

Lauterbachs Trace32-Hypervisor- und OS-Awareness-Technologie ermöglicht den Zugriff auf alle Komponenten des Hypervisors, der Betriebssysteme und der Anwendungen: Man kann Systemobjekte wie Tasks, Threads, Semaphore und Mailboxen anzeigen, Task-Breakpoints setzen und Task-Performance-Monitoring durchführen. Wenn das Betriebssystem eine MMU (Memory-Management-Unit) verwenden würde (auf dem S32N55 gibt es keine MMU), könnte der Debugger sogar auf Code und Daten zugreifen, indem er die Informationen aus den MMU-Tabellen des Betriebssystems verwendet und sie durchläuft, um eine gültige logisch-physische Übersetzung zu finden.

Durch die Trace32-Hypervisor-Awareness erkennt und visualisiert der Debugger die virtuellen Maschinen (VMs) des Hypervisors. Es ist damit möglich, mehrere Betriebssysteme gleichzeitig zu debuggen. Wichtigstes Ziel ist das nahtlose Debugging des Gesamtsystems. Das heißt, wenn das System an einem Breakpoint angehalten hat, kann man den aktuellen Zustand jedes einzelnen Prozesses, aller VMs

sowie den aktuellen Zustand des Hypervisors und der realen Hardwareplattform überprüfen und ändern.

.....
Tracen über PCIe

Manchmal reicht das traditionelle Stop-Mode-Debugging nicht aus. Man nehme nur einmal die sogenannten Heisenbugs, die nur in Echtzeit und im Worst Case auch nur sporadisch auftreten. Oder man will (bzw. muss) für Zertifizierungen im Bereich der funktionalen Sicherheit Code-Coverage- und Timing-Analysen vornehmen, was die Sammlung von Trace-Informationen über einen langen Zeitraum erfordert.

Die von Lauterbachs Trace32-Trace-Erweiterungen bereitgestellten Programmflussdaten zeigen genau, welche Anweisungen ausgeführt wurden und wie lange die Ausführung gedauert hat, ohne die zu testende Anwendung durch irgendeine Art der Instrumentierung zu beeinträchtigen. Der NXP S32N55 stellt hierfür eine PCIe-Gen.-4-Schnittstelle

bereit, welche über den Trace32-PCIe-Gen.-4-Preprocessor Datenraten bis zu 16 Gbit/s pro Lane ermöglichen. Warum ist diese hohe Bandbreite wichtig? Nun, die 16 Cortex-R52, die jeweils mit bis zu 1,2 GHz getaktet werden können, generieren sehr viele Daten, die in Echtzeit über die Trace-Erweiterungen zur weiteren Analyse in den Host-PC geschaufelt werden müssen.

.....
Fazit

Mit entsprechend leistungsfähigen Debug- und Trace-Tools ist auch die Fehlersuche auf sehr komplexen SoCs möglich – vom Unit- über den Integrations- bis hin zum System-Test. Die Tabelle zeigt eine Sammlung von sehr komplexen Chips mehrerer alphabetisch sortierter Hersteller mit Core-Kombinationen unterschiedlichster Architekturen. Alle diese Beispiele können von Lauterbachs Trace32-Tools vollständig debuggt und getracet werden, d. h. der Entwickler bekommt eine vollständige Sicht auf CPUs, Companion-Cores, Betriebssysteme, Hypervisor und Applikationen. (Ib) ■

TSN ermöglicht konvergente Netzwerke für die smarte Produktion

Das neue Ethernet

Die zunehmende Vernetzung der Anlagen und Produktionsumgebungen im IIoT und die Verschränkung von OT und IT bringen die herkömmlichen Netzwerke an ihre Grenzen. Wie diese Herausforderung durch den Umstieg auf TSN in den Griff zu bekommen ist und welche Produkte Kontron dafür bietet, erläutert Reiner Grübmeier.

VON REINER GRÜBMEYER,
 DIRECTOR PRODUCT MANAGEMENT
 SYSTEMS & SOFTWARE BEI KONTRON



Eine agile Produktion, die sich dynamisch auf veränderte Anforderungen einstellen kann, erfordert eine Kommunikation aller Teile der Anlagenautomatisierung mit anderen Systemen im Unternehmen. Das sorgt für rasch wachsende Netzwerkgrößen und Datenmengen im Industrial Internet of Things (IIoT). Time-Sensitive Networking (TSN) ist eine Erweiterung des Ethernet-Standards um Echtzeitfähigkeit. Das ermöglicht das Verschmelzen von IT und OT zu einem gemeinsamen Netzwerk. Immer mehr Produkte aus vertrauenswürdigen Quellen unterstützen den Standard und erleichtern so die Umsetzung der Konzepte von Industrie 4.0.

Im globalen Wettbewerb geht es darum, immer komplexere Produkte mit gleichbleibend

hoher Qualität zu marktverträglichen Kosten zu produzieren, und das oft in kundenindividuellen Varianten. Dazu braucht es Smart Factories, die sich nach den Grundsätzen von Industrie 4.0 autonom auf veränderliche Produktionserfordernisse einstellen.

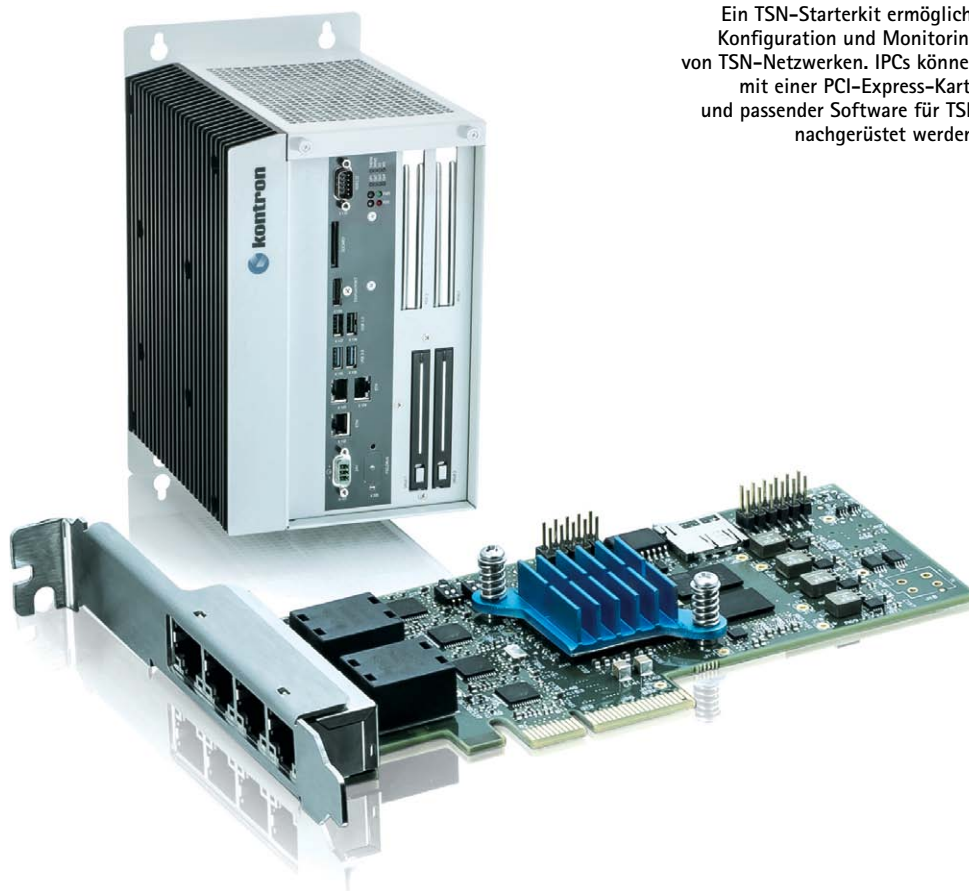
.....
*Steigender
 Kommunikationsbedarf*

Deren vernetzte Produktionsanlagen müssen dazu nicht nur miteinander, sondern auch mit anderen Systemen im Unternehmen Anweisungen und Daten austauschen. Dieser Kommunikationsbedarf ist universell, er reicht vom Sensor und Aktor auf der Feldebene über die Steuerungen und darüber operierende Leit-



**Modular Industrial
Computing Solutions**
Long-Term Available.
Reliable. Cost-Effective.

Ein TSN-Starterkit ermöglicht Konfiguration und Monitoring von TSN-Netzwerken. IPCs können mit einer PCI-Express-Karte und passender Software für TSN nachgerüstet werden.

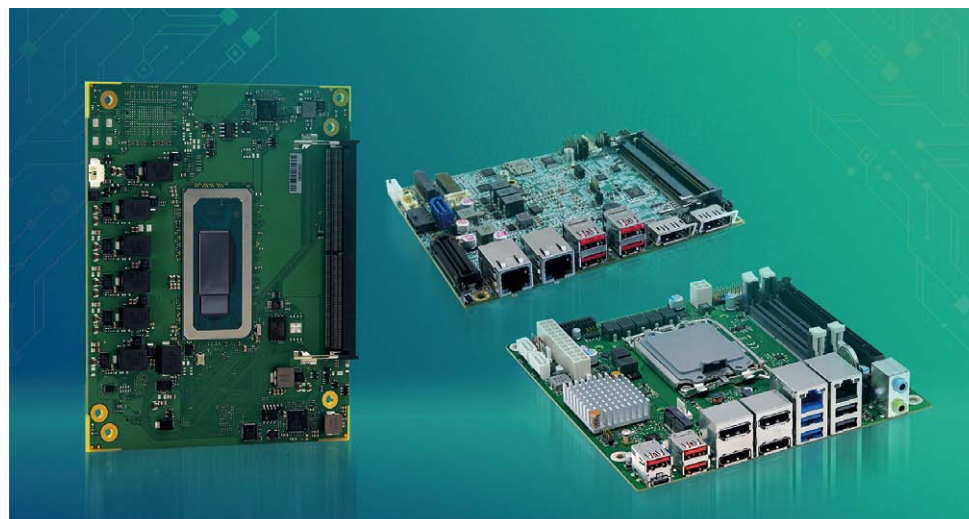


rechner bis in lokale und zentrale Rechenzentren und selbstverständlich auch in die Cloud. Alle diese Orte können Datenquellen und Ziele sein, nicht selten sind sie beides.

Durch die fortschreitende Miniaturisierung in der Mikroelektronik ist die vormals starre Einteilung in Steuerrechner und »dumme« Peripherie aufgebrochen. Da Sensoren und Aktoren immer häufiger mit eigenen Prozessoren ausgestattet sind, steigt die Anzahl intelligenter Netzwerkknoten auf der Feldebene rapide an. Wo welche Daten zu nützlichen Informa-

tionen verarbeitet werden, ist eine Frage der Gesamtsystemarchitektur. Diese muss sich nach technischen Gesichtspunkten ebenso richten wie nach wirtschaftlichen Kriterien. Zu diesen gehören etwa die laufenden Kosten einer Datenübertragung über öffentliche Netze wie das 5G-Netz.

Statt des bisher vorherrschenden zentralistisch-hierarchischen Informationsaustausches hat die strukturübergreifende Datenkommunikation bereits begonnen, die klassische Automatisierungspyramide aufzulösen. Und weil



Hersteller wie Kontron statten immer mehr Produkte ihres Board- und Module-Portfolios im Standard mit TSN-Fähigkeit aus, etwa Motherboards, COM-Express-, SMARC- und COM-HPC-Module sowie 3,5-Zoll-SBCs mit den Intel-Atom-x6000E- und Intel-Core-Prozessoren bis zur aktuell 14. Generation.

Think Smart – Connect Worlds

Grenzen überwinden - Standards verbinden.

Wir setzen auf etablierte Embedded Standards, die wir mit smarten Ideen verbinden, erweitern oder anpassen, um so punktgenau die Anforderungen an Ihr System zu treffen.

Immer auf dem neuesten Stand der Technik mit:

- Intel x86 / ARM / Nvidia Jetson
- AVB / TSN / SPE / PoE+



CompactPCI® Serial
und CompactPCI®



Embedded Blue®
Turnkey-Systeme



ModBlox7™
standardisierte BoxPCs





Das Systeme-Produktportfolio von Kontron bietet leistungsfähige Box-PCs, Rackmount-Systeme sowie Panel-PCs für industrielle Anwendungen und auch passende industrielle Ethernet-Switches.

der erzielbare Gewinn an Produktivität, Prozessstabilität, Produktqualität und Energieeffizienz mit der Informationsqualität steigt, wachsen auch die zu übertragenden Datenmengen immer stärker an.

Ethernet für Industrieanwendungen

In der klassischen Informationstechnologie (IT) hat sich für den schnellen Austausch großer Datenmengen der Netzwerkstandard Ethernet durchgesetzt. Der weltweit führende Standard für das Vernetzen von Computern in Büroumgebungen bietet eine hohe Übertragungsbandbreite. Zudem ermöglicht die Protokollgruppe TCP/IP eine weltweit einheitliche

Datenkommunikation über die Grenzen einzelner lokaler Netzwerke hinweg.

Angesichts ständig steigender Datenmengen in Maschinen und Anlagen war es naheliegend, Ethernet auch für industrielle Anwendungen der Operational IT (OT) nutzbar zu machen. Allerdings ist für die strenge Vertaktung von Bewegungsvorgängen in industriellen Anwendungen an vielen Stellen Echtzeitfähigkeit erforderlich. Um diese zu gewährleisten, ist bei der Datenübertragung ein berechenbares Zeitverhalten mindestens ebenso wichtig wie eine ausreichend hohe Datenrate.

Ethernet ermöglicht zwar die schnelle Übertragung großer Datenmengen, verfügt jedoch

nicht von vornherein über ein deterministisches, also exakt vorherbestimmbares Zeitverhalten, wie es manche industrielle Anwendungen benötigen.

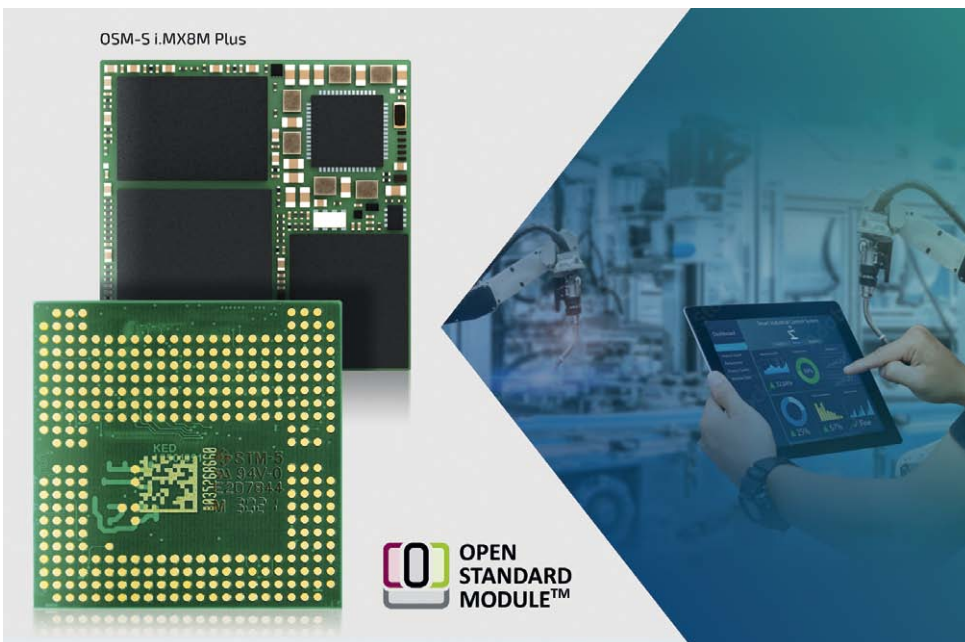
Produktion braucht Echtzeitfähigkeit

Die Fähigkeit zu einem deterministischen, harten Echtzeitverhalten entsteht erst durch eine einheitliche Zeitbasis für alle Netzwerkteilnehmer. Um ein vorhersehbares Echtzeitverhalten mit isochronen Zykluszeiten unter einer Millisekunde zu ermöglichen, schufen Hersteller von Automatisierungssystemen unter dem gemeinsamen Begriff Industrial Ethernet eine Fülle verschiedener eigener Echtzeitprotokolle.

Die darauf basierenden Feldbussysteme ermöglichen zusätzlich zur schnellen Übertragung großer Datenmengen den Transport sicherheitsgerichteter Daten auf denselben Leitungen per Black-Channel-Technik. Allerdings weichen sie mehr oder weniger stark vom Ethernet-Standard ab und sind weder miteinander noch mit umgebenden Netzwerken kompatibel.

Schluss mit proprietären Bussystemen

Mit dem Ethernet-Standard Time Sensitive Networking (TSN) schuf das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) eine Erweiterung des Ethernet-Standards um die Echtzeitfähigkeit. Der Standard IEEE 802.1 TSN regelt das Übertragungsverhalten von Datenpaketen per Zeitsynchronisation über eine einheitliche Zeitbasis und bietet Möglichkei-



Auf nur 30 mm x 30 mm bietet das auflötbare System-on-Module (SoM) OSM-S i.MX8M Plus zweimal GbE-LAN, davon einmal mit TSN-Funktionalität.

ten für die Disposition des Datenversandes (Traffic-Scheduling) sowie die automatisierte Systemkonfiguration. Das erfüllt eine der Voraussetzungen für die universelle Vernetzung sämtlicher computerbasierter Systeme.

Die andere ist ein offenes und zugleich echtzeitfähiges Kommunikationsprotokoll, denn jede Übersetzung bedeutet Aufwand und die Gefahr von Informationsverlust. Das Ende der Sprachverwirrung zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller wurde im November 2018 eingeläutet. Auf der Messe SPS erfolgte die Vorstellung von OPC UA over TSN als universelle, echtzeitfähige Kommunikationsplattform bis zur Sensorebene.

Mittlerweile auf OPC UA FX (für Field eXchange) umbenannt, ermöglicht diese die Überwindung der bisherigen Kompatibilitätsmängel mit einem einzigen, weltweit einheitlichen Standard. Alle namhaften Hardwarehersteller unterstützen diesen, denn er ist die Grundlage für sämtliche Anwendungen im IIoT und der Schlüssel zur Verschmelzung von IT und OT zu einem gemeinsamen Netzwerk. Mehr zur Technik hinter TSN und der neuen Weltsprache OPC UA FX finden Sie auch online in einem Whitepaper von Kontron zu diesem Thema.

Einheitlicher Echtzeit-Standard

TSN setzt sich rasch als einheitlicher Standard für die Echtzeit-Datenkommunikation durch. Dazu trägt auch bei, dass im Zuge der Neude-

finition von Ethernet bedeutende Performance-Steigerungen erfolgten. Die Technologie ermöglicht Netzwerke mit mehreren 10.000 Knoten. Diese können bis zu 18-mal schneller kommunizieren als mit allen bisherigen Protokollen und lassen sich darüber hinaus sehr einfach verwalten und konfigurieren. Das ermöglicht z. B. Kombinationen aus digitaler Bildverarbeitung und synchroner Antriebstechnik in harter Echtzeit mit recht kostengünstiger Hardware direkt vor Ort.

Da sich auch Endgeräte ohne TSN-Fähigkeit problemlos über TSN-Netzwerke betreiben lassen, kann davon ausgegangen werden, dass Ethernet-Installationen über kurz oder lang standardmäßig TSN-Funktionalitäten unterstützen werden. Das eliminiert den heute noch hohen Aufwand zum Überwinden der Kompatibilitätsgrenzen als Hürde für das Integrieren zeitkritischer Anlagenteile in das Internet der Dinge. Damit kann es gelingen, die Ideen von Industrie 4.0 Wirklichkeit werden zu lassen. Zudem bringt ein deterministisches Zeitverhalten der Datenkommunikation auch außerhalb von Produktionsmaschinen und -anlagen in vielen Anwendungen große Vorteile.

Früher Einstieg in TSN

Als eines der global führenden Unternehmen ist der österreichische Hersteller Kontron in Europa Marktführer bei Embedded-Produkten für das IIoT. Als einer der Vorreiter in Sachen TSN brachte das Unternehmen bereits im April 2018 ein Starterkit für Time Sensitive Net-



Die speziell für den Einsatz im industriellen Umfeld entwickelte Familie KSwitch D10 MMT ist für Fast- und Gigabit-Netze geeignet und bietet die Möglichkeit, Maschinen, Steuerungen und andere Komponenten zukunftsweisend auf der Basis von Time-Sensitive-Network-Ethernet (IEEE 802.1 TSN) miteinander zu verbinden.

working auf den Markt. Dessen reichhaltige Softwareumgebung unterstützt Programmierer und Anwender vor allem bei der im Vergleich zu Standard-Ethernet erheblich komplexeren Netzwerkconfiguration. Zusätzlich enthält das Starterkit passende Hardware mit TSN-tauglichen Schnittstellen für realitätsnahe Tests. All dies erleichtert Systemherstellern den Einstieg in die Technologie.

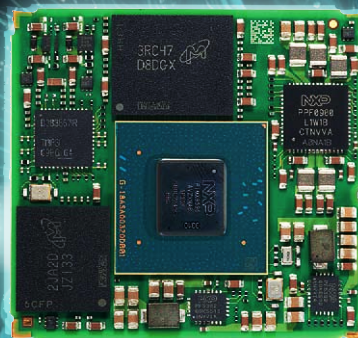
Zu den ersten TSN-tauglichen Kontron-Produkten gehörte eine PCIe-Steckkarte zur Bereitstellung von bis zu vier externen TSN-Kanälen. Diese können einfach, paarweise

Anzeige

DER NEUE STANDARD

Future Proof Solder Core

- 1 Footprint
- 3 Zonen
- 100% future proof



phyCORE-i.MX 95 FPSC



PHYTEC

MEHR ZUM STANDARD OHNE KOMPROMISSE

PHYTEC MESSTECHNIK GMBH
www.phytec.de/FPSC

redundant oder in einer Ringkonfiguration genutzt werden. Dadurch unterstützen sie den Aufbau Topologie-unabhängiger TSN-Netzwerke. Die schnelle Kommunikationslogik implementierte Kontron mittels FPGA, um durch Nachladen neuerer Versionen schnell und einfach auf Änderungen bei den damals noch nicht völlig ausformulierten Standards reagieren zu können. Das kompakte SMARC-sAL28-Modul bietet bis zu fünf Gigabit-Ethernet-Anschlüsse sowie einen integrierten TSN-Switch. Damit eignet es sich hervorragend vor allem für die Datenkonzentration als Edge-Gerät.

*TSN in Produkte
gegossen*

Zusätzlich stattet Kontron immer mehr Produkte im Standard mit TSN-Fähigkeit aus, so zum Beispiel die aktuellen Box-PCs, Rack-mount-Server, Workstations und Panel-PCs

sowie COM-Express-Module, Motherboards und 3,5-Zoll-SBCs (SBC: Single-Board-Computer). Erleichtert wird das durch die Integration der TSN-Funktionalität in Halbleitern zahlreicher Hersteller, etwa der Intel-Core-Prozessoren bis zur aktuell 14. Generation. Diese unterstützen im Standard die Intel-Technologie Time Coordinated Computing (TCC) zur Schaffung der Voraussetzungen für TSN.

So bietet etwa das für das COM-HPC-Client-Modul COMh-ccAS mit Intel-Core-S-Prozessoren der 12. Generation die Power für vielseitige Anwendungen in Bereichen wie Networking, Automation, Messtechnik, Medizintechnik, die eine intensive Grafik- und Rechenleistung fordern. Ebenso bietet das industrietaugliche COM-HPC/Client-Modul (Size A) COMh-caRP mit der 13. Generation Intel-Core-Prozessoren, bis zu 64 GB DDR5-RAM und Ethernet bis zu 2,5 Gbit/s mit TSN-Support.

TSN ist jedoch bei Kontron keineswegs auf Produkte mit Intel-Prozessoren beschränkt. So integriert das auflötbare System-on-Module (SoM) OSM-S i.MX8M Plus auf nur 30 mm x 30 mm einen leistungsstarken Quad-Arm-Prozessor i.MX8M Plus mit 1,6-GHz-Quad-Core sowie einen AI-Prozessor, 64 GB eMMC und 4 GB LPDDR4-RAM sowie zweimal GbE-LAN, von denen einer mit TSN-Funktionalität ausgestattet ist.

Vom kleinsten Modul über Embedded-Box-PCs und Panel-PCs bis zu den Industrial-Rack-mount-Systemen der KISS-V4-ADL-Familie und der KWS-Workstation am anderen Ende des Spektrums deckt das Kontron-Portfolio an industrietauglicher Rechnerhardware mit erweitertem Temperaturbereich und TSN-Fähigkeit sämtliche Bedarfsfälle ab. Darüber hinaus bietet Kontron kundenspezifische Entwicklungen und Varianten an und kann Kunden über Kontron AIS bei der Umsetzung konkreter Automatisierungsprojekte unterstützen.

Microchip rüstet maXTouch-Controller für Payment aus

Sicherheit für Ladesäulen und Terminals

Die neuen Touchscreen-Controller der maXTouch-Familie erhalten zusätzliche Sicherheitsfunktionen für integrierte Zahlungssysteme. Mit der Serie MXT2952TD 2.0 führt Microchip Features wie kryptografische Authentifizierung und Datenverschlüsselung ein, die Komplexität und Kosten reduzieren sollen.



Bild: Microchip

Trotz mancher Verzögerungen ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität in vollem Gange. Um den Kunden einen möglichst einfachen Zugang anzubieten, werden die meisten Ladesäulen in der EU und anderen Gebieten inzwischen mit integrierter Möglichkeit für Kreditkartenzahlung ausgestattet. Gleiches gilt für zahlreiche andere Arten unbeaufsichtigter POS- und Kassensysteme wie Parkuhren und Fahrkartenauf-

tomaten. Als Voraussetzung dafür müssen deren Systeme allerdings zusätzlich die strengen Sicherheitsstandards der Payment Card Industry (PCI) erfüllen, mit denen das Risiko für Angriffe auf die RFID-Zahlungssysteme und die mit ihnen verarbeiteten sensiblen Informationen minimiert werden soll.

Neben direkten Angriffen über die Software-Ebene gilt es bei solchen Touch- oder berüh-

rungsgesteuerten HMIs, auch die Möglichkeit von Man-in-the-Middle(MITM)-Angriffen gegen Funktionen wie die PIN-Eingabe abzusichern. Aufseiten der Software zählen das ständige Neuflashen und das Zurücksetzen der integrierten Schaltkreise (ICs) zu den wichtigsten Schutzmaßnahmen, während aufseiten der Hardware physische Netzbarrieren und Sensoren als eine Art Brandmauer um die ICs herum eingesetzt werden. Besonders aufwen-

Zentrale Komponente Ethernet-Switch

Komplexe Lösungen, die im robusten Industrieumfeld zum Einsatz kommen, verlangen ein perfektes Zusammenspiel von Hardware, Software und Konnektivität mit den Produktionssystemen. Nur so kann die erfolgreiche Umsetzung der digitalen Transformation in der produzierenden Industrie funktionieren. Deshalb sind nicht zuletzt industrielle Switches wesentliche Bausteine für erfolgreiche Anwendungen im Bereich von Industrie 4.0 und IIoT.

Im Produktportfolio von Kontron finden sich deshalb neben Boards, Modules und Systemen für die Industrie auch passende industrielle Ethernet-Switches. Beim KSwitch D10 MMT handelt es sich um ebenso leistungsstarke wie kostengünstige gemanagte TSN-Switches für Fast- und Gigabit-Netze mit acht Ports. Das

industrietaugliche Gerät hat ein hochwertiges Metallgehäuse und ist daher unempfindlich gegen Umwelteinflüsse. Es kann bei Temperaturen von -40 bis $+75$ °C eingesetzt werden und unterstützt einen erweiterten Versorgungsspannungsbereich von 12 bis 58 V DC. KSwitch D10 MMT bietet neben sechs Fast und Gigabit-Ethernet-Ports mit RJ45 zusätzlich zwei Ports mit RJ45 sowie SFP-Fiber-Interfaces bis 2,5 Gbit/s bei vollem TSN-Feature-Set und Management entsprechend IEEE 802.1 TSN.

Durch die vollständige Integration von TSN in die Hardware einschließlich der Switches erleichtert Kontron Anwendern das Realisieren konvergenter Ethernet-basierter Netzwerke, auf denen parallel zum regulären IT-Datenverkehr auch zeitsynchronisierte, deterministische Kommunikation abläuft. Damit wird echtes IIoT bzw. Industrie 4.0 basierend auf allgemeingültigen Ethernet-Protokollstandards möglich. (Ib) ■

dig und teuer werden solche physischen Barrieren, wenn sich der RFID-Lese-IC und der Touchscreen-Controller auf unterschiedlichen Leiterplatten befinden.

Genau an dieser Stelle setzt Microchip mit seiner neuen Serie von Touchscreen-Controllern der Serie MXT2952TD 2.0 an. Durch die Integration zusätzlicher Sicherheitsfunktionen wie einer Verschlüsselung der Berührungsdaten und der kryptografischen Authentifizierung von Software-Updates ausgestattet, sollen diese maXTouch-Controller nun das komplette Feld abdecken können. Damit erleichtern sie Entwicklern von EV-Ladegeräten und anderen Terminals die Absicherung ihrer Zahlungsarchitekturen gemäß der PCI-Richtlinien, reduzieren die Komplexität der Gesamtsysteme und ermöglichen es zugleich, die Kosten für ein zusätzliches Touchscreen-Zahlungsmodul und dessen Implementierung einzusparen.

Entsprechend den typischen Einsatzorten eignen sich die Controller für den Außenbereich und dessen besondere Herausforderungen durch Einflüsse wie raue Witterungsbedingungen, Feuchtigkeit und Vandalismus. Durch die Bestückung mit 6 mm dickem Glas nach IK10-Standard, Antireflexions-, Blendschutz- und Anti-Fingerprint-Beschichtungen sowie IR- und UV-Filtern können auf dem MXT2952TD 2.0 basierende Touchscreens laut Microchip auch unter solchen Bedingungen

zuverlässig betrieben werden. Eine vom Hersteller entwickelte differenzielle Berührungserkennung soll dabei eine hohe Störfestigkeit für optimale Berührungserkennung bieten, die selbst die Benutzung mit dicken Handschuhen erlaubt.

Modelle für 20 und 15,6 Zoll

Der für 20-Zoll-Displays konzipierte 2952TD 2.0 und sein Schwesterpart, der MXT1664TD für 15,6-Zoll-Bildschirme, sind ab sofort über den Hersteller und seine Distributoren erhältlich. Microchip stellt Standard-Entwicklungstools wie die integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) maXTouch Studio und den maXTouch Analyzer, ein End-of-Line-Test-/Inspektionstool für die Fertigung, bereit. Darüber hinaus können Kunden für die Entwicklung individueller Touchsensor- und Touchscreen-Display-Designs auf die werkseitig geschulten Touch-Sensormodul-Partner des Herstellers zurückgreifen. »Zusammen mit der robusten HMI-Touchscreen-Technik für den Außenbereich, für die maXTouch bekannt ist, bietet die Ergänzung unseres Angebots um die Serie 2952TD unseren Kunden nun sichere Designs und optimale Touch-Performance, wie sie für Außenanwendungen erforderlich ist«, fasst Patrick Johnson, Senior Corporate Vice President der Human Machine Interface Division bei Microchip, zusammen. (Ib) ■

EOL IST NICHT DAS ENDE DER WELT.



Als autorisierter Distributor bietet Rochester Electronics das weltweit umfangreichste Angebot an EOL-Halbleitern (End-of-Life), um die Medizin-, Verteidigungs- und Infrastrukturbranche weltweit in Bewegung zu halten.

**Die weltweit größte,
kontinuierliche
Halbleiterquelle**



**Rochester
Electronics®**
www.rocelec.de

Autorisierte Distribution
Lizenzierte Fertigung
Fertigungsdienstleistung

+49.89.588041.000
dachsales@rocelec.com