés automatisés et autorégulés qui ont pour objectif d'optimiser les activités de fabrication et d'obtenir des produits de qualité, tout en minimisant la durée des cycles. Ce qu'on appelle les « chaînes de valeur » ont besoin d'entreprises fortement interconnectées qui se basent sur des stratégies bien établies (par exemple, la fabrication à flux tendu) pour réduire les coûts de stockage, tout en bénéficiant d'une plus grande flexibilité. Qui plus est, les entreprises peuvent simplifier leurs activités d'entretien en prévoyant à l'avance le potentiel de défaillance de leurs équipements, en se basant sur une surveillance basée sur l'état du matériel et en planifiant les réparations de manière à réduire les temps d'arrêt.

Pour aider les entreprises à prospérer dans un monde où la concurrence est féroce et où les demandes du client nécessitent la mise en place d'opérations de plus en plus agiles, les fournisseurs du secteur de l'automatisation doivent proposer des solutions avancées afin d'aider leurs clients à mettre en place des stratégies intelligentes de fabrication. TSN (Time-Sensitive Networking) est une technologie essentielle pour y parvenir car elle a été spécialement mise au point par le groupe de travail IEEE 802.1 dans le but d'améliorer l'Ethernet standard et de soutenir des fonctionnalités à l'épreuve du temps.

La fonctionnalité TSN

Les avantages qui se trouvent au cœur de TSN sont le déterminisme et la convergence.

Le déterminisme est fondamental pour mettre en œuvre des communications critiques sur le plan du temps dans les chaînes de production, car cela garantit la transmission prévisible de données en minimisant la latence et la guigue (le « jitter »). Cela permet alors de soutenir les applications en temps réel et fournit les bases de la convergence.

La convergence est la deuxième fonctionnalité clé de TSN et permet aux entreprises de fusionner plusieurs types de trafics afin de n'avoir qu'un seul réseau et ce, sans impact négatif sur les performances des communications dans les chaînes de production. C'est une obligation si l'on veut partager les renseignements opérationnels et, de ce fait, améliorer la transparence des procédés dans toute une entreprise, ce qui permettra alors d'en tirer des renseignements d'optimisation des installations de fabrication et d'organisations entières.

TSN est une extension de l'Ethernet standard et offre une interopérabilité avec des technologies et dispositifs existants de réseaux. TSN peut donc s'utiliser aux côtés de dispositifs existants, ce qui réduit les investissements au niveau des systèmes.

Les opportunités commerciales de TSN

TSN est reconnu dans plusieurs domaines comme étant le futur de l'Ethernet industriel et des communications industrielles. De ce fait, de plus en plus, cette technologie intéresse et est adoptée.

Ces tendances offrent des opportunités commerciales fascinantes aux fournisseurs de dispositifs d'automatisation. En développant et commercialisant des produits de pointe exploitant des fonctionnalités TSN, les fournisseurs pourront accroître leur part de marché et prendre un avantage sur leurs concurrents.

Pour entrer rapidement sur ce marché, les fabricants peuvent s'appuyer sur leurs gammes pour créer des produits offrant la compatibilité TSN. Grâce à des logiciels et de simples modifications de matériel, il est souvent possible d'actualiser des produits Ethernet industriels existants afin de pouvoir exploiter des fonctionnalités de niveau supérieur. Cela permet également d'offrir une certaine continuité aux utilisateurs qui peuvent ainsi se fier à des composants et aménagements qui ont fait leurs preuves dans leurs installations.

Pour aider les fournisseurs à bien comprendre comment ils peuvent profiter de cette opportunité, les chapitres suivants de ce livre blanc décrivent la technologie sur laquelle se base TSN, son parcours de développement et les méthodes disponibles pour mettre au points des produits compatibles d'automatisation.

Chapitre 2 - Brève présentation de la technologie TSN

Les normes IEEE 802.1

La technologie TSN est définie par les normes IEEE 802.1 [1]. Les plus importantes pour les communications industrielles sont les normes IEEE 802.1AS [2] et IEEE 802.1Qbv [3], car elles se situent au cœur des performances déterministes et de la convergence.

Plus précisément, la norme IEEE 802.1AS fournit des mécanismes très précis de synchronisation de tous les dispositifs implantés dans un réseau, ce qui permet un contrôle précis de la latence et du « jitter » des transmissions dans tout le réseau. Cela permet alors de définir un comportement prévisible et sert de base au déterminisme.

L'utilisation, dans tout le réseau, de la référence de temps fournie par IEEE 802.1AS et IEEE 802.1Qbv permet d'organiser, de manière temporaire les transmissions de données basées sur leurs priorités respectives, ce qui facilite la convergence de différents types de données de trafic, d'une manière déterministe.

Pour y parvenir, les TAS (Time-Aware Shapers), c'est-à-dire les façonneurs conscients du temps, définis par IEEE 802.1Qbv permettent aux contrôleurs des réseaux d'être au courant de la durée des cycles du trafic en temps réel. Les créneaux périodiques de temps créés par les TAS reproduisent un modèle TDMA (Time Division Multiple Access), ce qui permet de fusionner différents types de trafics et d'accorder la priorité aux données urgentes éventuelles. Les paramètres de temps des TAS sont partagés par les dispositifs entièrement synchronisés du réseau, et ces derniers sont donc au courant du moment exact d'envoi et de réception de données sur le plan du temps.

En fait, certains de ces intervalles de temps peuvent être programmés et réservés au trafic prioritaire critique sur le plan du temps alors que le trafic qui n'est pas critique sur le plan du temps ou qui est basé sur les meilleurs efforts possibles est retenu pour éviter les interférences possibles. Les temps de départ et d'arrivée de ce trafic sont donc prédéterminés. De cette manière, TSN peut garantir des communications déterministes pour les applications vraiment en temps réel.

En outre, la capacité de soutien à la convergence du réseau permet aux utilisateurs de brouiller les lignes entre la Technologie Opérationnelle (TO) et l'informatique. La capacité de partage des informations entre la TO et l'informatique peut aider les entreprises à obtenir des renseignements complets et basés sur les données pour activer une fabrication intelligente qui se trouve au cœur même de l'IloT (Industrial Internet of Things).

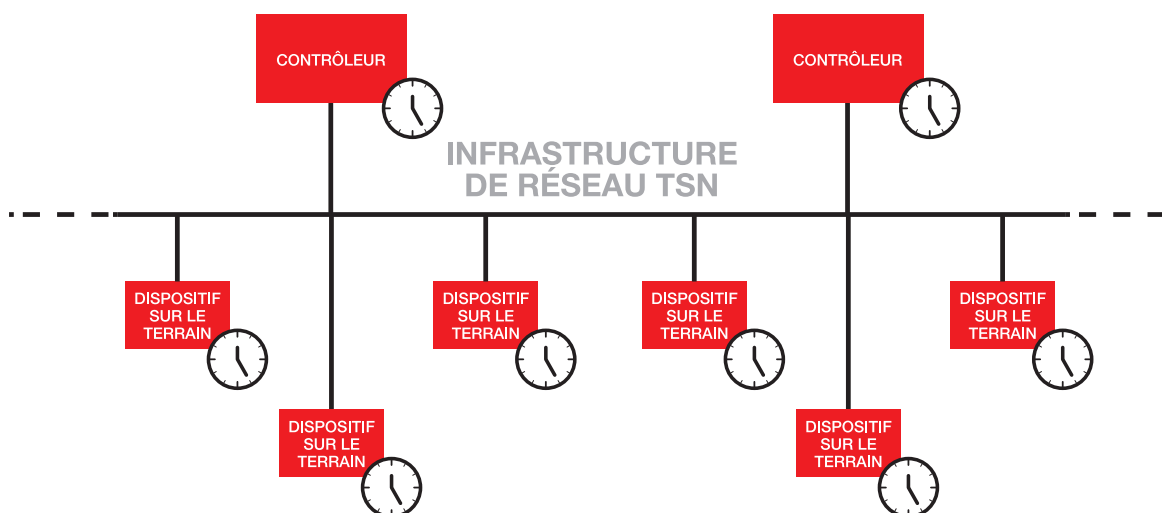


Figure 1 - Grâce à l'utilisation d'IEEE 802.1AS, chaque dispositif du réseau partage la même référence Temps. Cela permet d'obtenir des communications déterministes grâce au contrôle de la latence et du jitter. Le trafic circule ainsi dans tout le réseau de manière prévisible.

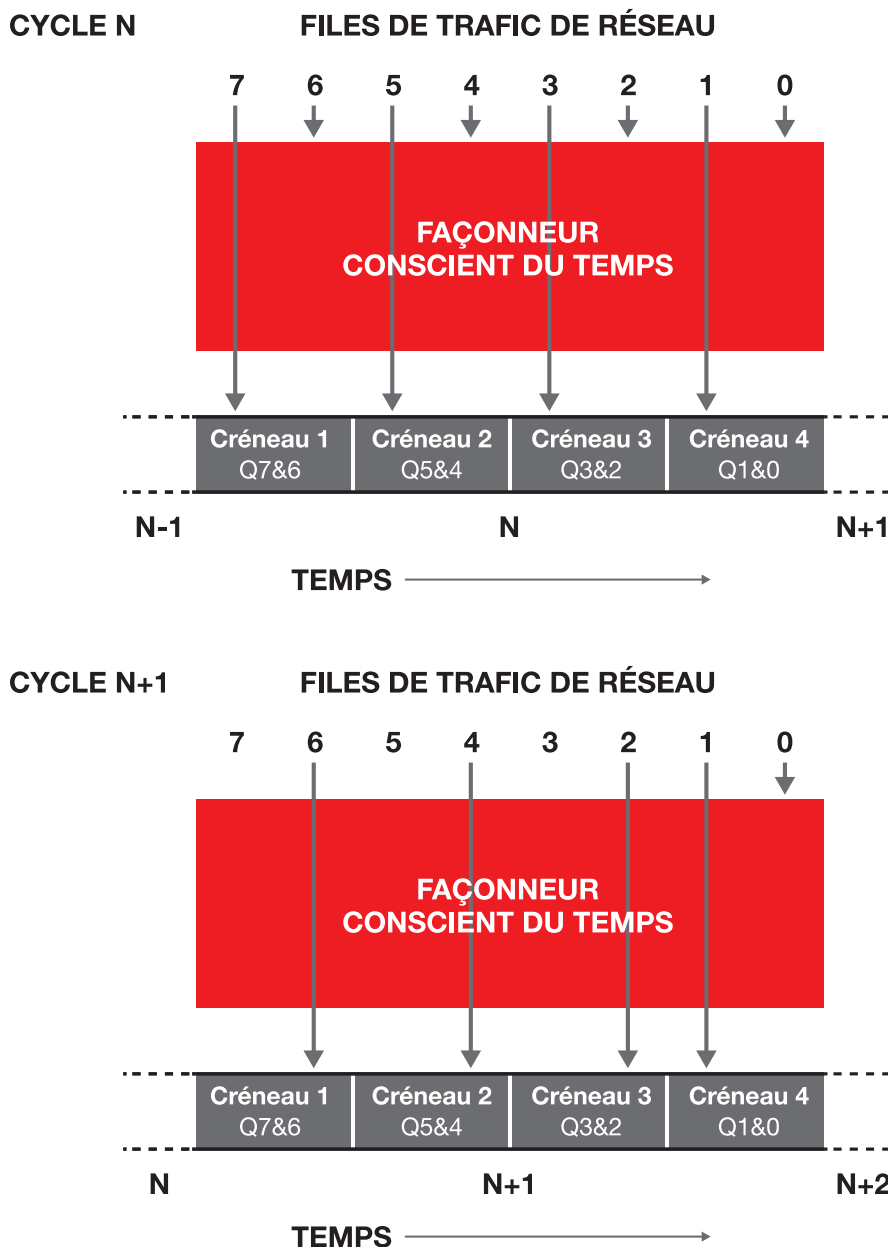


Figure 2 - IEEE 802.1Qbv permet d'établir des créneaux de temps de transmission pour différentes files de trafic de réseau à définir. Cela permet de contrôler le moment durant lequel chaque type de trafic a accès au réseau. Dans cet exemple, quatre créneaux de temps sont répartis entre huit files. Dans chaque créneau, la file qui a le numéro le plus élevé a priorité.

Importance de la bande passante d'au moins 1 gigabit

Il est évident qu'Industry 4.0 augmente le volume de données que produisent les dispositifs et systèmes. Pour traiter ce volume de plus en plus important de données, une bande passante supplémentaire est nécessaire. Cela entraîne une évolution en direction d'infrastructures Ethernet d'au moins 1 gigabit qui offrent une bande passante sensiblement plus importante que les bandes standard de 100 Mbits employées par le passé. TSN est bien placé pour profiter de cette augmentation car il n'a pas été conçu en fonction d'une bande passante bien précise. Il offre donc une solution évolutive pour les systèmes à réseaux d'aujourd'hui, de demain et à plus longue échéance.

Chapitre 3 - Présentation générale du parcours de développement de TSN

Il est évident que la fourniture de produits compatibles avec TSN est très avantageuse pour les fournisseurs du secteur de l'automatisation. Pour réussir la mise au point de dispositifs offrant une plus-value et destinés aux utilisateurs, il faut tenir compte des fonctionnalités, des performances et de la nature des produits proprement dits, et ce dès le début.

Tout d'abord, les entreprises doivent clairement définir ce que devrait pouvoir faire chaque produit. Cela permettra de déterminer le type de poste à mettre au point (par exemple, poste de commande ou poste à distance). En outre, il faut identifier les performances recherchées, dont la vitesse et la précision de la synchronisation. Dès que ces caractéristiques sont définies, les fournisseurs peuvent chercher à déterminer si des produits existants peuvent leur convenir pour effectuer une mise à niveau d'intégration de fonctions TSN.

Les entreprises doivent ensuite choisir la méthode de développement qui convient le mieux au dispositif TSN qu'elles produisent. Cette décision doit se baser sur les paramètres requis de performances qui ont été définis et doivent aussi déterminer si leurs méthodes actuelles de développement conviennent.

Les entreprises doivent prendre une autre décision clé : à quel endroit doivent se dérouler les activités de développement de ces produits ? Doivent-elles se faire en employant des ressources internes ? Ou vaut-il mieux les confier à un sous-traitant spécialisé ?

Dès que ce dispositif TSN est prêt, il faut le certifier pour démontrer que les obligations technologiques nécessaires sont bien respectées. Pour cela, les fournisseurs doivent organiser cette certification par une tierce partie dûment qualifiée. Cela permet d'obtenir une évaluation indépendante des performances en matière de communications et d'offrir ainsi aux clients une garantie supplémentaire à ce sujet.

Lorsque toutes ces tâches sont terminées, le dispositif offrant cette compatibilité TSN peut être commercialisé.

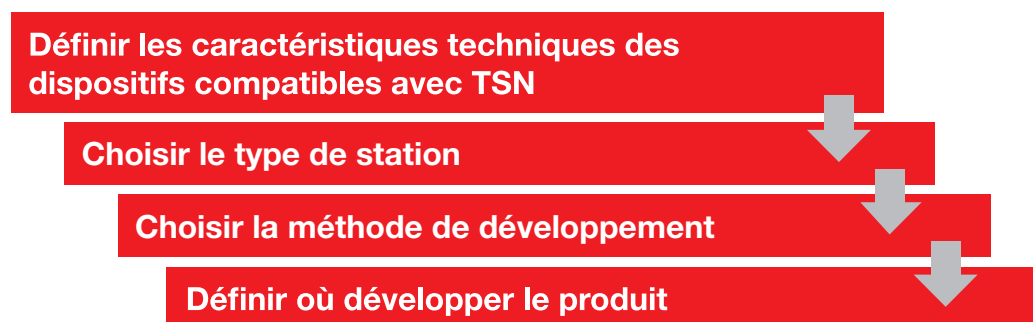


Figure 3 - Récapitulatif du parcours de développement

Chapitre 4 - Méthodes de développement de TSN

Introduction

Pour mettre en œuvre TSN pour assurer des communications industrielles, les utilisateurs et les assembleurs ont besoin d'une technologie appropriée de réseau et de dispositifs d'automatisation en mesure d'exploiter les fonctionnalités de cette technologie. Ces besoins sont assurés par des fournisseurs qui proposent des produits novateurs afin de satisfaire les besoins des clients tout en augmentant leur compétitivité sur le plan commercial. En général, pour minimiser les coûts et la durée requise avant la commercialisation, un fournisseur va envisager d'utiliser, si possible, ses plateformes et outils existants pour développer ces produits.

Il est donc important de s'assurer que le type de technologie Ethernet industriel employé offre un écosystème de développement Open qui contient des options qui correspondent aux méthodes existantes de ce fournisseur. Plus la gamme d'options est large et plus il sera facile de faire face aux besoins de la plupart des fournisseurs. En général, cela signifie qu'il devrait y avoir des solutions matérielles et logicielles en plus des options différentes en matière de bandes passantes (par exemple, 100 Mbits et au moins 1 gigabit).

Chaque méthode de développement va offrir des avantages différents et une méthode va probablement être mieux appropriée à une application qu'une autre méthode. Il est donc important que les développeurs soient au courant des options disponibles et dans quelle mesure une option s'intègre ou non à des conceptions existantes et à des architectures en place de matériels. Ce chapitre décrit les grandes lignes des processus qui peuvent être employés pour développer un produit TSN.

Décision portant sur le type de produit TSN à développer

Le premier élément dont doivent tenir compte les fournisseurs est le suivant : ils doivent sélectionner le type de dispositifs pour les fonctions de réseau qu'ils souhaitent employer, à savoir le rôle que va jouer le produit fini dans un réseau. Dans le cadre de ce livre blanc, il s'agit de stations Maîtres, distantes ou locales.

- Les stations Maîtres gèrent les réseaux en régulant le trafic d'autres postes. Il peut s'agir de transmissions cycliques (synchrones) ou transitoires (asynchrones). En général, les dispositifs de commande sont des API et des PC industriels.
- Par contre, les stations distantes sont placées sous le contrôle de stations Maîtres représentent des dispositifs implantés sur le terrain (par exemple, des E/S, des blocs à vannes, des IHM, des variateurs de fréquence et des servomoteurs). Ils assurent des transmissions cycliques et transitoires 1:n avec d'autres stations. Les communications transitoires sont assurées par des fonctions du type client/serveur.
- Bien souvent, les stations locales sont des API ou des PC industriels. Ils peuvent effectuer des transmissions cycliques n:n avec eux-mêmes et avec la station Maître. Ils assurent également des transmissions cycliques et transitoires 1:n avec d'autres stations. Les communications transitoires sont également assurées par des fonctions du type client/serveur.

Les fournisseurs doivent également déterminer s'ils souhaitent ou non développer des produits destinés à des applications de mouvements ou de sécurité. Dans le premier cas, il faut un soutien total de TSN pour offrir les fonctionnalités requises de synchronisation des axes. Cela permet, en général, de garantir la synchronisation précise de l'ordre de la microseconde qu'exigent certaines applications (par exemple, dans le secteur de l'imprimerie).

Les dispositifs de sécurité constituent un autre domaine commercial clé qui peut bénéficier de l'utilisation de réseaux TSN. Une autre méthode de mise en œuvre consiste à utiliser une série de logiciels associés à une série de fonctions de sécurité afin d'offrir une approche de type « black channel » (canal noir). Ce domaine est constitué d'applications spécialisées qui ne figurent pas dans le champ d'application de ce livre blanc.

Nouvelles conceptions ou migration de produits existants ?

Dès que le type de poste est sélectionné, les fournisseurs doivent déterminer s'ils souhaitent incorporer des fonctionnalités supplémentaires à un produit existant ou s'il faut développer un nouveau produit. Pour mettre au point un nouveau produit, après avoir tenu compte des besoins du marché, il faut préparer un cahier de charges décrivant ce que doivent faire les nouveaux produits compatibles avec TSN ainsi que les fonctionnalités que ces produits doivent assurer et il convient en outre d'estimer les investissements qui s'avèreront nécessaires pour atteindre cet objectif. Ces éléments sont essentiels pour définir les performances, la simplicité de la mise en œuvre et la durée requise avant la commercialisation.

En ce qui concerne l'actualisation de produits existants, cela va peut-être réduire la durée requise avant la commercialisation ainsi que les investissements nécessaires, mais cela risque d'introduire certains compromis qui ne permettront pas d'exploiter la totalité du potentiel de TSN.

Pour profiter d'une flexibilité supplémentaire sur le plan du développement, il est possible de choisir le niveau exigé de performances. Cela permet d'établir un bon équilibre entre les performances d'un dispositif, les investissements requis pour son développement et la durée nécessaire avant sa commercialisation. Une option consiste à suivre une approche basée, en général, sur des logiciels. Cela peut permettre d'effectuer une mise à niveau rapide de dispositifs existants. Il s'agit donc d'un outil essentiel d'accélération de l'adoption de cette technologie novatrice, bien que les dispositifs auront peut-être des performances moins bonnes.

Son inverse est une approche qui est basée, en général, sur le matériel mais qui aura probablement besoin d'un effort supplémentaire de développement mais qui pourra éviter les compromis en matière de performances qu'exige parfois le développement logiciel.

Enfin, la bande passante et la dissipation de chaleur sont des paramètres clés de détermination de la vitesse des communications. Bien qu'une couche physique (PHY) de l'ordre du gigabit est préférable pour obtenir les meilleures performances, il faut compenser ce paramètre avec celui de la dissipation thermique, car cette dernière pose parfois des problèmes sur les petits dispositifs ou ceux qui ont des classifications avancées basées sur leur protection contre toute infiltration.

Dès que ces décisions sont prises, les entreprises doivent être en mesure d'accéder à une méthode appropriée de développement, de type logiciel ou de type matériel. Il est donc vital de sélectionner une technologie de réseau en mesure d'offrir un écosystème complet de développement Open.

Les sections suivantes explorent les solutions et fonctionnalités disponibles pour les écosystèmes de développement et qui vont permettre de créer des produits compatibles avec TSN.

Solutions logicielles

Une série de protocoles logiciels ou une simple « pile », est une collection de composantes indépendantes qui soutiennent l'exécution d'une application. Elle peut être configurée pour assurer les besoins spécifiques d'un produit. En ce qui concerne TSN, elle doit offrir un support portant sur les normes IEEE 802.1. En général, elles engendrent des frais opérationnels faibles, et peuvent donc opérer sur des plateformes économiques à UCT (CPU). Il s'agit en général de microprocesseurs ou de microcontrôleurs.

D'habitude, les piles logicielles sont compatibles avec un large éventail de systèmes opérant en temps réel (par exemple, RTLinux, VXworks® ou µITRON). Néanmoins, les fabricants devraient vérifier les caractéristiques techniques de la pile logicielle qu'ils envisagent d'utiliser, afin de s'assurer qu'elle est conforme.

En général, une pile TSN fait partie d'une SDK (Software Development Kit), une trousse de développement logiciel. Il s'agit d'une collection d'outils de développement logiciel. C'est souvent un ensemble installable unique qui supporte la création des solutions requises.

Les méthodes logicielles offrent probablement la solution la plus rapide de fourniture de fonctionnalités TSN à installer sur des produits existants, car elles réduisent la durée et le coût des efforts de développement interne effectués par les fournisseurs. Qui plus est, elles sont en général portables et peuvent donc s'appliquer avec un minimum de changements. Elles offrent ainsi une solution polyvalente aux entreprises qui souhaitent une mise en œuvre rapide de TSN.

Solutions matérielles

Pour profiter au maximum du potentiel de TSN, il sera peut-être avantageux d'envisager une solution basée sur le matériel.

Cette voie aura peut-être besoin d'investissements plus importants et d'une phase de développement plus longue mais cela donnera un produit plus compétitif et une autonomie plus longue. Plusieurs solutions sont possibles et permettent aux fournisseurs de choisir la bonne plateforme, en fonction de leurs besoins.

ASIC/LSI

Les ASIC (Application Specific Integrated Circuits), également appelés LSI (Large Scale Integration) de communication spécifique à grande échelle, sont des circuits intégrés composés d'éléments logiques câblés. Ils peuvent avoir deux structures différentes. La première offre une interface de réseau qui comporte un contacteur et au moins une PHY. La deuxième prend cette conception et y ajoute une UCT.

L'idéal serait de disposer de deux ports réseau afin de pouvoir mettre en place des topologies « en guirlande » ou à lignes sans commutateur supplémentaire. Cela va néanmoins dépendre de la plateforme utilisée.

Ils sont câblés et ont pour but de soutenir une application spécifique, de manière très efficace, mais ne peuvent pas être changés, contrairement aux FPGA (Field Programmable Gate Arrays), dont nous parlerons plus tard.

Les ASIC assurent une fonction bien spécifique, ce qui détermine la conception de la puce. Cela signifie que, bien que les ASIC offrent des conceptions rigides qui dépendent de l'application, ils sont performants en ce qui concerne la vitesse et le rendement énergétique. De ce fait, dans le cadre d'applications dont les fonctions du système sont fixes en ce qui concerne l'autonomie des produits, les ASIC peuvent offrir une bonne combinaison : performances + coûts économiques.

En outre, du fait de leur nature fixe, la mise en œuvre des ASIC est rapide car aucune programmation n'est nécessaire, ce qui raccourcit la phase de mise sur le marché. Sur le plan dimensionnel, ils peuvent être compacts, ce qui fait qu'ils conviennent à une implantation dans de petits dispositifs. Lorsqu'on y ajoute leur rentabilité, ces éléments sont parfaitement justifiés pour la production en grande série de dispositifs économiques et compacts.

Modules intégrés / incorporés

Les solutions à modules intégrés ou incorporés s'utilisent dans un large éventail de dispositifs qui associent d'habitude un processeur central (par exemple, un microcontrôleur ou un microprocesseur pour effectuer les opérations clés) et une interface réseau (qui se concentre sur l'échange de données). Ces deux éléments peuvent aider le produit (et l'application qui y est associée) à offrir de bonnes performances, car les fonctions peuvent se répartir entre ces deux éléments. En outre, ils peuvent avoir des composants supplémentaires ayant pour but d'épauler l'utilisation prévue.

Grâce à ces fonctionnalités, les développeurs qui choisissent des modules intégrés ou incorporés profitent d'une solution simple d'intégration et d'un cadre flexible d'échange avec l'interface du réseau afin d'exécuter des applications bien spécifiques.

En fonction de la programmation d'un module incorporé spécifique, les fournisseurs peuvent proposer des systèmes plus ou moins complexes. Il peut s'agir de solutions relativement simples et peu complexes comportant une seule puce à microcontrôleur ou de conceptions complexes comportant plusieurs modules. Les développeurs peuvent ainsi sélectionner la conception qui convient le mieux à leurs besoins et à l'utilisation envisagée. Qui plus est, les fournisseurs pourront probablement les incorporer sous la forme d'éléments additionnels ou de cartes d'extension ayant pour but de soutenir des fonctions TSN de produits existants.

Pour terminer, ces solutions sont en général compactes et économiques. Elles aident les développeurs à raccourcir la phase de mise sur le marché et les coûts de production, lors d'une utilisation dans la plupart des applications, même en cas de contraintes au niveau du dimensionnement.

Cœur à FPGA/IP

Les FPGA (Programmable Gate Arrays) sont des circuits intégrés dont les fonctions logiques peuvent être spécifiées par des HDL (Hardware Description Languages), qui sont des langages de description de matériel (en général VHDL (VHSIC Hardware Description Language) ou Verilog). Ces solutions sont basées sur des interconnexions programmables (et reconfigurables) qui relient des blocs logiques configurables CLB (Configurable Logic Blocks), qui se composent d'unités logiques fondamentales appelées «tranches ». Ces dernières comportent, en général, des tableaux de référence LUT (Look-Up-Tables), des bascules FF (Flip-Flops), différents types de multiplexeurs et un réseau à logique d'acheminement chargé d'exécuter des fonctions logiques complexes.

Les CLB et les FPGA permettent aux développeurs de mettre en œuvre pratiquement n'importe quelle fonctionnalité logique. Ces dispositifs peuvent donc se programmer en fonction des caractéristiques requises pour l'application souhaitée et s'utiliser en tant que base de conception de structures logiques complexes. Par exemple, ils peuvent jouer le rôle de microprocesseurs, d'interfaces réseaux ou d'une combinaison de ces deux possibilités.

Outre le fait qu'ils sont programmables sur le terrain, ces dispositifs peuvent être reconfigurés et offrent ainsi aux fournisseurs une grande flexibilité, car leurs fonctions peuvent être modifiées pendant leur phase opérationnelle. Qui plus est, il est possible de modifier la conception d'une partie d'un FPGA, sans toucher au reste.

Du fait de leur adaptabilité et de leur programmabilité, les FPGA conviennent tout particulièrement aux applications dont la conception des composants et les fonctions peuvent nécessiter des mises à niveau pendant leur phase opérationnelle. De même, ces solutions peuvent également supporter des activités de réalisation de prototypes et de validation.

Pour que des FPGA puissent assurer les fonctions requises pour une application donnée (TSN dans le cas présent), ces fonctions sont en général définies par un cœur IP (Intellectual Property) à propriété intellectuelle qui configure les éléments du FPGA en vue de fournir ces fonctionnalités. Il est donc souvent possible de choisir un FPGA du commerce et d'y programmer l'IP centrale d'une tierce partie. Cela garantit une grande flexibilité au niveau de la conception.

Les FPGA sont extrêmement puissants et flexibles car leur conception est totalement paramétrable. Par contre, du fait de leur coût, leur utilisation est parfois réservée à des produits de haut de gamme dont les volumes de production sont peu élevés, mais ces restrictions sont compensées par la fonctionnalité qu'ils offrent. En fait, ils peuvent entraîner une augmentation de la superficie des CCI et une augmentation du coût des produits. Ces facteurs limitent en général le champ d'application des FPGA à des dispositifs à faible volume de production destinés à des applications de haut de gamme. Leurs fonctions avancées entraînent parfois une consommation élevée d'électricité, facteur dont il faut tenir compte en cas de problème de dissipation de chaleur.

Applications spécialisées

Les développeurs peuvent également faire appel à des cartes PC à compatibilité TSN pour mettre en œuvre des fonctionnalités essentielles sur des ordinateurs PC industriels ou standard et des dispositifs similaires, dans le cadre de réseaux Ethernet industriels avancés. Cela permet le branchement de PC sans développement spécial. C'est tout particulièrement utile dans les applications informatiques périphériques qui peuvent utiliser une passerelle PC/IPC à destination de systèmes informatiques de niveau élevé, constituant ainsi une composante d'un système convergent TO / informatique.

| | Base logicielle | Base matérielle | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|--|--------------------------|
| | Pile logicielle / SDK | ASIC/LSI | Modules intégrés / incorporés Modules | Cœur FPGA/IP |
| Performances | Convient à des applications générales | Convient à des applications générales et performantes | | |
| Application type | Mise à niveau de conception existante | Nouveaux produits / reconception de produits existants | | |
| Flexibilité | Portable et typique | Fonction spécifique | | Mises à niveau de permis |
| Volume | Faible, moyen, élevé | | | Faible, moyen |
| Durée de mise sur le marché | Introduction rapide | Fait partie du carnet de route planifié | | |

Tabella 1 - Caratteristiche e vantaggi

Chapitre 5 - L'importance des essais de conformité

Pour valider les fonctionnalités de dispositifs à compatibilité TSN, les développeurs doivent effectuer des essais complets de conformité ayant pour but de confirmer que le produit respecte bien toutes les obligations de la norme d'un réseau donné et que sa mise en œuvre s'est faite correctement.

En testant la conformité de leurs produits, les développeurs identifient les problèmes éventuels au niveau des performances qui risquent d'empêcher un fonctionnement correct avec les produits ou qui risquent de les rendre incompatibles avec les spécifications pertinentes de communications. Ces tests renforcent la confiance des utilisateurs en ce qui concerne l'interopérabilité complète du composant sélectionné d'automatisation avec tous les dispositifs testés et utilisés sur le même réseau.

Certification par une tierce partie

Les fournisseurs peuvent effectuer dans leurs services les essais de conformité et d'interopérabilité et (ou) les confier à des organisations indépendantes. Les utilisateurs cherchent d'habitude à obtenir une certification décernée par une tierce partie indépendante et, de ce fait, les essais internes servent, en général, uniquement à confirmer qu'un produit est prêt à faire l'objet d'essais confiés à une tierce partie.

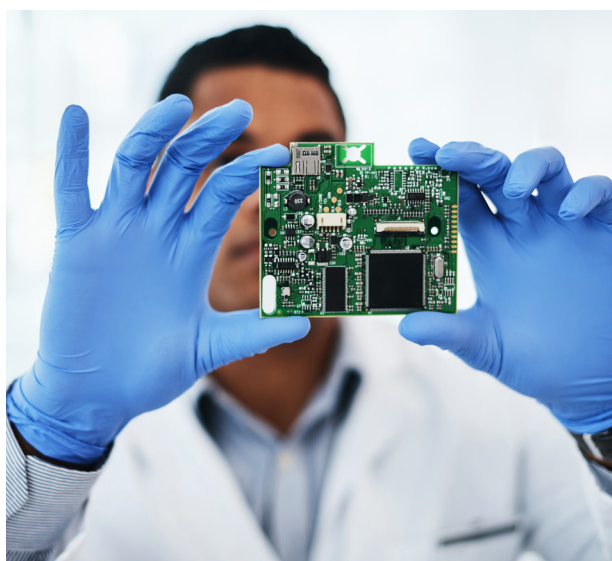
En fait, les essais confiés à une tierce partie permettent une évaluation impartiale et sans préjugé par une source extérieure. Ils donnent aux utilisateurs une grande confiance quant à l'emploi sans problème des produits remis par les fournisseurs. En outre, lorsqu'ils choisissent un organisme indépendant d'essai, les fournisseurs profitent des services assurés par d'autres personnes qui passent en revue les fonctionnalités en réseau de leurs produits, ce qui facilite l'identification de toute anomalie qu'ils n'auraient pas notée.

Outre ces avantages, les organismes d'accréditation ont tendance à disposer d'installations spéciales pour ces tests, avec un matériel spécialisé de pointe. Cela permet de réaliser des évaluations avancées à l'aide d'un large éventail d'instruments auxquels les fournisseurs n'ont pas forcément accès. Des essais préliminaires portant sur ces équipements sont souvent disponibles, ce qui permet aux fournisseurs d'éviter ces investissements et de se préparer aux tests finaux.

Pour terminer, lorsque ces essais de conformité sont confiés à une tierce partie, les fournisseurs du secteur de l'automatisation peuvent se concentrer sur les activités de développement pendant que des ingénieurs spécialisés évaluent les produits. Ces ingénieurs sont bien formés et expérimentés dans le domaine des essais de conformité et d'interopérabilité et offrent ainsi une expertise qu'il serait difficile d'égaliser sur le plan interne, qui prendrait du temps et (ou) qui pourrait s'avérer onéreuse.

Réseau mondial d'essais

De nombreux fournisseurs sont en fait des entreprises internationales qui ont des installations de développement implantées aux quatre coins de la planète. Envoyer des produits en un lieu unique, pour les tester, pourrait s'avérer peu pratique pour des raisons liées à la langue, aux fuseaux horaires et à d'autres paramètres. L'accès à un réseau international d'installations d'essais est plus commode et permettra probablement de réduire la durée des projets. Il y a un autre élément vital : un réseau international d'essai utilise des procédures normalisées d'essais et, de ce fait, quel que soit l'endroit où un test a lieu, les résultats seront fiables.



Chapitre 6 - Protocoles Ethernet industriels qui supportent TSN

Pour fournir rapidement des produits novateurs compatibles avec TSN et destinés à des applications du secteur de l'automatisation industrielle et pour s'implanter sur ce marché, les entreprises doivent s'appuyer sur des technologies de réseau qui ont fait leurs preuves (par exemple, CC-Link IE TSN). Il s'agit d'un réseau Open qui combine des fonctions TSN, définies par les normes IEEE 802.1 AS et Qbv et exploite une bande passante d'au moins 1 gigabit.

Lorsqu'ils choisissent cette solution, les développeurs de produits peuvent profiter d'un écosystème complet de développement qui permet de créer des stations Maîtres, locales ou distantes. En particulier, plusieurs membres de la CLPA (CC-Link Partner Association) proposent déjà plusieurs moyens de mise en œuvre de CC-Link IE TSN par le biais de logiciels et de matériels et leur nombre ne cesse d'augmenter. Les entreprises peuvent ainsi profiter d'un écosystème complet de développement.

En outre, la CLPA offre son soutien aux fournisseurs en évaluant la conformité de leurs produits, en s'assurant qu'ils sont compatibles avec les spécifications CC-Link IE TSN. Cette organisation offre un soutien lors du développement et effectue des essais avant certification ainsi que les tests proprement dits de conformité, par le biais d'un réseau international d'installations spécialisées de certification.

Le parcours nécessaire pour obtenir la certification de conformité CC-Link IE TSN commence par la vérification par les fournisseurs des réglementations portant sur l'essai de conformité et cela peut se faire sur le site Internet de la CLPA. Sur la base de cette vérification, les entreprises peuvent procéder à une évaluation initiale interne. Par la suite, elles doivent demander l'essai de conformité de la CLPA. Pour que cette organisation effectue cette tâche, les fournisseurs doivent envoyer leur produit ainsi qu'une copie du compte-rendu de l'essai interne à l'installation choisie pour ce test.

Lorsque cet essai de conformité a un résultat positif, un certificat et un rapport sont remis à l'entreprise. Cela confirme la conformité avec la technologie de réseau CC-Link IE TSN. Il y a un autre avantage. Ce produit peut figurer dans le catalogue en ligne de la CLPA et peut ainsi être vu par des clients du monde entier. Une copromotion avec la CLPA est également possible.

Chapitre 7 - Conclusions

TSN est une technologie clé qui facilite la transformation numérique de la fabrication et qui peut offrir quatre avantages essentiels aux fournisseurs et aux assembleurs.

- Conceptions plus simples pour les architectures de réseaux et les machines
- Plus grande transparence des procédés et meilleure gestion de ces derniers
- Meilleure productivité
- Meilleure intégration des systèmes TO et informatiques

Pour mettre les communications à l'épreuve du futur et pour garantir le niveau suivant de performances, les fournisseurs doivent agir dès aujourd'hui pour proposer des produits compatibles avec TSN ou pour mettre à niveau des dispositifs existants afin d'y intégrer des fonctionnalités TSN. Ils aideront ainsi leurs clients à créer les usines du futur tout en renforçant leur propre compétitivité sur un marché en croissance rapide.

Pour en savoir plus sur les arguments commerciaux en faveur de TSN, veuillez-suivre la référence « TSN : The Case for Action Now » (Les arguments en faveur d'une action immédiate), disponible à <https://eu.cc-link.org/en/campaign/2020/tsnwp>



Renseignements sur l'auteur



John Browett, durant les 18 premières années de sa carrière, occupe plusieurs postes dans les secteurs de l'ingénierie et du marketing pour les entreprises Mitsubishi Electric travaillant dans le domaine de l'automatisation, au Japon, aux États-Unis et en Allemagne. Il passe les 11 dernières années dans l'association CLPA (CC-Link Partner Association), en Europe. C'est aujourd'hui son directeur général.

En 2018, il supervise le lancement sur le marché européen de CC-Link IE TSN. Il s'agit du premier Ethernet industriel open à combiner une bande passante d'au moins 1 gigabit et la technologie TSN (Time-Sensitive Networking). Il s'est engagé à collaborer avec des sociétés de premier plan travaillant dans le secteur de l'automatisation en Europe et au-delà, dans le but de fournir les architectures à réseaux convergents dont a besoin Industry 4.0 pour que les industries connectées du futur deviennent réalité.

Il a une licence (BEng) en génie électronique de l'université anglaise de Lancaster. Durant ces études, il a suivi des cours à l'université californienne UCLA avant de faire des études post-universitaires en management dans l'université de Cambridge. C'est un expert en marketing (Chartered Marketer -CMktr). Il est membre (MCIM) du Chartered Institute of Marketing (CIM).

**Contactez-moi, dès aujourd'hui,
chez CLPA Europe :**

 John Browett
john.browett@eu.cc-link.org
www.linkedin.com/in/johnbrowett/



OPEN AUTOMATION NETWORKS

Mise sur le marché de votre produit TSN –
Présentation du développement de produits TSN

Stand virtuel d'exposition : <http://cc-link-ve.eu/>

Page d'accueil de CLPA Europe : <https://eu.cc-link.org/en/>

Page d'accueil de CLPA Amérique du Nord : <http://am.cc-link.org/en/>

Connexions entre la CLPA et les médias sociaux :



www.linkedin.com/company/cc-link-partner-association-europe

www.linkedin.com/company/clpa-americas



https://twitter.com/CC_LinkNews

https://twitter.com/CC_LinkNewsDE

https://twitter.com/CC_LinkNewsIT

https://twitter.com/CC_LinkNoticias



<https://www.xing.com/companies/cc-linkpartnerassociationeurope>



www.youtube.com/c/CCLinkPartnerAssociation



Références

- [1] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Time-Sensitive Networking Task Group.
Disponible à : <https://1.ieee802.org/>
- [2] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 802.AS - Timing and Synchronization.
Disponible à : <https://www.ieee802.org/1/pages/802.1as.html>
- [3] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 802.1Qbv - Enhancements for Scheduled Traffic.
Disponible à : <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1bv.html>

Bibliographie

Groß, F., Steinbach, T., Korf, F., Schmidt, T. C., & Schwarz, B. (2014). A hardware/software co-design approach for ethernet controllers to support time-triggered traffic in the upcoming IEEE TSN standards. Dans : 2014 IEEE Quatrième conférence internationale sur l'électronique des consommateurs, Berlin . ICCE-Berlin, 9-13.

Insam, E. (2003). CHAPTER 1 - Networking Embedded Systems (Systèmes intégrés de travail en réseaux) Dans : Edward Insam (Ed.). TCP/IP Embedded Internet Applications. Newnes, 5-27, ISBN 9780750657358.

Kuon, I., & Rose, J. (2007). Measuring the gap between FPGAs and ASICs. IEEE Transactions on computer-aided design of integrated circuits and systems, 26(2), 203-215.

Monmasson, E., & Cirstea, M. N. (2007). FPGA design methodology for industrial control systems—A review. IEEE transactions on industrial electronics, 54(4), 1824-1842.

Muller, K., Steinbach, T., Korf, F., & Schmidt, T. C. (2011). A real-time Ethernet prototype platform for automotive applications. 2011 IEEE International Conference on Consumer Electronics -Berlin (ICCE-Berlin).

Rittman, D. (2004). Structured ASIC design: A new design paradigm beyond ASIC, FPGA and SoC. [En ligne]
Disponible à : [http://www.tayden.com/publications/Structured %20ASIC%20Design.pdf](http://www.tayden.com/publications/Structured%20ASIC%20Design.pdf).



OPEN AUTOMATION NETWORKS

CLPA Europe, Postfach 10 12 17, 40832 Ratingen, Allemagne
Tél : 49-2102-486-1750 Fax : 49-2102-532-9740 Courriel : partners@eu.cc-link.org

CLPA Americas, 500 Corporate Woods Parkway - Vernon Hills, IL 60061, USA
Tél : 847-478-2647 Fax : 847-876-6611 Courriel : Info@CCLinkAmerica.org