

Introduction à l'Ethernet industriel à 10 Mbit/s sur une seule paire de cuivre 10BASE-T1S

Les réseaux reposant sur la technologie Ethernet et le protocole Internet (IP) sont partout. Dans les réseaux informatiques classiques, mais aussi dans l'automobile, l'Internet des objets (IoT) et dans toutes sortes d'applications d'automatisation. Avec le standard 10BASE-T1S, publié en 2020, Ethernet s'ouvre encore à de nouvelles applications. Décryptage de la société de semi-conducteurs Microchip.

La technologie Ethernet existe depuis près de 50 ans. Elle fournit une bande passante échelonnée allant de quelques mégabits à plusieurs gigabits par seconde, et ce sur différents supports physiques. Il existe en outre des piles logicielles éprouvées permettant d'assurer une transmission fiable sur ces supports. La sécurité et la sûreté sont en effet primordiales pour cette technologie et il existe des frameworks bien définis pour les inclure dans les systèmes reposant sur Ethernet.

Plus globalement, l'architecture orientée services d'Ethernet permet de gérer la complexité en encapsulant fonctions et données. De nombreux systèmes peuvent ainsi facilement dialoguer entre eux grâce à un mécanisme de communication unifié et réutilisable, qui permet de déplacer facilement les services vers l'emplacement approprié du réseau. Il existait autrefois plusieurs technologies pour interconnecter des dispositifs différents. Dans le monde de l'automatisation industrielle, il existe ainsi différents bus de terrain comme EtherCAT, RS-485, UART, etc. Dans le monde de l'automobile, on utilise des réseaux MOST, CAN, LIN et autres, qui nécessitent des passerelles complexes pour permettre la communication entre les différents domaines. Sur le marché des serveurs informatiques, on peut trouver I²C, GPIO, SPI et même CAN, issu du monde automobile, utilisés pour gérer différents sous-systèmes.

Chacun d'entre eux utilise sa propre interface matérielle et met en œuvre différentes piles logicielles. Le comportement en matière de CEM (compatibilité électromagnétique) est éga-

AUTEUR



Henry Muysshondt, Senior Manager, Microchip Technology.

lement variable. Dans ce cadre, une architecture tout-Ethernet offre de nombreux avantages dans la mesure où le même protocole est utilisé indépendamment de la couche physique. Une trame Ethernet est toujours la même, qu'elle soit transmise à 10 Mbit/s ou à 10 Gbit/s (figure 1). Lorsqu'il faut adapter la bande passante à des applications particulières, aucune passerelle complexe n'est nécessaire. Il est fréquent qu'un même commutateur soit équipé de puces PHY fonctionnant à des vitesses différentes, et les trames peuvent passer d'un domaine à l'autre sans aucune modification des données.

Une architecture Ethernet omniprésente facilite la conception, la configuration et les opérations de contrôle/commande de nombreuses applications différentes, que ce soit dans le monde industriel, en informatique ou dans le secteur automobile. La même expertise technique est utilisable pour différents marchés. Les

mêmes mécanismes sont utilisés quelle que soit la quantité de données à transférer, puisque la trame Ethernet n'est pas modifiée en fonction des différentes vitesses de transfert. De plus, il existe un vaste écosystème de fournisseurs de matériels et de logiciels, aptes à couvrir tous les aspects de l'infrastructure de communication Ethernet.

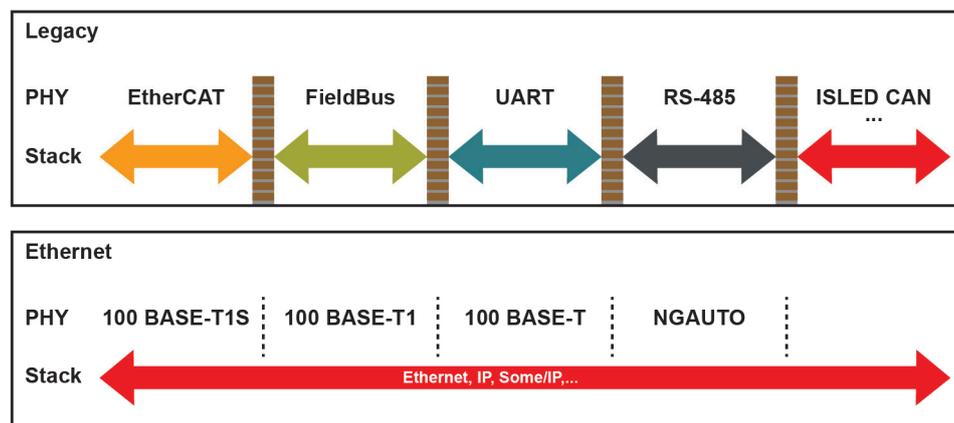
Le monde de l'Ethernet a déjà conçu des architectures assurant la sécurité et la confidentialité d'informations transportées sur des liaisons Ethernet. Cette infrastructure de sécurité est aujourd'hui bien comprise.

10BASE-T1S: Une nouvelle norme IEEE

L'IEEE a développé une nouvelle variante de la norme Ethernet qui offre une bande passante de 10 Mbit/s sur une couche physique associée à une seule paire de cuivre. La spécification porte la référence IEEE 802.3cg-2019 et a été publiée dans

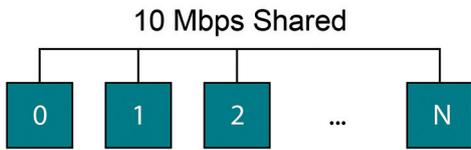
1 DE L'AVANTAGE D'UTILISER LA TECHNOLOGIE ETHERNET

Une trame Ethernet est toujours la même, qu'elle soit transmise à 10 Mbit/s ou à 10 Gbit/s. Lorsqu'il faut adapter la bande passante à des applications particulières, aucune passerelle complexe n'est nécessaire.



2 PRINCIPE DU PARTAGE DE BUS DANS LA SPÉCIFICATION 10BASE-T1S

La spécification 10BASE-T1S définit une topologie multi-saut dans laquelle chaque nœud est connecté à un seul câble. L'ensemble des nœuds se partagent la bande passante de 10 Mbit/s.



le courant de l'année 2020. Cette spécification étend l'éventail des couches physiques Ethernet modernes à l'extrémité basse du spectre en termes de bande passante. L'une des variantes spécifiées dans la norme IEEE est estampillée 10BASE-T1S, S étant l'abréviation de Short Reach (courte portée). Une variante longue portée, appelée 10BASE-T1L, est également définie pour des distances jusqu'à 1 km. Cet article se concentre sur le standard 10BASE-T1S.

10BASE-T1S utilise une topologie multi-saut dans laquelle chaque nœud est connecté à un seul câble. Il n'est donc plus nécessaire d'utiliser de commutateur et il y a moins de câbles. Chaque câble n'utilise qu'une seule paire de fils, au lieu des quatre paires utilisées dans le cas du câblage Ethernet classique. L'interconnexion peut même être réalisée sur un circuit imprimé (PCB). La norme précise qu'au moins huit nœuds peuvent être connectés, mais un nombre bien plus grand est possible. Elle spécifie aussi une longueur de bus de 25 m, avec des tronçons de 10 cm au niveau de chaque nœud. L'ensemble des nœuds se partagent la bande passante de 10 Mbit/s (figure 2).

La norme spécifie également un mécanisme d'arbitrage appelé PLCA (Physical Layer Collision Avoidance

ou prévention de collision de couche physique) qui assure l'utilisation de toute la bande passante disponible avec une latence réduite et une qualité de service (QoS) élevée.

Microchip Technology a été un contributeur majeur au processus de standardisation IEEE et s'apprête à soutenir la norme, non seulement avec des puces à semi-conducteurs, mais aussi avec des cartes d'application et les outils nécessaires pour simuler, mettre en œuvre et analyser un système de mise en réseau.

Détails sur le mécanisme d'arbitrage PLCA

Lorsque le mécanisme PLCA est activé, seule la puce PHY qui dispose du droit de transmission est autorisée à envoyer des données. Les droits de transmission sont attribués de manière cyclique. Chaque PHY peut transmettre durant son droit de transmission et peut ensuite envoyer une trame d'information. Un nouveau cycle est lancé lorsque le nœud maître envoie une balise (figure 3). En pratique, on observe que les délais aller-retour entre deux nœuds sont inférieurs à une demi-milliseconde, la quasi-totalité de la bande passante de 10 Mbit/s étant disponible comme on peut le vérifier avec l'outil iperf3 qui sert à mesurer la bande passante maximale réalisable sur les réseaux IP.

Applications envisagées

La technologie 10BASE-T1S fait son chemin dans les domaines de l'automatisation des bâtiments et des usines, de l'automobile et des applications informatiques.

Dans les applications industrielles, ce schéma d'interconnexion est déployé dans de nombreuses applications pour assurer la gestion intra-système et connecter de nom-

breux dispositifs comme des ventilateurs, des capteurs de température, des contrôleurs de tension, etc. Même certains dispositifs très simples, comme les interrupteurs, les boutons, les voyants, peuvent être connectés par Ethernet.

Dans les voitures, un certain nombre de capteurs qui ont besoin d'une bande passante faible peuvent aussi bénéficier d'une architecture réseau. Cela facilite l'extension des sous-systèmes en fonction des différents niveaux d'équipement des véhicules. Le monde de l'informatique constate de son côté le besoin de 10BASE-T1S dans les interfaces de gestion intra-système à l'intérieur des serveurs et des commutateurs, ainsi que dans les applications de configuration et de surveillance de grands serveurs. Comme dans le monde industriel, divers dispositifs comme des ventilateurs, des capteurs de température ou des contrôleurs de tension peuvent facilement être rendus accessibles par Ethernet.

Bien que la technologie PoDL (Power over Data Lines, ou alimentation par lignes de données) ne soit pas encore totalement normalisée, plusieurs groupes y travaillent. Un nouveau groupe de travail IEEE a été créé pour étendre la spécification 802.3cg, notamment en y ajoutant la technologie PoDL. La couche physique 10BASE-T1S est couplée en courant alternatif, par conséquent elle se prête bien au transport d'énergie vers les dispositifs distants.

Conclusion

Le 10BASE-T1S permet d'étendre la technologie Ethernet à de nouvelles applications grâce à ses principales caractéristiques (couche physique multi-saut, pas de collisions, utilisation efficace de la bande passante, déterminisme et faible latence, mécanismes de sécurité). Une architecture Ethernet omniprésente facilite la conception, la configuration et la commande de nombreuses applications différentes, que ce soit dans le monde industriel, informatique ou automobile. Des composants 10BASE-T1S sont d'ores et déjà disponibles sur le marché, et de nouveaux systèmes sont déjà en cours de conception pour mettre en œuvre cette nouvelle technologie. Les outils nécessaires pour le faire sont eux aussi déjà disponibles, notamment chez Microchip.

3 PRINCIPE D'ACCÈS AU SUPPORT DANS LA NORME 10BASE-T1S

Lorsque le mécanisme d'arbitrage PLCA est activé, seule la puce PHY qui dispose du droit de transmission est autorisée à envoyer des données. Les droits de transmission sont attribués de manière cyclique. Chaque PHY peut transmettre durant son droit de transmission et peut ensuite envoyer une trame d'information. Un nouveau cycle est lancé lorsque le nœud maître envoie une balise

