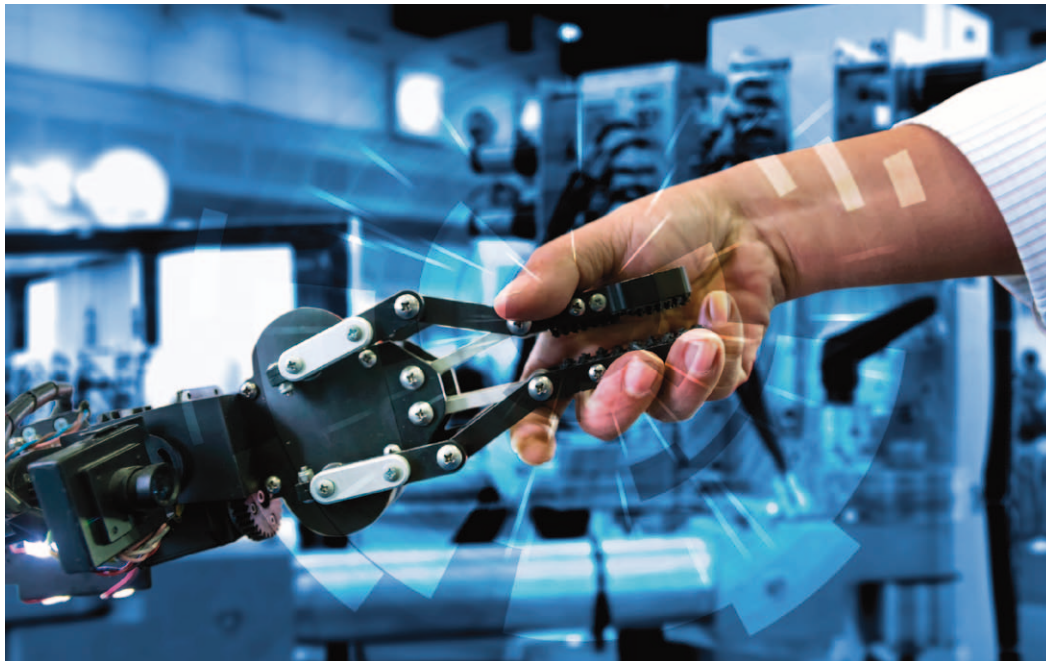


Quarze und Oszillatoren für Industrial Ethernet

# Taktgeber für industrielle Echtzeitsysteme

Die Automatisierungstechnik basiert zunehmend auf Industrial Ethernet – und das aus gutem Grund: Die Technik vereint Echtzeitfähigkeit mit der Robustheit und Sicherheit der Feldbusse. Damit sie auch die harten Echtzeitanforderungen der Steuer- und Feldebene erfüllt, sind Quarze und Oszillatoren mit hoher Signalgenauigkeit und Zuverlässigkeit gefragt.



Die klassischen Feldbusse kommen noch in 48% der derzeit neurealisierten industriellen Netzwerke zum Einsatz, auf Industrial Ethernet entfallen 46%, so die Einschätzung von HMS Industrial Networks (Stand März 2017). Doch diese Verteilung wird sich bald drastisch ändern. Denn für die Feldbusse geht HMS von einem jährlichen Wachstum von 4%, für Industrial Ethernet sind es ganze 22%. So ist der Marktanteil von Industrial Ethernet bereits deutlich von 38% (2016) auf 46% (2017) gestiegen. Andere Analysten ermitteln zwar etwas abweichende Zahlen, alle zeigen jedoch den Trend zum Industrial Ethernet.



*Autor:*  
Jochen Neller  
Technischer Support Inductors  
& Timing Devices  
Rutronik Elektronische  
Bauelemente GmbH  
www.rutronik.de

Durch ihre Fähigkeit, Echtzeitleistung mit der Belastbarkeit und Sicherheit von Feldbus-Lösungen zu vereinen, entspricht die Technik den aktuellen Bedürfnissen der Industrieautomatisierung. Zudem ermöglicht Industrial Ethernet eine durchgängige Kommunikation vom Aktor oder Sensor auf der Feldebene bis zu den Systemen der Leit- und Unternehmensebene, da die EDV-Systeme der

Unternehmen bereits auf Ethernet basieren.

Aktuell stehen viele, jedoch untereinander inkompatible Anwendungsprotokolle zur Verfügung, z.B. Ethernet/IP, EtherCAT, SERCOS, Profinet oder Powerlink. Die größten Marktanteile haben laut HMS derzeit EtherNet/IP, Profinet und EtherCAT. Viele Maschinen- und Anlagenbauer nutzen sie zur Steigerung der Performance und um den Prozess für den Anwender benutzerfreundlicher zu gestalten – vor allem wenn es auf hohe Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit ankommt.

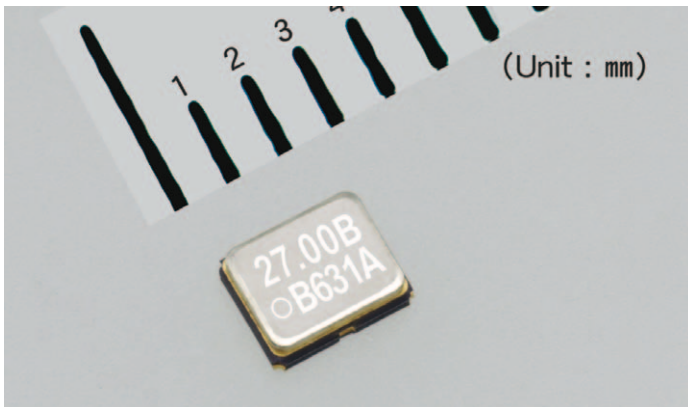
### Schnell und flexibel: EtherCAT

Die bei weitem schnellste Technologie ist EtherCAT, zudem bietet sie eine außerordentliche Synchronisationsgenauigkeit im Nanosekunden-Bereich. Mit ihren kurzen Reaktionszeiten beschleunigt sie alle Applikationen mit Weiterschaltbedingungen. Da EtherCAT die CPU bei gleicher Zykluszeit um rund ein Drittel weniger beansprucht als andere Bussysteme, bildet

sie die Basis für höhere Performance und Genauigkeit bei niedrigeren Kosten – und damit Steuerungs- und Regelungskonzepte, die mit herkömmlichen Feldbussystemen nicht realisierbar sind. Hierfür wird das Protokoll komplett in Hardware bearbeitet, unabhängig von Laufzeiten der Software-Implementierung.

Der Datenaustausch folgt dem Master-Slave-Modell. Hinsichtlich der Topologie bietet EtherCAT absolute Flexibilität: Es unterstützt die Linien-, Baum- und Sterntopologie sowie jede Kombination daraus. Die Knotenzahl ist nahezu unbegrenzt. Damit macht EtherCAT die von den Feldbussen her bekannten Strukturen auch für Ethernet verfügbar. Das Protokoll eignet sich für den Einsatz in zeitkritischen Motion-Control-Anwendungen, beispielsweise in Verpackungsmaschinen, CNC-Maschinen, Robotik und Hydraulikregelungen.

Die Entwicklung und Verbreitung der ursprünglich von Beckhoff entwickelten Technologie treibt weltweit die EtherCAT Technology Group (ETG) voran. Die Gruppe hat das Con-



formance-Test-Tool entwickelt, mit dem die Interoperabilität und Protokollkonformität von EtherCAT-Geräten sichergestellt wird. Außerdem unterstützt sie ihre Mitglieder bei der Implementierung und bietet Schulungen an. Die ETG ist mit über 4400 Mitgliedern – darunter auch Rutronik – die größte Industrial-Ethernet-Nutzerorganisation weltweit.

## Harte und weiche Echtzeit

Während die Kommunikation der Systeme in der Leit- und Unternehmensebene nicht sehr zeitkritisch ist und lediglich weiche Echtzeitanforderung stellt, ist in der Steuer- und Feldebene zunehmend harte Echtzeit gefordert. Damit die unterschiedlichen Systemkomponenten einer vielschichtigen Anlage sauber zusammenarbeiten können, ist ein sicherer und schneller Datenaustausch gefordert. Hierfür müssen die Netzwerke außer einem schnellen Real-Time-Verhalten auch geringe Abweichungen und synchronisierte Abläufe in den Netzwerknoten sicherstellen. Die exakte Synchronisierung ist vor allem dann wichtig, wenn räumlich verteilte Prozesse gleichzeitige Aktionen erfordern, z.B. in Applikationen, in denen mehrere Servo-Antriebe gleichzeitig koordinierte Bewegungen ausführen. Verteilt abgeglichene Uhren, sogenannte Distributed Clocks, stellen hier eine hochgenaue, netzwerkweite Zeitbasis zur Verfügung.

Diese Forderungen und Funktionen gehen über den einfachen Ethernet-Standard hinaus. Sie

lassen sich in verschiedenen realisierbaren Hardwarelösungen implementieren, z.B. mit FPGAs, ASICs oder vollintegrierten Controllern. Für den Signaltakt sind Quarze, Oszillatoren oder Real Time Clocks mit hoher Signalqualität und Zuverlässigkeit erforderlich.

## Präzise und zuverlässige Quarze und Oszillatoren

Quarze und Oszillatoren, die sowohl weiche als auch harte Echtzeitanforderungen mit kurzen Zykluszeiten und niedrigem Jitter verbinden, bietet EPSON. Mit seinem breiten Portfolio hochwertiger frequenzbestimmender Bauelemente deckt der Hersteller jeden Bedarf der aktuellen Protokolle ab. Die Komponenten eignen sich für unterschiedliche Applikationen, z.B. Human Machine Interface (HMI), Programmable Logic Controller (PLC) oder Motion Controller (Servomotoren, FA-Kamera, Sensoren) und Frequenzinverter.

MEMS-Oszillatoren gelten zwar als mechanisch belastbarer, was gerade für raue industrielle Anwendungen von Vorteil ist. Doch bezüglich Präzision, Phasenrauschen und Temperaturstabilität haben quarzbasierende Oszillatoren immer noch die Nase vorn.

In die stark verbreiteten EtherCAT-ASICs ET1100/ET1200 von Beckhoff sind viele Algorithmen des Protokolls in Hardware integriert. Sie verfügen über Distributed-Clocks, die die hochpräzise Synchronisation

(<<1  $\mu$ s) der EtherCAT-Slaves ermöglichen.

Für Standardfrequenzen der Industrieprotokolle mit einer Anforderung von  $\pm 50$  ppm über  $-40$  °C bis  $+85$  °C empfiehlt sich die 2.5x2.0-Serie SG-210STF, mit gleicher Charakteristik auch in 7 x 5 mm (SG7050) und 5 x 3,2 mm (SG5032) verfügbar. Den erweiterten Temperaturbereich bis 105 °C oder 125 °C deckt die SG-210S\*B-Serie ab.

Für Nicht-Standardfrequenzen, kleine Stückzahlen und kurze Lieferzeiten empfehlen sich die programmierbaren Quarzoszillatoren der SG-8018- und SG-8101-Serie. Sie verwenden eine interne PLL-Schaltung, welche die entsprechenden Frequenzen erzeugt.

Die neue Serie SG-8101 hat einen erweiterten Temperaturbereich bis zu 105 °C und kann auch unter rauen Umweltbedingungen zum Einsatz kommen. Außerdem zeichnet sie sich durch eine um ca. 66% engere Frequenztoleranz ( $\pm 50$  bis  $\pm 15$  ppm) und einen um 50% niedrigeren Stromverbrauch gegenüber vergleichbaren Produkten aus. Damit tragen die Quarzoszillatoren der SG-8101-Serie erheblich zu den Systemeigenschaften mit harter Echtzeit, niedrigem Stromverbrauch und schnelleren Entwicklungszyklen bei. Sie eignen sich auch für kleinere Produktionsmengen, es gibt sie in mehreren Baugrößen von 7 x 5 bis 2,5 x 2 mm, wobei bei Epson-Oszillatoren immer gilt: je kleiner, desto günstiger.

Die neue Serie SG-8018 ist die günstigste PLL-Serie von Epson, die per Standard bereits mit  $\pm 50$  ppm über  $-40$  bis  $+105$  °C spezifiziert ist und zukünftige Anforderungen bezüglich Betriebstemperatur bereits erfüllt. Auch hier sind alle Bauformen von 7 x 5 bis 2,5 x 2 mm verfügbar.

## Echtzeituhren für höchste Genauigkeit

Ist eine noch höhere Präzision erforderlich, sind Echtzeituhren (Real Time Clocks, RTC) das Mittel der Wahl. Diese separaten



Module bieten ein einfacheres Design dank integriertem Quarz, eine hohe Zuverlässigkeit und niedrige Stromaufnahme und können z.B. als Backup-Funktion eingesetzt werden. Für höchste Genauigkeit, die bei vernetzten Systemen zunehmend wichtiger wird, hat die RX8900CE Serie von Epson eine integrierte Temperaturkompensation. Damit kann sie etwa die zeitliche Zuordnung verschiedener Ereignisse in Relation zueinander setzen. Die RTCs haben eine Ganggenauigkeit von bis zu  $\pm 3,4 \times 10^{-6}$  bei Temperaturen von  $-40$  bis  $+85$  °C.

Sowohl bei den Oszillatoren als auch bei den Echtzeituhren führt der Hersteller die Abstimmung des Quarzes durch. Damit ist keine große Untersuchung des Designs notwendig, was die Time-to-Market deutlich verkürzt. Um den Quarz optimal an das Design anzupassen – und so Zeit und Geld zu sparen – bietet Epson außerdem einen Evaluation Service an. Rutronik unterstützt bei der Auswahl und vermittelt zwischen Hersteller und Kunden. ◀