

AUTOMOTIVE ETHERNET

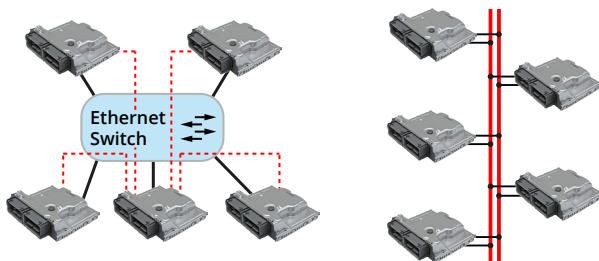
Die Technik von modernen Fahrzeugen erfordert, vor allem im Bereich des Infotainments und der zunehmenden Automatisierung, immer höhere Datenmengen. Zudem steigen die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Cybersicherheit. Weil die seit Jahren eingesetzten Datenübertragungssysteme CAN, MOST, LIN und FlexRay an ihre Grenzen stossen, setzen die Fahrzeughersteller zunehmend auf Ethernet.

Ethernet vs. Automotive Ethernet

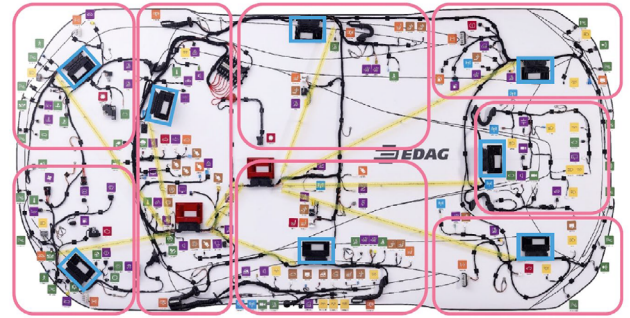
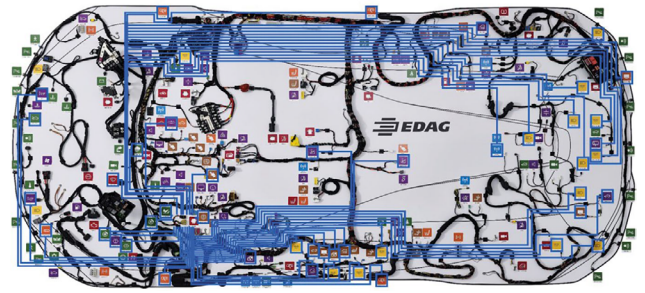
In lokalen Netzwerken (LAN) ist Ethernet eine weitverbreitete, kostengünstige und zuverlässige Technik. Um die Kompatibilität sicherzustellen, hat das Institut of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) weltweit gültige Standards eingeführt. Die Fahrzeugindustrie kann deshalb auf ein vielfach bewährtes System zurückgreifen. Trotzdem sind für die rauen Bedingungen im Strassenverkehr, wie grosse Temperaturunterschiede, Vibrationen und elektromagnetische Störfelder, Anpassungen nötig. Sichtbar wird der Unterschied in der Verkabelung. Automotive Ethernet benutzt ein verdrehtes Adernpaar (Single Twisted Pair Ethernet), analog zum bekannten CAN-System, das eine hohe mechanische Beständigkeit aufweisen muss. Die Geschwindigkeit der Datenübertragung ist deutlich niedriger als das klassische Ethernet, aber wesentlich höher als CAN, LIN und FlexRay. Während CAN üblicherweise mit 512 kbit/s betrieben wird, ermöglicht Automotive Ethernet Datenraten im Gigabereich, wobei momentan 10 Mbit/s und 100 Mbit/s eingesetzt werden. Die Spezifikationen werden mit dem Namen gekennzeichnet. Alle Varianten beginnen mit einer Zahl, welche die nutzbare Geschwindigkeit angibt. Steht nur eine Zahl, ist eine Geschwindigkeit von Mbit/s gemeint. Handelt es sich um Giga-Ethernet, ist zusätzlich der Buchstabe G vorhanden. Gefolgt wird die Zahl von der Angabe, welcher Frequenzbereich genutzt wird. Üblich ist die Angabe BASE, also das Basisband. Abgeschlossen wird die Bezeichnung mit Buchstaben und Zahlen, die auf die Kabelart und die Kodierung hinweisen. In einem Ethernet mit der Bezeichnung 100BASE-T bewegen sich die Daten also mit einer Geschwindigkeit von 100 Mbit/s, im Basisfrequenzbereich und über ein verdrehtes Kabelpaar.

Topologie

Die Topologie des Ethernet, also die Art wie die Steuergeräte untereinander verbunden sind (vgl. MXC-Sheet 12/22), kann stern-, ring- oder busförmig sein. Für die Anwendungen im Automobil kommt üblicherweise die Sterntopologie zum Einsatz. Das verbindende Steuergerät übernimmt zusätzlich die Funktion eines sogenannten Switches. Der Switch ist verantwortlich für die Weiterleitung der Datenpakete an den richtigen Empfänger. Über den Switch können die Daten aber auch direkt vom Sender an den Empfänger geleitet werden (point-to-point Network). Gegenüber dem CAN reduziert sich dadurch der Datenfluss deutlich. Im CAN sind alle Teilnehmer über zwei Kabel miteinander verbunden. Sämtliche Informationen können von allen Geräten empfangen werden, auch wenn diese nicht für alle interessant sind. Zudem müssen die Datenpakete im CAN so adressiert und verschickt werden, dass nicht zwei Geräte gleichzeitig Daten senden können.



CAN hat die Topologie von einem Datenbus (rechtes Bild). Jeder Teilnehmer ist mit zwei Kabeln am Netzwerk angeschlossen. Automotive Ethernet (linkes Bild) ist dagegen mit einer Sternstruktur aufgebaut. Die Teilnehmer sind über einen Switch verbunden. Über den Switch können die Teilnehmer zusätzlich auch direkt verbunden werden.



Das obere Bild zeigt den Kabelbaum eines Autos mit konventioneller Vernetzung. Die vielen Kabel führen zu einem hohen Gewicht, verteuern die Herstellung und verlangsamen die Datenübertragung. Mit der zonenbasierten Auslegung (unteres Bild), bei der die einzelnen Zonencontroller über Automotive Ethernet verbunden sind, können die Aufgaben besser erledigt werden.

Zonenarchitektur

In der konventionellen Vernetzung werden die Steuergeräte anhand ihrer Funktion gegliedert (domänenorientiert). Dabei sind beispielsweise die vier Raddrehzahlsensoren am gleichen Steuergerät angeschlossen. Das hat jedoch eine aufwendige Verkabelung zur Folge, so dass die Fahrzeughersteller wegen der Komplexität, des Gewichts und den Kosten des Kabelbaums an die Grenzen des Machbaren stossen. Einen völlig anderen Ansatz verfolgt die Zonenarchitektur. Bei dieser wird das Auto in mehrere räumliche Zonen aufgeteilt. Alle Sensordaten werden dabei von einem Controller erfasst und die Aktoren angesteuert. Die verschiedenen Controller sind wiederum über ein Automotive Ethernet miteinander verbunden. So kann die Anzahl Kabel deutlich reduziert werden.

Der Standard IEEE 802.3 definiert einen Betrieb gemäss den Anforderungen an Fahrzeuge mit Geschwindigkeiten von 2,5 Gbit/s, 5 Gbit/s und 10 Gbit/s. Diese Geschwindigkeiten sind nötig bei bedingt und hoch automatisierten Fahrsystemen (vgl. MXC-Sheet 02/26), weil diese auf grosse Datenmengen von Radar, Lidar und Kameras zurückgreifen müssen. Die Normen beinhalten auch Vorschriften bezüglich Cybersicherheit. Automotive Ethernet bietet hier gegenüber CAN Vorteile, da die Teilnehmer nicht alle offen miteinander, sondern immer über einen Switch verbunden sind. Der Switch kennt alle angeschlossenen Geräte mittels einer MAC-Adresse (Media Access Control). Die MAC-Adresse, die auch bei Heimcomputern und Smartphones im Einsatz ist, dient als eindeutige Identifikation im Netzwerk. Stimmen die MAC-Adressen von Sender und Empfänger nicht, sperrt der Switch die Datenübertragung und sorgt für eine höhere Sicherheit.

Die bekannten Datenübertragungssysteme wie CAN, LIN, MOST und FlexRay stossen zunehmend an ihre Grenzen. In der Produktion von Fahrzeugen wird deshalb zunehmend das System Automotive Ethernet genutzt. Dieses lässt eine Übertragung der Daten via ein verdrehtes Paar Kupferkabel mit einer Geschwindigkeit bis 10 Gbit/s zu.

AUTOMOTIVE ETHERNET

Fragen zum MechaniXsheet – Der Check!

1. Welche Vorteile bietet Automotive Ethernet?

2. Was sind die Unterschiede von Automotive Ethernet zum normalen Ethernet?

3. Was ist eine Topologie und wie ist diese bei Automotive Ethernet aufgebaut?

4. Was ist ein Point-to-Point-Netzwerk?

5. Erklären Sie den Begriff «Zonenarchitektur».