

Ethernet 10BASE-T1S - Relier le monde physique et le monde numérique

Par Henry Muyschondt, responsable marketing en chef du département des systèmes d'info-loisirs automobiles chez Microchip Technology

Évolution des réseaux automobiles : de l'architecture spécifique à un domaine à l'architecture zonale basée sur l'Ethernet

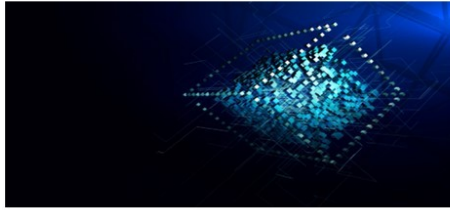
Les automobiles ont longtemps reflété la complexité et l'innovation du monde dans son ensemble. Les véhicules modernes sont dorénavant des plateformes de calculs hautes performances, qui traitent d'énormes quantités de données, fonctionnant essentiellement comme des centres de données sur roues. Ces véhicules contrôlent de nombreux sous-systèmes qui ont besoin d'échanger des informations entre eux pour atteindre de hauts degrés d'automatisation, et qui interagissent avec le monde physique grâce à de nombreux capteurs et actionneurs.

À l'origine, ces sous-systèmes utilisaient des technologies de communication optimisées pour des fonctions spécifiques, connues sous le nom d'architectures matérielles spécifiques à un domaine. Cette approche nécessitait de nombreux bus spécifiques pour chaque application, pour transférer les données entre différents domaines, obligeant les passerelles informatiques à traduire ces informations entre les différentes architectures matérielles. Avec jusqu'à 20 normes réseau à gérer, les constructeurs automobiles ont recherché une solution plus simple constituée d'une plateforme commune pour leur infrastructure de communication.

Transition vers des architectures zonales basées sur l'Ethernet

L'industrie automobile effectue actuellement une transition de ces anciennes architectures réseau vers un seul réseau central de type *backbone* (épine dorsale), basé sur le standard Ethernet. Ce changement permet aux véhicules d'être divisés en « zones » qui peuvent plus facilement interagir avec une plateforme informatique centralisée, via un simple réseau Ethernet basé sur des adresses IP. En collaboration avec le collectif de la spécification IEEE, les constructeurs automobiles ont aidé à définir une couche physique qui nécessite seulement une paire de câbles symétriques, au lieu des 2 ou 4 paires précédentes habituellement présentes dans les installations Ethernet. La figure 1 ci-dessous montre la transition entre les architectures matérielles spécifiques à un domaine et l'architecture zonale dotée d'une plateforme informatique centralisée.

Networking Megatrend



Distributed, Hardware Defined

Gateways between different communication technologies

- Domain-specific hardware architectures
- Multiple application-specific buses
- Distributed gateways
- Complex wiring



Centralized, Software Defined

Ethernet: 10BASE-T1S, 100BASE-T1, 1000BASE-T1, 2.5/5/10GBASE-T1, 1

- Connect various zones with centralized compute platforms
- Ubiquitous Ethernet Network
- Low cost, single pair (T1) cabling at the edge

More powerful, flexible network to meet application challenges

1

© 2024 Microchip Technology Inc. and its subsidiaries



Figure 1 - Tendance majeure des réseaux à passer d'une architecture spécifique à un domaine à une architecture zonale

Cette transition vers les architectures zonales basées sur l'Ethernet représente un bond en avant significatif sur le plan de la conception des automobiles et de leurs fonctionnalités. En optant pour une seule technologie de communication, les constructeurs automobiles peuvent simplifier le réseau interne du véhicule, réduisant la complexité et les coûts associés à la maintenance de nombreux standards de communication. Cette approche simplifiée non seulement améliore les performances du véhicule, mais aussi ouvre la voie à des fonctionnalités et capacités plus avancées.

Les avantages d'un framework de données commun

Un *framework* de données unifié permet aux systèmes et fonctionnalités du véhicule d'être définis de façon logicielle, ce qui réduit la latence et la complexité. Grâce à un niveau de sécurité renforcé, les mécanismes standardisés peuvent authentifier les participants au réseau et crypter les informations quand cela est nécessaire. Comme les bus de communication précédents ne disposaient pas de fonctionnalités de sécurité, diverses approches étaient utilisées pour limiter les potentiels dangers.

Les avantages d'un *framework* de données commun vont au-delà de la sécurité et de l'efficacité. En normalisant les protocoles de communication au sein du véhicule, les constructeurs automobiles peuvent plus facilement y intégrer de nouvelles technologies et fonctionnalités. Cette flexibilité s'avère cruciale face à l'évolution constante de l'industrie

automobile, apportant des avancées dans le domaine de la conduite autonome, des véhicules électriques (VE) et des technologies de voitures connectées. L'utilisation d'un *framework* de données commun garantit que ces innovations peuvent être facilement intégrées à l'architecture du véhicule, pour offrir une expérience de conduite cohérente et totalement intégrée.

Mises à jour logicielles simplifiées

L'utilisation d'un réseau commun simplifie les mises à jour logicielles, car les développeurs peuvent les déployer à l'aide d'une seule approche, plutôt que de devoir utiliser une méthode distincte pour chaque liaison de données. La capacité à simplifier les mises à niveau logicielles change la donne pour l'industrie automobile. Les véhicules étant en effet de plus en plus commandés au niveau logiciel, ils doivent être mis à jour régulièrement ; c'est pourquoi ces améliorations prennent de plus en plus d'importance. Grâce à une infrastructure réseau commune, il est possible de réaliser des mises à jour à distance (OTA, *Over-The-Air*), ce qui permet aux constructeurs automobiles de déployer de nouvelles fonctionnalités, corriger des bogues et améliorer les performances sans que l'automobiliste n'ait besoin de se rendre chez son concessionnaire. Cette possibilité non seulement améliore l'expérience utilisateur mais réduit également les coûts de maintenance et les immobilisations du véhicule.

Ethernet 10BASE-T1S : Relier le monde physique au numérique

L'Ethernet, défini par les spécifications IEEE® publiées il y a 40 ans, est une technologie qui existe depuis environ 50 ans, qui a été d'abord utilisée pour transférer de grandes quantités de données entre ordinateurs. Cependant, pendant longtemps, l'interface entre le monde informatique numérique et le monde physique des voitures est restée dépendante du matériel et spécifique à un domaine. Pour résoudre ce problème, l'Ethernet 10BASE-T1S a été développé.

L'Ethernet 10BASE-T1S est un bus à architecture Multidrop utilisant une seule paire de câbles comme *backbone*, ou épine dorsale. Les capteurs et actionneurs sont directement fixés sur ce câble, ce qui permet de se passer de commutateurs Ethernet pour connecter tous les dispositifs. Lors de la réception des données, qu'il faut ensuite envoyer vers des interconnexions plus rapides, un simple commutateur avec un port 10BASE-T1S et d'autres ports haute vitesse est suffisant. Aucune passerelle de traduction spécifique n'est nécessaire, puisque chaque dispositif sur le réseau Ethernet utilise le même format pour les trames Ethernet.

Le développement de l'Ethernet 10BASE-T1S marque un tournant important dans l'évolution des réseaux automobiles. En fournissant un moyen standardisé et efficace de connecter les capteurs et les actionneurs, l'Ethernet 10BASE-T1S comble la distance entre le monde du numérique et le monde physique. Cette technologie permet le traitement et la communication des données en temps réel, accélérant le temps de réponse du véhicule et sa précision en cas de changement de conditions. L'Ethernet 10BASE-T1S garantit que les systèmes du véhicule fonctionnent en parfaite harmonie. La figure 2 illustre ce concept.

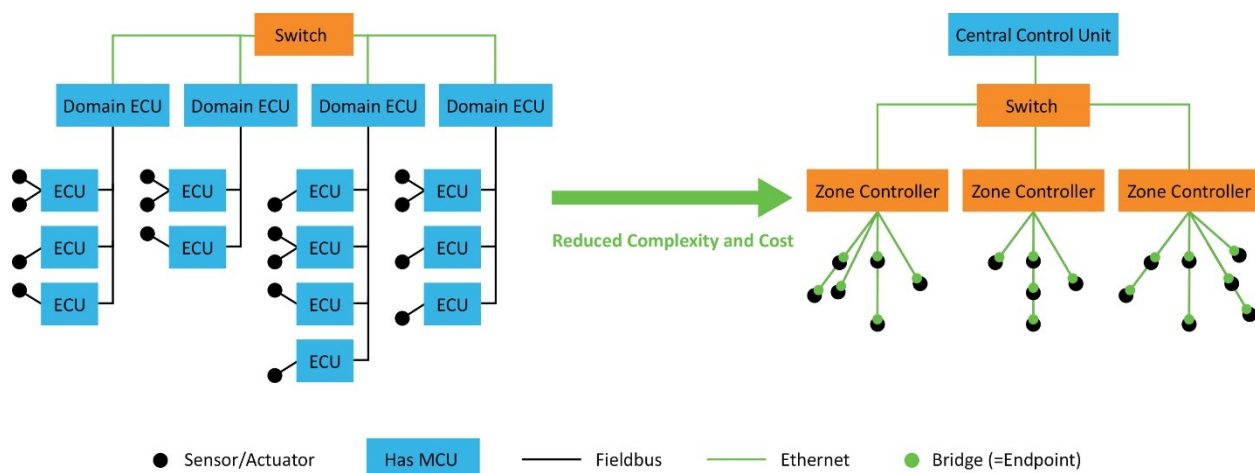


Figure 2 – Architectures par domaine et zonale

Application dans le monde réel : Démonstration

Pour illustrer ce concept de l'Ethernet 10BASE-T1S à l'aide d'une application pratique, Microchip Technology a mis au point une carte de démonstration qui illustre parfaitement comment cette technologie peut être utilisée pour connecter différents capteurs et actionneurs au sein du véhicule. La carte comprend, entre autres, des capteurs de pression, de proximité ou de luminosité, qui capturent des données du monde réel, qui sont ensuite traitées par une plateforme informatique centralisée. Les données traitées sont utilisées pour commander les moteurs, ventilateurs, lumières et écrans, qui à leur tour interagissent avec le monde physique. Une vidéo de démonstration est disponible sur YouTube : <https://youtu.be/nD1c3eLYp7M>. La figure 3 montre la carte de démonstration.

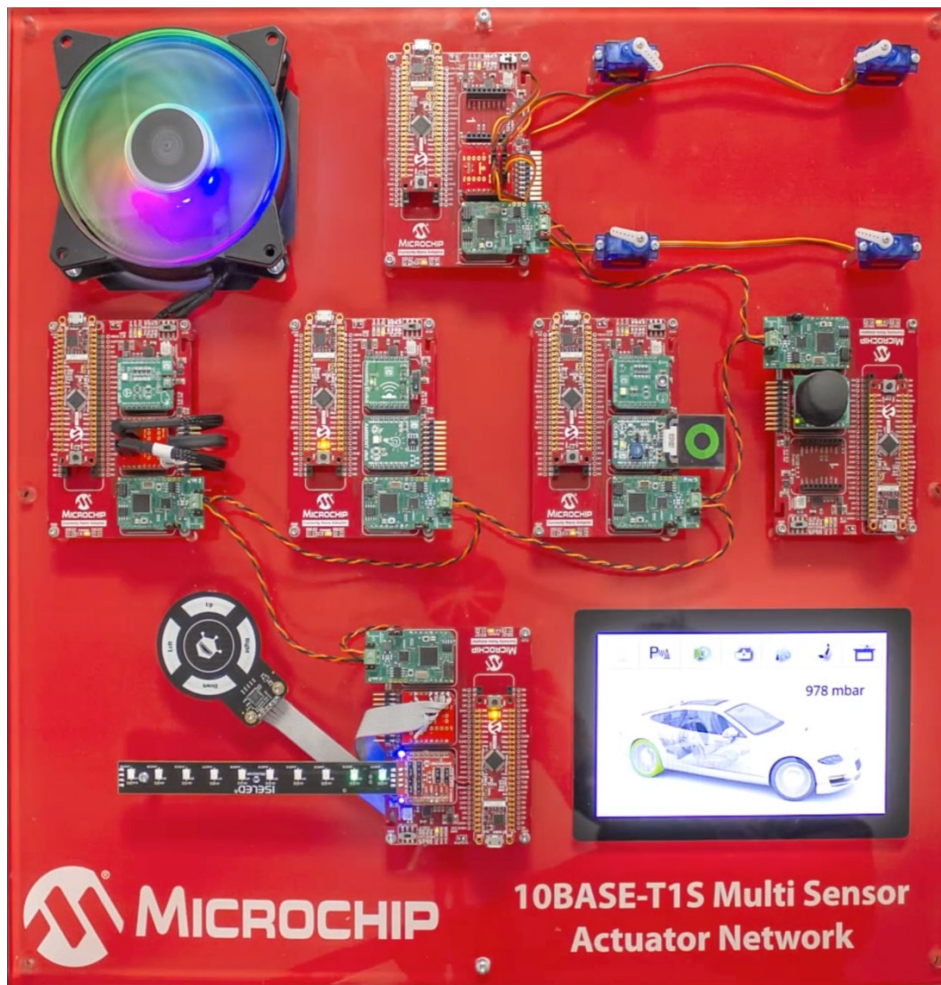


Figure 3 - Carte de démonstration avec plusieurs capteurs et actionneurs (Multi Sensor and Actuator Demonstrator)

Ce montage non seulement permet de prouver la polyvalence de l'Ethernet 10BASE-T1S, mais démontre également sa capacité à simplifier la conception et l'implémentation des systèmes de communication automobiles. En utilisant un seul bus Multidrop qui fonctionne avec une seule paire de câbles, l'Ethernet 10BASE-T1S permet de se passer de commutateurs Ethernet pour connecter de nombreux capteurs et actionneurs. Lorsque les données circulent dans le réseau, un simple commutateur doté d'un port 10BASE-T1S peut accueillir des connexions haute vitesse, en maintenant le format cohérent des trames Ethernet dans l'ensemble du système.

Des avantages conséquents pour les constructeurs automobiles

Le fait d'utiliser un seul et unique protocole pour la plupart des fonctions apporte des avantages significatifs pour les constructeurs automobiles, qui doivent garantir la compatibilité avec différents standards spécifiques à une application. Chaque année de modèle automobile apporte des améliorations aux systèmes avancés d'assistance au conducteur (ADAS), nécessitant souvent de nouveaux radars, caméras, capteurs à ultra-sons voire LiDAR dans le

futur, ainsi que des mises à jours pour les systèmes d'info-loisirs et d'aide à la conduite. D'autres parties de la voiture sont régulièrement améliorées, parfois simplement via l'ajout de nouvelles fonctions logicielles.

Les véhicules modernes intègrent 40 faisceaux de câbles différents, des douzaines, voire des centaines de calculateurs automobiles (ECU), ainsi que des kilomètres de câbles, pesant jusqu'à 500 kg. Les différents câbles requis pour les différentes applications supposent également des problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM), car chaque application dispose d'exigences spécifiques.

Le passage vers un protocole unique simplifie l'architecture interne du véhicule, ce qui réduit le nombre de faisceaux de câbles et de calculateurs nécessaires. Non seulement le poids et la complexité sont diminués, mais la fiabilité et la facilité de maintenance sont également améliorées. Avec moins de composants à gérer, les constructeurs automobiles peuvent se concentrer sur l'amélioration des performances et des fonctionnalités du véhicule, ce qui permet de fournir une meilleure expérience de conduite.

Anticiper les besoins futurs

Pour anticiper les exigences des véhicules à venir, qui utiliseront bientôt des centaines de millions de lignes de code, à comparer aux quelques 100 millions de lignes actuellement nécessaires, l'industrie opère une transition vers une architecture électronique/électrique (E/E) zonale, basée sur la communication Ethernet. Cette architecture agrège les capteurs dans une seule liaison à partir de la passerelle zonale vers l'épine dorsale et la plateforme informatique centralisée.

La transition vers l'architecture E/E zonale basée sur l'Ethernet est essentielle pour prendre en charge la complexité croissante des véhicules modernes. Face à l'augmentation croissante du nombre de capteurs, actionneurs et systèmes électroniques, il devient essentiel de disposer d'une infrastructure réseau évolutive et efficace. L'Ethernet fournit la bande passante et la flexibilité nécessaires pour gérer l'énorme quantité de données générée par ces systèmes, garantissant que le véhicule peut fonctionner de façon fluide et efficace.

Face à l'évolution à venir de l'industrie, l'adoption des architectures basées sur l'Ethernet jouera un rôle crucial et dessinera l'avenir de la technologie automobile, garantissant que les véhicules restent connectés, efficaces et innovants. Ce qui a commencé comme une simple idée pour unifier l'architecture de communication des véhicules est désormais sur le point de devenir une réalité. Certains véhicules en circulation aujourd'hui utilisent déjà l'Ethernet pour leur architecture informatique. Les modèles intégrant l'architecture zonale, qui s'étend jusqu'à l'interface physique-numérique, entreront bientôt en production. Cette approche non seulement simplifie la conception du véhicule, mais ouvre également la voie à de nouvelles possibilités pour l'innovation logicielle, comme des fonctions qui étaient auparavant définies au niveau matériel, qui peuvent dorénavant être mises en œuvre et mises à jour au niveau logiciel.

Au-delà des automobiles : une large adoption de l'Ethernet

Les avantages de l'Ethernet ne se limitent pas à l'industrie automobile. Des applications industrielles commencent également à adopter cette technologie, poussées par le besoin de solutions de communication plus efficaces et évolutives. À mesure que l'Ethernet va gagner du terrain dans des secteurs en dehors de l'automobile, les économies d'échelles permettront de diminuer les coûts, le rendant plus accessible et attractif pour un plus large éventail d'applications. De plus, à mesure que les connaissances sur la construction et la mise en œuvre des systèmes basés sur l'Ethernet vont se répandre, il deviendra plus facile de développer et déployer ces systèmes dans des industries diverses.

En résumé, l'adoption de l'Ethernet, et plus particulièrement de l'Ethernet 10BASE-T1S, constitue une étape majeure pour unifier le monde virtuel et le monde réel au sein de l'industrie automobile. Cette technologie non seulement permet de créer un futur dans lequel les véhicules seront plus intelligents, plus sûrs et plus interconnectés que jamais, mais elle permet également un bond en avant de l'innovation dans de nombreux domaines.

Le passage de l'Ethernet du monde de l'informatique aux applications automobiles atteste de la puissance de la standardisation et du potentiel de la collaboration intersectorielle pour l'émergence de progrès technologiques. Dans ce contexte d'évolution continue de l'industrie automobile, l'Ethernet est appelé à jouer un rôle majeur pour façonner les véhicules de demain, ouvrant la voie à une nouvelle ère de la mobilité, définie par l'efficacité, la sécurité et la connectivité.