

Durchgängige Gerätekommunikation vom Sensor bis in die Cloud

Bestnoten für Single Pair Ethernet

Seite 40

Bild: Phoenix Contact Deutschland GmbH

PHOENIX
CONTACT

6G STEHT VOR DER TÜR

Neue Möglichkeiten der drahtlosen Vernetzung in der Industrie

Seite 42

BEREIT FÜR DIE PRAXIS

Digitale Sensor/Aktor-Kommunikation mit Ethernet-APL

Seite 46

PROZESSINDUSTRIE

Durchgängige Konnektivität in explosionsgefährdeten Bereichen

Seite 48

Durchgängige Gerätekommunikation vom Sensor bis in die Cloud

Bestnoten für Single Pair Ethernet

Die Eigenschaften von Single Pair Ethernet bieten echten Mehrwert für moderne Kommunikationsinfrastrukturen. Phoenix Contact will mit seinem SPE-Portfolio die technischen Lösungen und branchenübergreifende Expertise beisteuern.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Ethernet-Lösungen, die traditionell zwei oder sogar vier Adernpaare benötigen, kommt SPE mit nur einem Adernpaar aus – und kann damit Daten und Leistung übertragen. Die Übertragungsraten dieser Technik – 10Mbit/s bei einer maximalen Übertragungslänge von 1.000m bis hin zu 1Gbit/s bei einer maximalen Übertragungslänge von 40m – reichen selbst für anspruchsvolle Aufgaben aus, etwa beim Einsatz vernetzter Sensorik mit Kameras. Damit eignet sich SPE in vielen Bereichen, die zuvor von Limitierungen hinsichtlich Datenraten, Reichweiten und nahtloser Kommunikation betroffen waren. Als wesentliche Einschränkung herkömmlicher Standard-Ethernet-Lösungen gilt etwa die maximale Länge von 100m für eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Um größere Distanzen in Industrieanlagen zu bewältigen, z.B. bei Fließ- und Förderbändern, mussten bisher zusätzliche Repeater oder Switches eingebaut werden – störungsanfällige Schnittstellen, die zusätzlichen Wartungsaufwand bedeuten. Die neue Technik dagegen ermöglicht es, Geräte mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10Mbit/s über eine Entfernung von bis zu 1.000m über ein Kabel zu verbinden und optional die Power-over-Data-Line-Technologie (PoDL) zu nutzen. Damit lassen sich auch spezifische Feldbusse künftig durch SPE-Lösungen mit Datenraten bis 10Mbit/s ersetzen. Auch komplexe Netzwerktopologien sind somit realisierbar. Aktuell werden in den IEEE802.3-Konsortien

► Single Pair Ethernet bietet neue Lösungsansätze für eine erfolgreiche Digitalisierung – etwa mit Klemmen für die Leiterplatte.

SPE-Standards mit erweiterten Leistungsrahmen diskutiert. So könnten auch höhere Datenraten mit $\geq 10\text{Gbit/s}$ für kurze Distanzen ($<15\text{m}$) sowie 1Gbit/s bzw. 100Mbit/s mit einer Länge von bis zu 500m möglich werden.

Lückenlose Datenkommunikation

Klassische Industrieanlagen verfügen bisher oft über ein Ethernet-Netzwerk sowie eine größere Zahl von Feldbus-Systemen auf der Feldebene. Das Aufkommen des IIoT mit der Notwendigkeit, Feldbusse durch effizientere Kommunikationssysteme zu ersetzen, lässt diese etablierten Anordnungen hinfällig werden. Eine ähnliche Verschiebung lässt sich in jedem Anwendungsbereich beobachten, der eine lückenlose Kommunikation zwischen Sensoren und/oder Netzwerken verlangt. Für solche Einsatzzwecke ist eine nahtlose, sichere Datenverbindung entscheidend.

Bereits heute fällt in einer durchschnittlichen Fabrik etwa ein Terabyte Daten pro Tag an – Tendenz steigend. Für die effektive Auswertung ist eine kontinuierliche Kommunikation unabdingbar. Hier kann SPE für eine durchgängige Vernetzung vom Sensor bis zur Cloud sorgen. Auch angesichts von immer mehr Sensorik und intelligenter Endgeräte bietet es die passende Verkabelung – einfach, sicher, kompakt und kosteneffektiv: Beim Aufbau von Infrastrukturen werden SPE-Lösungen künftig wesentlich günstiger sein als die heute üblichen Kombinationen von Bus- und Ethernet-Komponenten.

SPE punktet auch bei Robotern

Beim Einsatz von autonomen und kollaborativen Robotern bietet SPE viele Vorteile. Durch die höhere Datenübertragungsrate als



bei herkömmlichen Feldbussystemen funktioniert die Kommunikation zwischen Roboter und Steuerungseinheit mit gesteigerten Abstraten und größerem Datenaufkommen. Hinzu kommt die vereinfachte Verkabelung mit Daten und Energie in einer Bahn. Für über die definierten PoDL-Standards hinausgehende Leistungsanforderungen werden künftig auch hybride SPE-Lösungen zur Verfügung stehen, mit Daten- und Leistungskontakten in einem Steckverbinder. Eine geringere Zahl an Kabeln und Verbindungen trägt zu weniger Ermüdungsausfällen, schnellerer Fehlerbehebung und einfacherer Wartung bei. Durch den geringeren Biegeradius kann SPE zudem eine wesentliche Optimierung bei der Auslegung des Roboterhandlings bewirken.

Prozessautomation mit SPE und APL

In der Prozessautomation geht es oft um riesige Areale mit sehr großen Gebäuden oder Tanks. Die vollständige Statusübersicht und Fernsteuerung aller weltweiten Standorte mit konsistentem Datenfluss vom Sensor bis in die Cloud oder ERP-Systeme ist dabei für viele Unternehmen unabdingbar. SPE kann für effiziente Netzwerkstrukturen sorgen, ohne dass Netzwerkgeräte zur Signalmodulation oder Gateways dazwischengeschaltet werden müssen. Auch hier bietet PoDL in Kombination mit SPE die Vorteile einer simultanen Daten- und Leistungsübertragung. Um auch im explosionsgeschützten Bereich (Zonen 0, 1 und 2) die hohen Anforderungen an die Daten- und Leistungsübertragung erfüllen zu können, existiert mit Advanced Physical Layer (APL) ein eigener SPE-Standard. Diese Lösung findet z.B. in der Prozessindustrie Anwendung. Dabei wird der 10Base-T1L-Standard aus der IEEE802.3cg zusammen mit dem Standard IECTS 60079-47, 2021-03 (2-WISE) verwendet. So sind Methoden des Explosionsschutzes inklusive der Eigensicherheit berücksichtigt. Damit lassen sich auch große Distanzen (Trunklänge bis 1000m, Spurs bis 200m) überbrücken. Zudem stellt die Interoperabilität von Geräten und Systemen verschiedener Hersteller kein Problem dar. So können zahlreiche Zusatzdaten z.B. für Maßnahmen wie Predictive Maintenance erfasst und analysiert werden. APL bietet zahlreiche Vorteile: Es lassen sich sichere und effiziente Netzwerke planen, die zukunftssicher sind. Aber es sind auch bestehende Anlagen unter Einbindung vorhandener Verkabelungen und Ethernet-Protokolle wie Ethernet/IP, Hart-IP, OPC UA und Profinet kostengünstig modernisierbar.

Reichweitenvorteile für den Energiesektor

Aber auch im Bereich regenerativer Energien spielt SPE seine Stärken aus. Diese Energiequellen unterliegen Schwankungen und erfordern einen smarten Umgang mit Energienetzen sowie mit der Energie selbst. Intelligentem Datenmanagement kommt dementsprechend eine hohe Bedeutung zu. Ob bei Windenergie- oder Photovoltaikanlagen, die erzeugte Energie muss zu jeder Zeit gemessen und intelligent ins Energienetz eingespeist werden. Dabei stellen sich besondere Anforderungen. Von der Gondel bis zum Boden sind z.B. bei modernen Windenergieanlagen oft über 100m zu überbrücken. Mit üblichen kupferbasierten Ethernet-Verbindungen ist diese Distanz nicht möglich. Betreiber weichen heutzutage daher noch auf Glasfaser- oder drahtlose Lösungen aus. Auch in Solarparks oder bei Power-to-Grid-/Gas-



Partner für SPE

Es existieren viele weitere Bereiche, in denen IP-basierte Netzwerke mit SPE sinnvolle Ergänzungen oder Neukonstruktionen darstellen können – im Prinzip alle Anwendungen, die eine durchgängige und IP-basierte Kommunikation bei hoher Reichweite und beschränktem Platzangebot verlangen. Phoenix Contact hat sich schon früh mit diesem Potential beschäftigt und bietet als Integrationspartner neben einem umfassenden Produktportfolio auch zahlreiche Services zur Technologie.

Anlagen kommen Entfernungen von mehr als 100m vor; durch seine erhöhte Reichweite punktet hier ebenfalls SPE.

SPE per Steckverbinder oder Klemme

Wo sich Geräte zu immer smarterer, kompakterer und mit komplexerer Funktionalität entwickeln, sei es in der Gebäudetechnik oder in industrieller Anwendung, da kann SPE seine Leistungsfähigkeit ausspielen. Doch genau hier müssen sich Gerätehersteller auch über die Anschlussstechnik Gedanken machen. Für Feldgeräte wird hierbei häufig ein IP-Schutz benötigt. Neben der Möglichkeit, einen IP-geschützten Steckverbinder an solchen Feldgeräten zu integrieren, besteht auch die Option mit einer Kabelverschraubung die gewünschte IP-Schutzart herzustellen. Im Inneren der Geräte können nun Leiterplattenklemmen zum Einsatz kommen, die für die SPE-Datenübertragung getestet und geeignet sind. Dies bietet viele Vorteile. Zu einem hat der Gerätehersteller den Freiraum die Position der kleinen SPE-Klemmen für ihn passend auf der Leiterplatte zu bestimmen. Zum anderem profitieren auch die Installateure vor Ort von der bekannten Schraub- oder Push-in-Anschlussstechnik. Je nachdem, wo solche Geräte installiert werden, stehen die Techniker vor verschiedenen Herausforderungen. Dank der eindeutigen Farbcodierung lassen sich auch in schwer zugänglichen Umgebungen oder welchen mit nicht optimalen Lichtverhältnissen die weiße und blaue Ader der SPE-Leitung eindeutig und intuitiv zuordnen, wodurch Fehler bei der Installation vermieden werden.

Platzsparende Anschlussstechnik

Neben der Installation von IP-geschützten Feldgeräten können die SPE-Leiterplattenklemmen auch in IP20-Umgebung ihre Stärken ausspielen, z.B. in der Gebäudetechnik, bei denen ein Steckverbinder aufgrund von Platzgründen nur bedingt einsetzbar ist. Anwendungsfälle könnten hierbei z.B. in einem Verteilerkasten oder auch in Unterputzdosen liegen. Genau hier bieten die Klemmen eine äußerst platzsparende Alternative. So lassen sich die Unterputz- oder auch Hutschienengeräte direkt über ein SPE-Verlegekabel anschließen und ins Netzwerk integrieren. ■

Andy Schäfer
Product Manager PCB Connectors
Phoenix Contact GmbH & Co. KG
www.phoenixcontact.com/spe

Neuen Möglichkeiten der drahtlosen Kommunikation

6G steht vor der Tür

Die Netzwerktechnologie 6G ist die nächste Generation der Drahtlostechnologie und verspricht noch höhere Geschwindigkeiten, geringere Latenzzeiten und höhere Kapazitäten als 5G. Während das Potenzial von 5G vor allem für Verbraucher genutzt wurde, soll sich 6G mehr auf die Unterstützung lang erwarteter Industrieanwendungen konzentrieren. Noch befindet sich 6G in einem frühen Entwicklungsstadium, könnte jedoch die Art und Weise revolutionieren, wie wir arbeiten.



► Ob in der Automobilindustrie, der medizinischen Fernversorgung, bei AR-Schulungen oder in der Industrie, durch die größere Bandbreite und Konnektivität bietet 6G Entwicklungspotenzial in vielen Anwendungsbereichen.

Für ihren mobilen und vernetzten Lebensstil suchen Verbraucher heute schnellere und zuverlässigere Lösungen – von ihren Smartphones über tragbare Geräte bis hin zu Infotainment-Systemen in Fahrzeugen. Die Netzbetreiber haben diesen Bedarf erkannt, entwickeln die 5G-Infrastruktur weiter und investieren weiter in sie – die derzeit beste verfügbare Drahtlostechnologie. Da jedoch industrielle Anwendungen, zum Beispiel in Fabriken und Lagern, weiter zunehmen und die Grenzen von 5G ausreizen, rückt die Entwicklung von 6G immer mehr in den Fokus der Netzbetreiber. Tatsächlich sollen die Erprobung und Einführung von 6G im Jahr 2030 anlaufen.

6G befindet sich noch in der Anfangsphase der Entwicklung und es gibt noch keine einheitliche Norm für die Technologie. Zwar könnte dies die Einführung von 6G-Netzen verlangsamen, da die verschiedenen Anbieter ihre eigenen Lösungen entwickeln müssen. Es laufen jedoch bereits Bemühungen zur Entwicklung von 6G-Standards, die die Einführung der 6G-Netze beschleunigen könnten.

Die Umstellung auf die 6G-Netze wird nicht auf Knopfdruck gelingen und erhebliche Investitionen in die Infrastruktur erfordern. Neben neuen Sendemasten für die erforderliche breitere Abdeckung und höhere Bandbreite benötigt man Glasfaserkabel, um die riesigen Datenmengen übertragen zu können, die 6G erzeugen wird. Zudem braucht neue Software für die Verwaltung des komplexen Netzes der 6G-Geräte. Da 5G-Geräte nicht mit 6G-Netzen kompatibel sein werden, sind auch neue Smartphones, Fahrzeuge und IoT-Geräte zu entwickeln.

Millimeterwellenfrequenzen als Schlüssel

Als Millimeterwellenfrequenzen (mmWave-Frequenzen) werden Funkfrequenzen mit einer Wellenlänge von 1 bis 10mm bezeichnet. Sie haben eine hohe Bandbreite, um große Datenmengen übertragen zu können, und eine geringe Latenzzeit für die schnelle Übertragung von Daten. Diese Vorteile machen mmWave-Frequenzen ideal für ressourcenintensive Anwendungen, bei denen Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit entscheidend sind.

Allerdings haben sie nur eine begrenzte Reichweite, sodass sie nur kurze Strecken zurücklegen können und werden leicht durch Objekte wie Gebäude, Mauern und Bäume blockiert. Deshalb benötigen mmWave-Netze viele Basisstationen, um eine solide Abdeckung zu gewährleisten. Da sie außerdem viel anfälliger für Signalabschwächungen als niedrigere Frequenzbänder sind, erfordern mmWave-Frequenzen für eine optimale Leistung hochwertige Antennen und Anschlüsse.

6G bietet neue Möglichkeiten

6G hat das Potenzial für eine neue Ära transformativer Anwendungen. So ermöglicht die Technologie selbstfahrenden Fahrzeugen ein höheres Maß an Autonomie, als es derzeit mit 5G möglich ist. Die geringe Latenzzeit und die hohe Bandbreite erlauben eine Echtzeitkommunikation zwischen Fahrzeug und Umgebung, sodass die Fahrzeuge Unfälle vermeiden und bessere Entscheidungen treffen können. Es wird erwartet, dass 6G die medizinische Fernversorgung vorantreiben wird. Beispiele wären 6G-gestützte Fernoperationen für Patienten in ländlichen Gebieten oder Behandlungen für Patienten, die spezielle, vor Ort nicht angebotene Versorgung benötigen. Die Technologie wird wahrscheinlich die Möglichkeiten für AR-Schulungen erweitern, wobei Benutzer mit virtuellen Objekten in der realen Welt interagieren und so auf realistischere Art und Weise neue Fähigkeiten erlernen können. 6G könnte gar dem taktilen Internet und holografischer Kommunikation den Weg bereiten.

6G wird die Industrie in die Lage versetzen, die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz, des maschinellen Lernens und digitaler Zwillinge effizienter zu nutzen. Bei diesen Technologien müssen große Datenmengen unmittelbar verarbeitet, analysiert und umgesetzt werden. Zudem steigern die größere Bandbreite und Konnektivität von 6G die Funktionalität von IoT-Geräten. Von intelligenten Haushaltsgeräten bis hin zu Wearables und medizinischen Geräten wird die 6G-Technologie mehr Interaktivität und Datenaustausch zwischen IoT-fähiger Hardware ermöglichen.

Wahrscheinlich mehr Sicherheit

In den letzten Jahren sind prominente Fälle von Datenpannen, Datenverlusten und Datenschutzverletzungen bekannt geworden, die Fragen über die Sicherheit von Cloud-Daten aufgeworfen haben – insbesondere bei Anwendungen wie der Roboterchirurgie und autonomen Fahrzeugen, bei denen Menschenleben auf dem Spiel stehen. Trotz dieser Bedenken erwarten Experten, dass 6G die Datensicherheit verbessert. So wird 6G voraussichtlich robustere Verschlüsselungsprotokolle verwenden, die es Unbefugten erschweren, auf die über das Netz übertragenen Daten zuzugreifen und sie zu entschlüsseln. Das schützt Daten sowohl in der Cloud als auch bei ihrer Übertragung. Es ist zudem zu erwarten, dass 6G Multifaktor-Authentifizierung, biometrische Erkennung und eine KI-gesteuerte Verhaltensanalyse enthält, um Benutzeridentitäten überprüfen zu können und sicherzustellen, dass nur autorisiertes Personal auf sensible, in der Cloud gespei-

cherte Informationen zugreift. Das Potenzial von 6G für eine ultraniedrige Latenzzeit und für Echtzeitkommunikation kann außerdem eine schnelle Erkennung und Reaktion auf Bedrohungen ermöglichen. Sicherheitssysteme könnten so potenzielle Sicherheitsverletzungen schnell erkennen und entschärfen, bevor diese eskalieren.

Sukzessive Entwicklung

6G wird der Technologiestandard der sechsten Generation sein, doch es wird nicht vom ersten Tag an komplett realisiert sein. Während des Ausbaus der Infrastruktur werden die Breitbandanbieter zweifellos um das beste Netz wetteifern. Das bedeutet, dass 6G wie zuvor 5G noch reifen und iterativ verbessert werden muss, um das volle Potenzial der Netzwerktechnologie auszuschöpfen. So, wie 4G LTE ein großer Schritt in Richtung 5G war, wird man auch 6G über mehrere

Bild: ©Larisa Batorskaya/gettyimages.com



► mmWave-Netze eignen sich für ressourcenintensive Anwendungen, allerdings brauchen sie für eine solide Abdeckung viele Basisstationen.

Jahre weiterentwickeln müssen. Jede Generation Drahtlos-technologie war von iterativen Verbesserungen gekennzeichnet, und 6G wird keine Ausnahme sein.

Molex ist bestrebt, die Entwicklung und Evolution von 6G-Netzen, -Infrastrukturen und -Geräten mit modernster technischer Expertise, innovativer Verbindungstechnik und unserer globalen Präsenz anzuführen. ■

Molex
www.molex.com



5G Mobile Private Network in der Fertigung bei Kontron

Produktiv und sicher

Kontron hat ein kommerzielles 5G-Campusnetz am Produktions- und Lagerstandort in Augsburg in Betrieb genommen. Das sogenannte 5G Standalone Core Network ist eine schlüsselfertige Netzwerklösung, die eine sichere und effiziente Implementierung von 5G-Konnektivität ermöglicht. Das vorintegrierte Produkt ist maßgeschneidert für industrielle Anwendungen, soll eine zügige Inbetriebnahme gewährleisten sowie intelligente Abläufe in vielfältigen Umgebungen mit Fokus auf den Schutz sensibler Daten ermöglichen.

„Das Netzwerk wurde speziell für den industriellen Einsatz entwickelt und bietet benutzerfreundliche Funktionen für eine einfache Geräte- und Netzwerkverwaltung. Es ermöglicht die nahtlose Mobilität von Menschen, Anlagen und Gütern, was die Produktivität und Effizienz steigert, während gleichzeitig hohe Priorität auf Sicherheit und Kostenoptimierung gelegt wird“, sagt Janez Ōri, 5G MPN und Cloud Director bei Kontron Slowenien.

Die industrielle 5G-Private-Network-Lösung zeichnet sich durch sichere drahtlose Konnektivität mit hoher Bandbreite, geringer Latenz sowie guter Abdeckung und Stabilität am Kontron-Standort in Augsburg aus. Die moderne Infrastruktur lässt sich von den IT-Mitarbeitern vor Ort

verwalten oder kann als Service remote konfiguriert und gewartet werden.

Diese Lösung ist eine sichere Investition in eine zukunftsfähige, robuste Netzwerkinfrastruktur, die den aktuellen und zukünftigen Bedarf an drahtloser Konnektivität in der Fabrik und im Lager abdeckt. Sie ermöglicht stabile drahtlose Anwendungsfälle mit sicherer IT-Konnektivität für Mobiltelefone und Laptops.

„Die vielseitige Einsetzbarkeit des 5G-Private-Mobile-Netzwerks ist auf Unternehmen wie unseren Standort in Augsburg zugeschnitten. Dort besteht ein hoher Bedarf an gleichmäßig verteilter, stabiler Netzabdeckung, kabelähnlicher Bandbreite, verbessertem Datenschutz und Sicherheit sowie die künftige Unterstützung für die zuverlässige Übertragung unter-

nehmenskritischer Kontrolldaten über eine einheitliche drahtlose Infrastruktur. Wir planen die schrittweise Ablösung unserer kabelgebundenen Infrastruktur durch eine drahtlose 5G-Infrastruktur. Dadurch schaffen wir ein wesentlich flexibleres Produktionsschema mit leicht rekonfigurierbaren Produktionsinseln und optimierten Prozessen, einschließlich automatisierter, KI-basierter Qualitätskontrolle, verbesserter betrieblicher Kommunikation, gesteigerter Sicherheit und generell papierloser Prozesse in der Fertigung und im Lager“, so Walter Gruber, Director of Production & Logistics Site Manager Augsburg bei Kontron Europe. ■

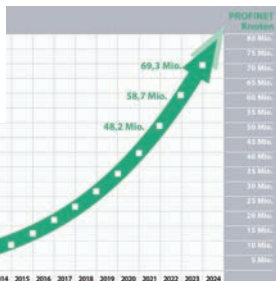
Kontron Electronics GmbH
www.kontron-electronics.de



i-need.de/f/26139

Neue Rekordwerte für PI-Standards

Laut der jährlichen Analyse der Nutzerorganisation Profibus & Profinet International zeigt die Integration von IO-Link in industriellen Anlagen einen deutlichen Anstieg. Im Jahr 2023 wurden weitere 15,9 Millionen IO-Link-Geräte installiert, was einem Rekord-Wachstum von 89% im Vergleich zum Vorjahr (8,4 Millionen Geräte) entspricht. Damit erreichte die Gesamtzahl der installierten IO-Link-Knoten bis Ende des vergangenen Jahres 51,6 Millionen. Bei Profisafe wurden im vergangenen



Jahr 3,9 Millionen Knoten erreicht, das entspricht einem Anstieg von 39%.

Dies ist der bisher höchste Jahreszuwachs in der Geschichte von Profisafe. Die Gesamtzahl der Profisafe-Geräte im Feld beläuft sich nun auf 25,6 Millionen. Mit einem Zuwachs von 10,6 Millionen Knoten hat Profinet den bisherigen Rekordwert aus dem Vorjahr gehalten. Insgesamt wurden nun über die Jahre hinweg 69,3 Millionen Profinet-Produkte in Anlagen verbaut. Damit sind nun erstmalig mehr Profinet-Geräte installiert als Profibus-Geräte. Profibus zeigt im Jahr 2023 ein stabiles Wachstum von 1,5 Millionen Geräten, was dem Vorjahreswert entspricht. In der Prozessautomatisierung stieg die Zuwachszahl auf 0,9 Millionen, eine moderate Steigerung im Vergleich zum Vorjahr. Insgesamt wurden 68,9 Millionen Profibus-Geräte auf den Markt gebracht, davon 16,5 Millionen in prozesstechnischen Anlagen installiert.

Profibus Nutzerorganisation e. V.
www.profibus.com

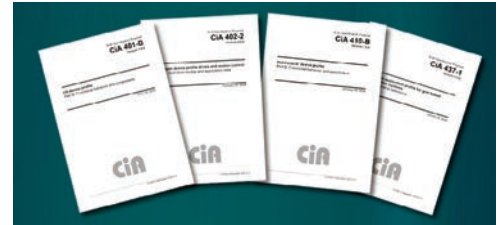
Neue Arbeitsgruppe von VDMA und OPC

Der VDMA und die OPC Foundation haben mit Wireless Machine Tool Peripherals (WMTP) eine gemeinsame Arbeitsgruppe ins Leben gerufen. Das Ziel ist die Entwicklung und Spezifizierung eines OPC-UA-Informationsmodell für die Darstellung von drahtloser Werkzeugmaschinenperipherie. Entwickelt werden soll eine gemeinsame Schnittstelle zwischen WMPT für verschiedene Aufgaben, Hersteller und Modellreihen. Ein entsprechendes Kick-off-Meeting der beiden Verbände zu der neuen Arbeitsgruppe ist im Juni geplant.

OPC Foundation Europe
www.opcfoundation.org

Mehrere CiA-Profile aktualisiert

CAN in Automation (CiA) hat neue Versionen der Profilspezifikation für modulare I/O-Geräte (CiA 401), Neigungssensoren (CiA 410), elektrische Antriebe (CiA 402) und Photovoltaik-Systeme (CiA 437) herausgegeben. CiA-Profile spezifizieren Parameter für Geräte mit CAN-Schnittstellen. Zusätzlich spezifizieren sie die Abbildung dieser Parameter auf CANopen CC (classic) und optional auf CANopen FD (für I/O-Geräte und Neigungssensoren) oder auf J1939 (nur für Neigungssensoren). Insgesamt hat der Verein mehr als 100 Profilspezifikationen entwickelt. Mitglieder können alle CiA-Dokumente herunterladen. Nichtmitglieder können sich für den Download bestimmter CiA-Spezifikationen anmelden.



CAN in Automation (CiA) GmbH
www.can-cia.org

- Anzeige -



activates your best



Lösungen für Telekommunikation und Medientechnik: hochleistungsfähig.

- maßgeschneidert
- lösungsorientiert
- individuell
- intelligent
- effizient







inpotron Schaltnetzteile GmbH Hebelsteinstr. 5 | 78247 Hilzingen
 ☎ +49 7731 9757-0 | ✉ info@inpotron.com | 🌐 www.inpotron.com

Digitale Sensor/Aktor-Kommunikation mit Ethernet-APL

Bereit für die Praxis

Bild: Endress+Hauser (Deutschland) GmbH+Co. KG



Die Prozessindustrie hat große Erwartungen an Ethernet-APL. Nicht zuletzt die Datenrate von 10MBit/s ist eine signifikante Verbesserung gegenüber dem HART-Protokoll, Profibus PA oder dem Foundation Fieldbus H1. In verschiedenen Feldversuchen und Studien konnte Ethernet-APL inzwischen belegen, dass es den hohen Ansprüchen gerecht wird.

► Testaufbau bei Endress+Hauser Digital Solutions: Alleine in der ersten Testreihe wurden nahezu 240 Messumformer (Durchfluss, Druck, Temperatur und Füllstand) an einem Ethernet-APL-Netzwerk eingesetzt.

Mit dem Fortschritt der Digitalisierung in der Prozessindustrie wachsen auch die über intelligente Sensoren und Aktoren verfügbaren Datenmengen kontinuierlich, was leistungsstärkere Übertragungstechnologien erforderlich macht. Diese Bedarfslücke soll in Zukunft Ethernet-APL schließen. Der Standard wurde im Juni 2021 veröffentlicht. Eine nennenswerte Anzahl an Produkten dazu ist jedoch erst in den vergangenen anderthalb Jahren auf den Markt gekommen.

Bei dieser Übertragungstechnik werden Energie und Daten über ein einziges Aderpaar (Single Pair Ethernet) übertragen. Mittels der vollduplex-fähigen und schnellen Datenübertragung ist die Kommunikation über weite Strecken und selbst in explosionsgefährdeten Bereichen möglich. Die entsprechende Engineering-Richtlinie liefert grundlegende Informationen zum Aufbau, zur Auslegung und zur Ex-Planung von Ethernet APL.

Erwartungen in Feldversuchen erfüllt

Die Hochschule Hannover und Endress+Hauser Digital Solutions haben unabhängig voneinander verschiedene Fragestellungen hinsichtlich der Performance von Ethernet-APL bearbeitet – mit positiven Resultaten. So haben Belastungstests von Endress+Hauser in einer praxisnahen Konfiguration mit Komponenten verschiedener Hersteller die Erwartun-

gen erfüllt. Die Tests bestätigten die durchgängige Funktionsfähigkeit aller Komponenten unter Maximalausbaubedingungen. „Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von Ethernet-APL als wichtigen Fortschritt in der industriellen Kommunikation“, sagt Frank Birgel von Endress+Hauser Digital Solutions.

Allein in der ersten Testreihe wurden nahezu 240 Messumformer (Durchfluss, Druck, Temperatur und Füllstand) an einem Ethernet-APL-Netzwerk eingesetzt. In Kombination mit Profinet erwies sich Ethernet-APL unter realen Einsatzbedingungen als robust und zuverlässig. Die Tests wurden mit maximaler Netzwerkkapazität durchgeführt und zeigten, dass Skalierbarkeit sowie Fehlerresistenz gewährleistet sind. Alle kritischen Anforderungen, wie Netzwerkgesamtlast und Zeiten für Redundanzwechsel, wurden nicht nur erreicht, sondern übertroffen.

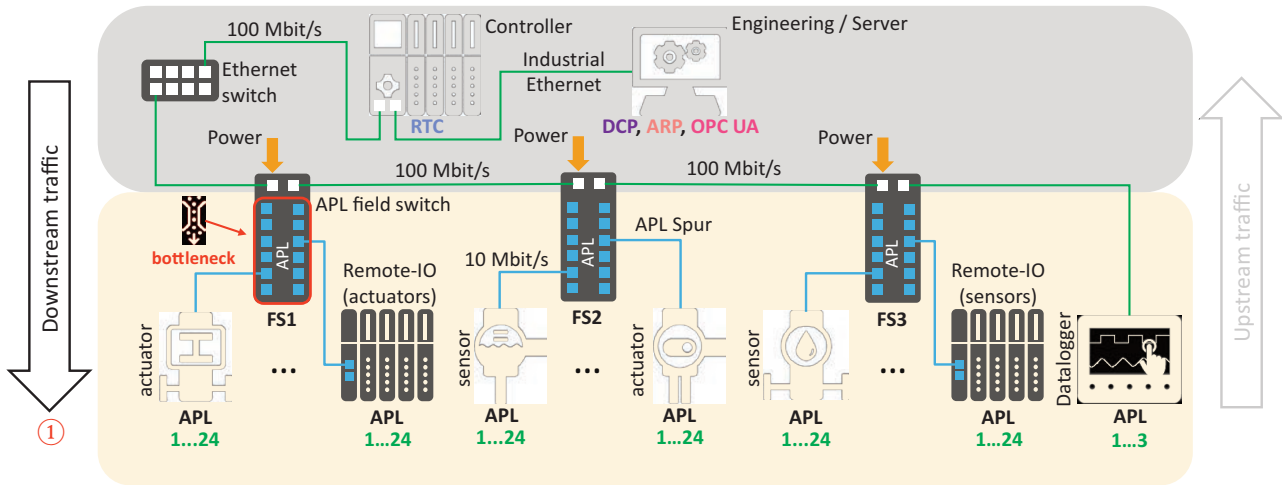
„Die unterschiedlichen Komponenten harmonisieren gut miteinander und die Systeme funktionieren zuverlässig. Damit ist es gelungen, den Ethernet-Standard in die Prozessautomatisierung auf Feldebene zu integrieren“, unterstreicht Birgel weiter.

Performance unter Realbedingungen

Der performante Zugriff auf Daten von Feldgeräten eröffnet neue Effizienz- und Effektivitätsstufen. Um die Auswirkungen

Hardware test – Downstream (Alternative 1)

Bild: ©L. Krapp/Hochschule Hannover



► Hardwaretest an der Hochschule Hannover: Die Messungen haben gezeigt, dass die APL-Switches in der Lage sind, anlagenrelevante Echtzeitpakete erfolgreich unter den geforderten Bedingungen ohne Paketverluste zu empfangen, bearbeiten und durchzuleiten.

von Überlastszenarien auf die Performance künftiger voll Ethernet-basierter Netzwerke zu bewerten, hat Lukas Krapp im Rahmen seiner Masterarbeit an der Hochschule Hannover das Verhalten von zwei realen Ethernet-APL-Switches in einer Umgebung mit unterschiedlichen Verbindungsgeschwindigkeiten untersucht. Insbesondere Paketverluste von hoch-priorisiertem Echtzeitverkehr dürfen nicht auftreten, da es sonst zu Fehlfunktionen in der Anlage kommen kann. Dafür wurden diverse Messungen an den entsprechenden APL-Switches vorgenommen, basierend auf verschiedenen Testszenarien mit unterschiedlicher Paketflussrichtung, Netzbelastung und Paketpriorisierung.

Die Tests stützten sich auf zwei aus der Praxis abgeleitete Best-Practice-Beispiele für Netzwerktopologien mit unterschiedlichen Verbindungsgeschwindigkeiten. Sie bestehen aus der Kombination von zwei Physical-Layern, einer 100Mbit/s-Industrial-Ethernet- und einer 10Mbit/s-Ethernet-APL-Ebene, in denen die APL-Switches getestet wurden. „Zusammenfassend ergaben die Messungen, dass die APL-Switches in der Lage sind, anlagenrelevante Echtzeitpakete erfolgreich unter den geforderten Bedingungen ohne Paketverluste zu empfangen, bearbeiten und durchzuleiten. Selbst bei stark überhöhter Paketlast über diese Anforderungen hinaus behielten die APL-Switches in den meisten Testszenarien ihre korrekte Funktionsweise bei, was die Erwartungen an reale Anwendungsbedingungen deutlich übertraf“, schildert Krapp.

Darüber hinaus haben die APL-Switches in allen getesteten Lastsituationen bewiesen, dass diese konform zur IEE802.1Q – bei Bedarf – den hoch-priorisierten Echtzeitverkehr gegenüber dem gering-priorisierten Nicht-Echtzeitverkehr bevorzugen. Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass die Analyse des Paketzugsatzes der APL-Switches gezeigt hat, dass das Risiko des Verlusts von Paketen mit anlagenrelevanten Echtzeitinformationen in den untersuchten Netzwerken mit variierender Verbindungsgeschwindigkeit relativ niedrig ist. Somit ist keine Beeinträchtigung der korrekten Netzwerkfunktion zu befürchten. Krapp führt weiter aus: „Daraus

folgt, dass die zukünftige Implementierung von Netzwerken mit gemischten Verbindungsgeschwindigkeiten bei korrekter Gerätekonfiguration keine Herausforderung für die korrekte Netzwerkfunktionalität darstellen sollte.“

Perspektiven für eine zeitnahe Verbreitung


Karl-Heinz Niemann, Professor für Prozessinformatik & Automatisierungstechnik an der Hochschule Hannover, zeigt sich überzeugt: „Die Einführung von Ethernet-APL verfügt über gute Erfolgsaussichten für eine zeitnahe Verbreitung in der Prozessindustrie.“ Ein wesentlicher Vorteil: Ethernet-APL ermöglicht die Realisierung eines durchgängigen Automatisierungsnetzwerks bis zum Sensor/Aktor auf Ethernet-Basis. Dadurch können alle Teilnehmer Daten über ein einheitliches Ethernet-Netzwerk und Protokolle, wie Profinet, Ethernet/IP, OPC UA und MQTT, austauschen, ohne dass Gateways für die Protokollanpassung nötig sind.

Prof. Niemann unterstreicht abschließend: „Die vertikale Integration von der Feldebene bis zur Betriebsleitebene wird damit Wirklichkeit. Ethernet-APL ermöglicht OT-Sicherheit (Security) in Verbindung mit funktionaler Sicherheit (Safety) im selben Netzwerk.“ Aus Sicht des Automatisierungs-Experten gibt es somit zahlreiche überzeugende Gründe, den Schritt hin zur digitalen Sensor/Aktor-Kommunikation zu gehen. ■

Hochschule Hannover
www.hs-hannover.de
Endress+Hauser
www.de.endress.com

AUTOMATION 2024

In einem Vortrag im Rahmen des 25. Automatisierungskongresses Automation 2024 am 2. und 3. Juli in Baden-Baden werden Frank Birgel, Lukas Krapp und Prof. Karl-Heinz Niemann das Thema Ethernet-APL intensiv aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten und Empfehlungen zur Planung von Ethernet-APL-Netzwerken geben.



<https://teco.lnk/kj1Ce>

Ethernet-APL in explosionsgefährdeten Bereichen

Upgrade für die Feldebene

► Für Ethernet-APL interessiert sich vor allem die Prozessindustrie und Betriebe, die explosionsgefährdete Anlagen haben.

Bild: ©Nikolay Zaburdaev/stock.adobe.com

Ethernet-APL wird als Gamechanger für die Kommunikation in der Feldebene gehandelt – vor allem für die Prozessindustrie. Es bietet eine durchgängige Vernetzung mit einem Protokoll, hohe Geschwindigkeiten bei Leitungslängen bis 1.000m sowie intrinsische Sicherheit für explosionsgefährdete Bereiche.

Fabriken sind heute hochvernetzt. Nur so lassen sich Vorteile wie eine höhere Prozesseffizienz, höhere Qualität oder neue Geschäftsmodelle rund um die vorausschauende Wartung erschließen. Bei der Vernetzungstechnik fällt die Wahl meist auf Ethernet. Es bietet hohe Übertragungsraten und ein einheitliches Protokoll über alle Ebenen der Automatisierungspyramide hinweg: von der Bedienebene mit den ERP- und Office-Systemen in den Büros über die Schaltschränke in der Steuerungsebene bis hinunter zu – ja bis wohin eigentlich? Denn in der Feldebene, dort wo einzelne Sensoren ihre Schaltsignale und Messwerte melden, dominieren immer noch klassische Feld-

bussysteme, zumindest in der Prozessindustrie. Sie sind wie Profibus PA mit maximal 31,25kBit/s sehr langsam, und benötigen Gateways, die das Feldbusprotokoll in das Ethernet-Protokoll übersetzen, damit die Informationen oben in der Automatisierungspyramide weiterverarbeitet werden können. Fragt man Anwender, warum sie so hartnäckig am Altbewährten festhalten, hört man vor allem diese Antwort: Weil es keine Verbindungssysteme für Ethernet gibt, die alle Anforderungen der Feldebene erfüllen. Neben kompakter Bauweise und Leitungslängen mit deutlich über 100m verlangen die Skeptiker vor allem einen hohen Explosionsschutz – was Ethernet bisher nicht bieten konnte.

Erweiterung für die physikalische Schicht

Mit Ethernet Advanced Physical Layer (kurz: APL) gelten diese Einwände nicht länger. Ethernet-APL erweitert die physikalische Schicht von Ethernet um wichtige Eigenschaften: Das ermöglicht die Zweibege-Kommunikation über Distanzen bis 1.000m mit bis zu 10MBit/s und sie versorgt die angeschlossenen Geräte mit Energie. Der Standard unterstützt jedes Ethernet-basierte Protokoll. Daher arbeiten mehrere Nutzerorganisationen gemeinsam an Ethernet-APL, darunter die OPC Foundation und Profibus/Profinet International.

Ethernet-APL für Ex-Bereiche

Für Ethernet-APL interessiert sich vor allem die Prozessindustrie und dort Betriebe, die explosionsgefährdete Anlagen

haben. Für sie war normales Ethernet bisher tabu, weil es keine ausreichende Sicherheit gegen Funkenschlag und Brand bietet. Die neue Richtlinie legt hier nach und schreibt hohe Anforderungen an den Explosionsschutz fest. Das bedeutet, dass die im Kabel gespeicherte Energie begrenzt wird und sich keine Funken entladen dürfen. Dazu sind die elektrischen Parameter für Kabel wie Kapazität und Induktivität eng gefasst, außerdem soll die Schirmung Störsignale zuverlässig blocken. In besonders explosionsgefährdeten Bereichen soll die ganze Installation intrinsisch sicher sein. Dort darf es nicht zu Funkenbildung oder Bränden kommen, selbst wenn das Kabel durchgeschnitten wird oder wenn dort defekte Geräte im laufenden Betrieb ausgetauscht werden. Maßgeblich ist hier IEC-TS60079-47, auch 2-Wise genannt. Das Kürzel steht für Two-wire Intrinsically Safe Ethernet. 2-Wise macht genaue Vorgaben für intrinsisch sicheres Ethernet-APL, sowohl für die technischen Eigenschaften der Komponenten als auch für Konzeption, Installation und Dokumentation eines Netzwerks.

Basis für Ethernet-APL sind immer Single-Pair-Ethernet-Leitungen. Sie haben statt vier Aderpaaren nur ein Aderpaar, entsprechend weniger Platz brauchen sie, was in engen Maschinen die Installation erleichtert. Über diese beiden Adern erfolgt auch die Stromversorgung angeschlossener Geräte.

Lapp mit ersten Leitungen für Ethernet-APL

Lapp ist einer der Vorreiter bei SPE und arbeitet zu Ethernet-APL in den Nutzer-



► Für SPE-Anwendungen bietet Lapp ein umfassendes Portfolio.

gremien mit. Der Kabel- und Verbindungsanbieter hat bereits zur SPS-Messe 2023 zwei Leitungen speziell für Ethernet-APL vorgestellt: Etherline T1L Y FC 1x2x18/1 AWG und Etherline T1L Y 1x2x18/7 AWG. Beide Leitungen erfüllen ISO/IEC11801 und EN50173 und die Übertragungseigenschaften nach IEC-61156-13CD, außerdem sind sie UL-zertifiziert, sie eignen sich also für den Einsatz in Nordamerika – ein Vorteil für exportorientierte Unternehmen. Sie sind für Distanzen bis 1.000m geeignet, sind flammwidrig, UV- und Öl-resistent. Beide können per Power over Dataline (PoDL) Geräte mit bis zu einer Leistung von 92W versorgen. Beide haben auch das von Lapp entwickelte Fast-Connect-Design, können also besonders leicht abisoliert und montiert werden. Einziger Unterschied: Die erstgenannte Leitung hat Leiter aus Massivdraht für die feste Verlegung, während sich zweitgenannte mit ihrem siebendrähtigen Leiteraufbau für den gelegentlich bewegten Einsatz eignet. Um die Praxistauglichkeit der Leitungen sicherzustellen, wurden sie nach den Anforderungen eines deutschen Chemieunternehmens entwickelt und gemeinsam getestet.

Unterschiede innen und außen

Äußerlich unterscheiden sich die beiden Leitungen von herkömmlichen Ethernet- oder Profinet-Leitungen durch ihren blauen Mantel, was in der Richtlinie für Ethernet-APL so definiert ist. Auch innen gibt es kleinere Unterschiede zu herkömmlichen SPE-Leitungen. Durchmesser der Adern, die Verseilung des Twisted Pairs, die Dicke der Isolierung – bei mehreren Parametern waren Anpassungen nötig, um die gestiegenen Anforderungen an den intrinsischen Explosionsschutz zu erfüllen. „Die Kunst ist, alle diese Parameter so in Harmonie zu bringen, dass sie die Anforderungen für Ethernet-APL erfüllen“, sagt Christian Illenseer, Produktmanager Industrial Communication bei Lapp. Für ihn trennt sich die Spreu vom Weizen, wenn es um den Einsatz in möglichst vielen unterschiedlichen Anwendungsszenarien geht. Die beiden Leitungen von Lapp seien universell verwendbar, zum Beispiel in einer offenen Kabeltrasse neben einer Powerleitung und das dank umfangreicher Zertifizierung in jedem Land der Welt. Unternehmen speziell aus der Prozessindustrie sowie Installateure sollten sich jetzt mit Ethernet-APL befassen, rät der Produktmanager, weil es nützliche Neuerungen für mehr Sicherheit bei der Vernetzung in der Feldebene bringe: „Ethernet-APL ist das Upgrade für die Feldebene, das der Prozessindustrie mehr Leistung und mehr Möglichkeiten für die Digitalisierung bringt bei gleichzeitig mehr Sicherheit.“ ■

Friederike Schmidt
Markeing Communications
U.I. Lapp GmbH
www.lapp.com/de

 i-need.de/f/10655



► Die Etherline-SPE-Leitungen von Lapp für Ethernet-APL, sind für Distanzen bis 1.000m ausgelegt, flammwidrig, UV- und Öl-resistent.



Aus dem Shop-floor ins ERP

Die Plattform TwinHub von Powerhouse Solutions ist als Bindeglied zwischen ERP-Ebene und Maschine ausgelegt. Mit klar strukturierten Dashboards erhält der Anwender einen guten Überblick über den Zustand der Fertigung – wahlweise auf dem Desktop oder mobilen Ausgabegerät. Für TwinHub gibt es verschiedene Module, die individuell nach Kundenbedarf aktiviert werden. Durch das SaaS-Modell bleiben Systeme jederzeit auf dem aktuellen Stand und werden einfach in Betrieb genommen. Die IoT-Box als Hardware-Basis liefert Daten aus der Maschine, z.B. über OPC UA oder Modbus TCP. Auch Bestandsanlagen lassen sich so ausrüsten. Ein Sensor übernimmt dann die Impulszählung. Am schnellsten zu implementieren ist das Modul IoT-MDE, das als digitaler Zwilling Laufzeiten und Maschinenzustände erfasst. Das BDE-Modul ergänzt die MES-Lösung um Betriebsdaten.

Powerhouse Solutions GmbH
www.powerhouse-solutions.de

Modularer SPE-Switch mit hoher Leistung

EKF hat ein erstes ModBlox7-basiertes Produkt vorgestellt: Der robuste Single-Pair-Ethernet-Switch 7L600 verbindet Modularität mit hoher Rechenleistung und modernen Schnittstellen. Er eignet sich als multifunktionales Gateway in IIoT- oder Retrofit-Anwendungen, kann aber durch die Onboard-ARM-CPU auch als Edge Computer dienen. Das Gerät ist mit sieben 100Base-T1-Ports und zwei 1000Base-T-Uplinks gemäß IEC613171-6 ausgestattet. Dabei sind die SPE-Ports Hi-Pot-isoliert und kompatibel mit dem Open-Alliance-BroadR-Reach-Standard.

Im Switch befindet sich der Ethernet-Controller 88Q5072 von Marvell, der AVB und TSN unterstützt und zugleich eine unkomplizierte Konfiguration über lokale oder Remote-Verwaltungsfunktionen ermöglicht. Optional kann der Switch um eine ARM-basierte Mezzanine-Controller-Karte erweitert werden, die z.B. für zusätzliche Protokollunterstützung, Switch-Management und Echtzeit-Datenverarbeitung geeignet ist.

EKF Elektronik GmbH
www.ekf.de



Optisches Äquivalent zum Schleifring

Der Fibre Optic Rotary Joint (FORJ) von Servotecnica sorgt für die unterbrechungsfreie Übertragung eines optischen Signals zwischen statischem und rotierendem Abschnitt. Die faseroptische Drehdurchführung bietet im Vergleich zu Kupferkabeln bei der Datenübertragung eine höhere Bandbreite sowie Geschwindigkeit. Außerdem sind optisch übertragene Signale gegenüber magnetischen oder elektrischen Störungen unempfindlich. Die Einfügungs- oder Einfügedämpfung (IL), die Auskunft darüber gibt wie hoch der Signalverlust einer optischen

Verbindung ist, beträgt bei Einkanal-FORJs von Servotecnica üblicherweise 0,5dB; bei Doppel- und Mehrkanal-Schleifringen steigt sie auf 3dB an. Die Variation (wow) ermittelt Schwankungen in der Dämpfung, die entstehen, sobald sich ein FORJ dreht. Die Einkanal-FORJs haben bei Servotecnica einen wow-Wert von weniger als 0,25dB.

Servotecnica GmbH
www.servotecnica.com



Ethernet-Switches für zeitkritische Netzwerke

Um Entwicklern eine zuverlässige Netzwerklösung mit deterministischer Kommunikation zu bieten, stellt Microchip Technology seine nächste Generation von LAN969x-Ethernet-Switches mit TSN, skalierbaren Bandbreiten von 46 bis 102Gbit/s und einer 1GHz-Single-Core-Arm-Cortex-A53-CPU vor. Dafür sind der LAN9694, LAN9696 und LAN9698 mit hochverfügbarer durchgängiger Redundanz (HSR) und Parallel-Redundanz-Pro-

tokoll (PRP) ausgestattet. Die Hardwareprotokolle sorgen für eine verlustfreie Redundanz in Ethernet-Netzen. Die Switches unterstützen mehrere HSR- und PRP-Redundancy-Box- bzw. RedBox-Instanzen, die parallel und in Serie sowie mit Ethernet-Port-Geschwindigkeiten von 10Mbit/s bis 10Gbit/s betrieben werden können. Der LAN969x kann eine Quad-Box implementieren, die zwei HSR-Netzwerke miteinander verbindet.



Microchip Technology Inc.
www.microchip.com

Gateway für Edge und Cloud

Softing Industrial präsentiert sein neues EdgeGate, eine wartungsfreie Hardware-Lösung für die Übertragung von Produktionsdaten aus SPS- und CNC-Steuerungen in Edge- und Cloud-basierte Umgebungen. Das Gerät vereinfacht den Zugang zu Steuerungen in der Feldebene. Es ermöglicht eine nahtlose und sichere Datenintegration in Managementsysteme wie ERP, MES oder Scada. Die Integration ist sowohl für neue als auch für bestehende Anlagen möglich.



Das EdgeGate von Softing Industrial vereinfacht die Anbindung von SPS- und CNC-Steuerungen an Managementsysteme mit OPC UA und MQTT.

Softing Industrial Automation GmbH
industrial.softing.com/de

UHF-RFID-Reader mit Ethernet-Schnittstelle

Der IP67-geschützte UHF-RFID-Reader Q150 mit Multiprotokoll-Ethernet-Schnittstelle von Turck kommuniziert ohne zusätzliches Interface direkt mit IPC- oder SPS-Systemen in Industrial-Ethernet-Netzen. Während der Reader-Typ Q150-EC Ethercat nutzt, arbeitet die Multiprotokollvariante Q150-EN in Profinet, Ethernet/IP sowie Modbus TCP und benötigt durch PoE keine zusätzliche Spannungsversorgung. In der Steuerungsumgebung muss kein Funktionsbaustein zur Integration programmiert werden. Stattdessen stellt der Reader mit dem U-Interface werkseitig ein einfaches Daten-Interface bereit.



Hans Turck GmbH & Co. KG
www.turck.com

- Anzeige -

IBH softec

Das Embedded OPC UA Server/Client Gateway

IBH Link UA

- OPC UA Server/Client für die Anbindung an MES-, ERP- und SAP-Systeme, Visualisierungen und Modbus
- SIMATIC® S7-Steuerungen über S7 TCP/IP oder IBH Link S7++ ansprechbar
- SIMATIC® S5-Steuerungen über IBH Link S5++ ansprechbar
- SINUMERIK® 840D/840D SL Anbindung
- SINUMERIK® ONE Anbindung
- LOGO 8 und LOGO! Anbindung
- S7-kompatible SoftSPS zur Datenvorverarbeitung integriert
- Mitsubishi Electric Roboter- und Steuerungsanbindung
- Rockwell Automation Steuerungsanbindung
- Firewall für eine saubere Trennung der Prozess- und Leitebene
- Skalierbare Sicherheitsstufen
- Komfortable Konfiguration mit dem kostenlosen IBH OPC UA Editor, Siemens STEP7, dem TIA Portal oder per Webbrowser
- Historische Daten
- Alarms & Conditions
- MQTT-Anbindung
- Fernwartung mit TeamViewer IoT
- Support von Datenmodellen und Methoden mit Python

