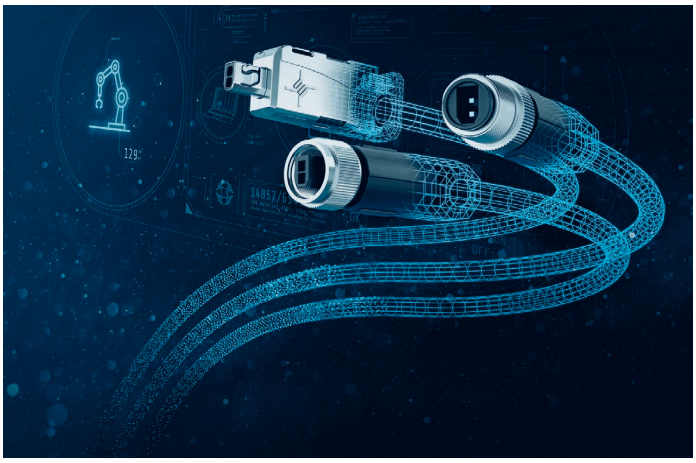
Single Pair Ethernet: Durchgängige Kommunikation für höhere Effizienz



Ethernet ist das weltweit führende Kommunikationsprotokoll. Ob im Büro, am Telefon oder in der Videoüberwachung – an Ethernet führt kein Weg vorbei. Auch in der Industrie hat sich Ethernet längst nicht nur im Büro etabliert. Als Industrial Ethernet ist es auf Unternehmens-, Leit- und Steuerungsebene verbreitet. Nur auf der Feldebene der industriellen Automatisierungsnetze sowie in der Gebäudeautomation dominierten lange Zeit die Bussysteme. Der Grund: Hier sind viele Komponenten, die nur geringe Datenmengen senden und empfangen, in einem weiten Bereich verteilt. Alle Sensoren, Aktoren und elektrische Geräte mit einem Ethernet-Anschluss auszustatten und über ein vierpaariges Kabel mit dem Netzwerk zu verbinden, ist weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll. Der Bruch in der Kommunikation und die Umsetzung von Ethernet auf die verschiedenen Bussysteme und umgekehrt wurde zwangsläufig in Kauf genommen, doch blieb der Wunsch nach einem einheitlichen Kommunikationsprotoll im gesamten Netz.

Autor:
Dirk Traeger,
Technical Solutions Manager
DataVoice
Telegärtner Karl Gärtner GmbH
www.telegaertner.com

Durchgängige Kommunikation

Mit Single Pair Ethernet (SPE) wird die durchgängige Kommunikation mit dem Ethernet-Protokoll über alle Netzebenen hinweg wirtschaftlich möglich, vom Core-Switch über sämtliche Bereiche der industriellen Kommunikation bis hin zum kleinsten Sensor auf der Feldebene, sowohl in der industriellen Automatisierung als auch in der Gebäudeautomation. Das Problem der aufwändigen Verkabelung löst SPE einfach, elegant und effizient: Dünne, einpaarige Kabel und kleine, kompakte Steckverbinder minimieren den Verkabelungsaufwand durch geringeren Platzbedarf, geringeren Installationsaufwand und geringere Materialkosten. Zusätzlich kann SPE Sensoren, Aktoren, Controller und Geräte per Power over Data Lines (PoDL) über die Datenleitung auch gleich mit Strom versorgen.

SPE für Industrie/IIoT und Gebäudeautomation

Verschiedene Anwendungen und Einsatzbereiche stellen unterschiedliche Anforderungen an Datenraten, Leitungslängen, Steckverbinder und deren IP-Schutzart.

Zurzeit sind im internationalen Ethernet-Standard IEEE 802.3 sechs SPE-Varianten genormt (Tabelle 1).

SPE-Varianten mit kurzen Leitungslängen sind in erster Linie in Fahrzeugen (Automotive) sinnvoll, die Verwendung in Systemen und Anlagen mit kurzen Entfernungen in industriellen Bereichen und in der Gebäudetechnik ist jedoch denkbar.

Bild 1: Typisches vierpaariges, geschirmtes Datenkabel (links) und geschirmtes Kabel für Single Pair Ethernet (rechts) im Vergleich

SPE-Variante	Norm	Datenrate	Frequenzbereich	Leitungslänge
10BASE-T1	IEEE 802.3cg	10 Mbit/s	0,1 MHz bis 20 MHz	bis 1000 m
100BASE-T1	IEEE 802.3bw	100 Mbit/s	0,3 MHz bis 66 MHz	bis 15 m
1000BASE-T1	IEEE 802.3bp	1000 Mbit/s (= 1 Gbit/s)	1 MHz bis 600 MHz	link segment type A: bis 15 m, link segment type B: bis 40 m
2.5GBASE-T1	IEEE 802.3ch	2,5 Gbit/s	1 MHz bis 1000 MHz (= 1 GHz)	bis 15 m
5GBASE-T1	IEEE 802.3ch	5 Gbit/s	1 MHz bis 2000 MHz (= 2 GHz)	bis 15 m
10GBASE-T1	IEEE 802.3ch	10 Gbit/s	1 MHz bis 4000 MHz (= 4 GHz)	bis 15 m

Tabelle 1

Kabelnorm	Für SPE-Variante	Datenrate	max. Leitungslänge	Verlegung	Norm veröffentlicht
IEC 61156-11	IEEE 802.3bp	1 Gbit/s	40 m	fest	Mai 2019
IEC 61156-12	IEEE 802.3bp	1 Gbit/s	40 m	flexibel	Januar 2021
IEC 61156-13	IEEE 802.3cg	10 Mbit/s	1000 m	fest	noch in Arbeit
IEC 61156-14	IEEE 802.3cg	10 Mbit/s	1000 m	flexibel	noch in Arbeit

Tabelle 2

Kabel und Stecker für SPE

Die Kabel für Single Pair Ethernet sind in der internationalen Normenfamilie IEC 61156 spezifiziert, die Normungsarbeit ist jedoch noch nicht abgeschlossen (Tabelle 2).

Bild 1 zeigt links ein typisches vierpaariges, geschirmtes Datenkabel und rechts ein geschirmtes Kabel für Single Pair Ethernet im Vergleich.

Steckverbindertypen

Im Gegensatz zum zwei- und vierpaarigen Ethernet, in dem der RJ45-Stecker dominiert, gibt es bei Single Pair Ethernet mehrere konkurrierende Steckverbindertypen. Zahlreiche Hersteller von Verkabelungskomponenten, aktiven Netzwerkkomponenten und Feldprüfgeräten haben sich zu Organisationen wie der Single Pair Ethernet System Alliance zusammengeschlossen, die international mit dem Single Pair Ethernet Consortium (SPEC) der amerikanischen TIA kooperiert.

Das platzsparendste Steckgesicht wurde von der Single Pair Ethernet System Alliance vorgestellt und nach IEC international genormt. IEC 63171-2 spezifiziert SPE-Steckverbinder in Schutzart IP20 in geschirmter und ungeschirmter Ausführung. Die kurz vor der Veröffentlichung stehende IEC 63171-5 legt das gleiche Steckgesicht in geschirmter wie in ungeschirmter Ausführung wie IEC 63171-2 zugrunde, jedoch in der für industrielle Anwendungen üblichen Schutzart IP65/67. Dadurch sind die SPE-Steckverbinder nach IEC 63171-2 und -5 unabhängig von ihrer Schutzart untereinander steckkompatibel und ermöglichen ein durchgängiges Stecksystem für die verschiedenen Anwendungsbereiche. Sie haben das kleinste am Markt verfügbare SPE-Steckgesicht, das sogar in ein Standard-M8-Gehäuse passt (Bilder 2-4).

Bild 2: Größenvergleich von RJ45-Stecker (links) und SPE-Stecker nach IEC 63171-2 (rechts)

Power over Data Lines (PoDL)

Auch bei Single Pair Ethernet können Endgeräte über die Datenleitung auch gleich mit Strom versorgt werden. Dadurch wird kein weiterer Steckverbinder für den Stromanschluss benötigt, was gerade bei kleinen Komponenten wie Sensoren und Aktoren besonders vorteilhaft ist. Die zugrundeliegende Technik ist mit dem bekannten Power over Ethernet (PoE) zwar verwandt, jedoch nicht kompatibel! Power over Ethernet benötigt mindestens zwei Aderpaare für die Stromversorgung von Endgeräten, nämlich ein Paar für den Stromfluss zum Endgerät und ein Paar für den Stromfluss zurück. Damit ist Power over Ethernet nicht für Single Pair Ethernet geeignet, das nur ein einziges Aderpaar verwendet. Um Verwechslungen mit Power over Ethernet zu vermeiden, wurde für die Stromversorgung von Endgeräten bei Single Pair Ethernet ein neuer Name gewählt: Power over Data Lines, kurz: PoDL. PoDL ist in IEEE 802.3bu genormt und stellt Endgeräten und Komponenten im Regelbetrieb eine elektrische Leistung von bis zu 50 Watt bei einer Stromstärke von typisch bis zu 1360 Milliampere zur Verfügung.

Ausblick

Mit Single Pair Ethernet kann Ethernet endlich durchgängig als alleiniges Kommunikationsprotokoll in industriell genutzten Bereichen sowie in der Gebäudeautomation und der technischen Gebäudeausrüstung eingesetzt werden. Eine Protokollumsetzung, die bei der Verbindung von Ethernet und Bussystemen nötig ist, entfällt. Durch das einheitliche, universelle Ethernet-Protokoll kann auch die Verkabelung wesentlich flexibler und effizienter von den verschiedensten Ethernet-fähigen Komponenten und Geräten genutzt werden. Es steht zu erwarten, dass Single Pair Ethernet die Ablösung der Bussysteme durch Ethernet deutlich beschleunigen wird. Wie bei Ethernet über zwei- und vierpaarige Leitungen umfasst das Produktportfolio für Single Pair Ethernet anschlussfertige Kabel, die ab Lager bestellbar sind, individuell konfigurierbare Verkabelungsstrecken und feldkonfektionierbare Produktlösungen. Zurzeit sind einige Normen jedoch noch nicht endgültig verabschiedet oder veröffentlicht! Die Praxis hat gezeigt, dass es sinnvoll ist, ein Netzwerk erst dann zu planen und zu installieren, wenn alle relevanten Normen veröffentlicht und damit verbindlich und verlässlich sind. ◄

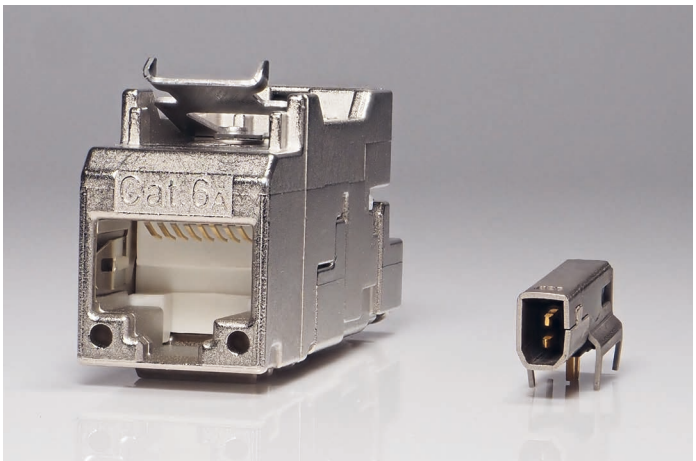


Bild 3: Größenvergleich von RJ45-Buchse (links) und SPE-Buchse nach IEC 63171-2 (rechts)

Bild 4: Größenvergleich von M12x1 X-codiert (Kabelbuchse, links) und SPE-Stecker nach IEC 63171-5 im M8-Gehäuse (rechts)