



ETHERNET

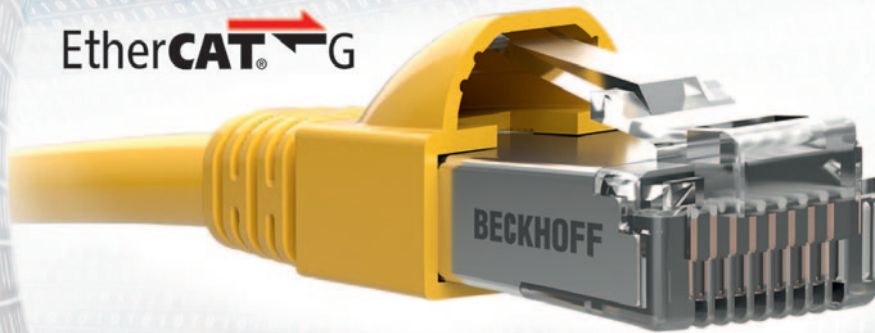


WIRELESS



SECURITY

EtherCAT® G

10 Gbit/s
1 Gbit/s
100 Mbit/s

Ethercat G: Telegrammverarbeitung im Durchlauf mit bis zu 10Gbit/s

I/O-Performance für Hochleistungsmaschinen

Seite 5

Titelbild: Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

BECKHOFF

DER WERT DES DATENMODELLS

KI-Einsatz in der Produktion

Seite 21

TRENDUMFRAGE: SINGLE PAIR ETHERNET

Ist weniger wirklich mehr?

Seite 30

MIDDLEWARE-LÖSUNG FÜR OPC UA

Integration von IT und OT

Seite 44

Ethercat G hebt die industrielle Kommunikation auf das nächste Performance-Level und bleibt dabei einfach zu handhaben sowie kompatibel zu Standard-Ethercat.

Ethercat G: Telegrammverarbeitung im Durchlauf mit bis zu 10GBit/s

I/O-Performance für Hochleistungsmaschinen

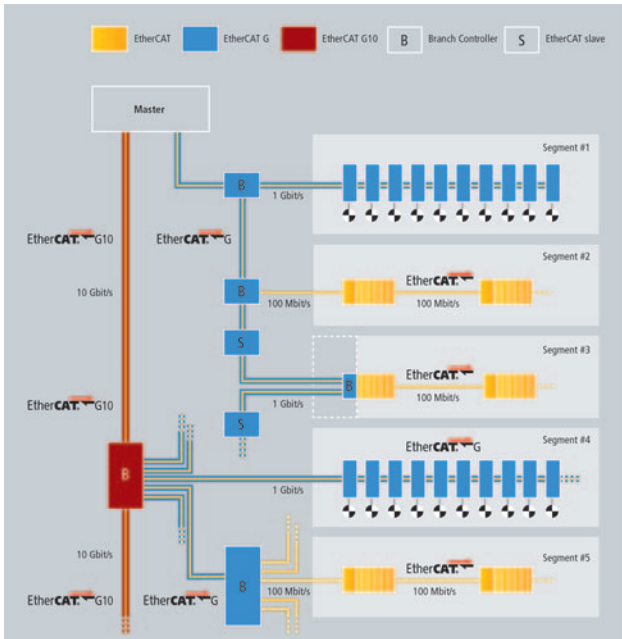
Mit Ethercat G erreicht der Kommunikationsstandard das nächste Performance-Level, indem er für besonders datenintensive Anwendungen auf Gigabit-Ethernet aufsetzen kann. Dabei ist die Kompatibilität zum 100MBit/s nutzenden Standard-Ethercat ebenso gewährleistet wie eine einfache Handhabung. In Verbindung mit dem Branch-Konzept für Ethercat G ist zudem ein effizienter Betrieb paralleler Netzsegmente möglich.

Ethercat G nutzt die 1GBit/s-Übertragungsrate des Standard-Ethernet, die als Technologiestudie vorgestellte Variante Ethercat G10 sogar die 10GBit/s-Übertragungsrate. Die erhebliche Steigerung gegenüber der bisher von Ethercat gewohnten 100MBit/s-Basis wirkt sich wesentlich auf den erreichbaren Datendurchsatz aus. Mithilfe des neu eingeführten Branch-Konzepts ermöglicht Ethercat G (1GBit/s) je nach Applikation einen Performance-Zuwachs um den Faktor 2 bis 7, bezogen auf die erreichbaren Kommunikationszeiten bei bis zu zehnfacher Bandbreite. Bei Ethercat G10 steht sogar eine bis zu hundertfache Bandbreite zur Verfügung.

Ethercat G als kompatible Standardergänzung

Mit Ethercat G lässt sich das bisherige Prinzip unverändert mit den heute technologisch verfügbaren hohen Ethernet-Daten-

übertragungsraten nutzen – unter Beibehaltung des Ethercat-Protokolls. So durchläuft das vom Ethercat-Master ausgesandte Telegramm nach wie vor alle Netzwerkteilnehmer. Jeder Ethercat-Slave liest die an ihn adressierten Ausgangsdaten on the fly und legt seine Eingangsdaten in den weitergeleiteten Frame, jetzt allerdings mit 1- bzw. 10GBit/s-Übertragungsrate. Der letzte Teilnehmer eines Segments (oder Abzweigs) erkennt einen unbenutzten Port und sendet das Telegramm zum Master zurück. Hierbei wird die Full-Duplex-Eigenschaft der Ethernet-Physik ausgenutzt. Auch alle weiteren Ethercat-Eigenschaften bleiben vollständig erhalten: Geräte mit drei oder vier Ports (Junctions) ermöglichen äußerst flexible und damit optimal auf die jeweilige Maschinenarchitektur anpassbare Topologien. Optionale Maschinenmodule können per Hot Connect je nach Bedarf an- oder abgesteckt werden. Eine netzwerkweite umfassende Diagnosefunktionalität hilft effizient, die Stillstandzeiten der Maschine



Mit dem Branch-Konzept lassen sich Ethercat-, Ethercat-G- und Ethercat-G10-Segmente auch gemischt betreiben, was eine hoch-effiziente Kommunikation innerhalb des Gesamtsystems ergibt.

oder Anlage zu reduzieren und somit deren Verfügbarkeit zu erhöhen. Das integrierte Konzept der verteilten Uhren (Distributed Clocks) steht ebenfalls weiterhin zur Verfügung und ermöglicht Synchronisierungsgenauigkeiten unterhalb von 100ns zwischen den Teilnehmern. Selbstverständlich ist die Konformität zum Ethernet-Standard IEEE802.3 gewährleistet.

Einfacher Einstieg in Ethercat-G-Nutzung

Die Ethercat-Kommunikation kennzeichnet neben der hohen Performance auch eine einfache Handhabbarkeit. Dies gilt ebenso für Ethercat G. Nicht nur das Protokoll, sondern auch die zugrundeliegenden Mechanismen und die Konfiguration bleiben gleich. Lediglich die für den physikalischen Zugriff auf die Kommunikationsleitung notwendigen Bausteine sind durch entsprechende GBit/s-Varianten ersetzt worden. Der Master benötigt also keine neue Software, sondern nur einen – heute meist ohnehin vorhandenen – GBit/s-Port. Die bisher gewohnten Leitungen lassen sich ebenfalls weiterverwenden: Cat.5e-Kabel für Ethercat G bzw. Cat.6-Kabel für Ethercat G10. Ethercat-G-Slaves können somit ohne weiteres an einem vorhandenen Ethercat-Master betrieben werden, insofern dieser über den besagten GBit/s-Port verfügt. Allerdings sind einige spezielle Protokollerweiterungen für Ethercat G in der Vorbereitung, die eine noch performantere Nutzung erlauben werden. Die hierzu notwendigen Erweiterungen auf der Master-Seite werden aber nicht zwingend für den Betrieb des Netzwerks erforderlich sein.

Branch-Konzept für gemischten Betrieb

Ethercat und Ethercat G können in einem Netzwerk betrieben werden, das heißt Ethercat-G-Slaves funktionieren ebenso im 100MBit/s-Ethercat-Netzwerk wie umgekehrt. In einem solchen gemischten Netzwerk schalten allerdings alle Ethercat-G-Geräte in den 100MBit/s-Modus. Um das zu verhindern, ermöglicht das

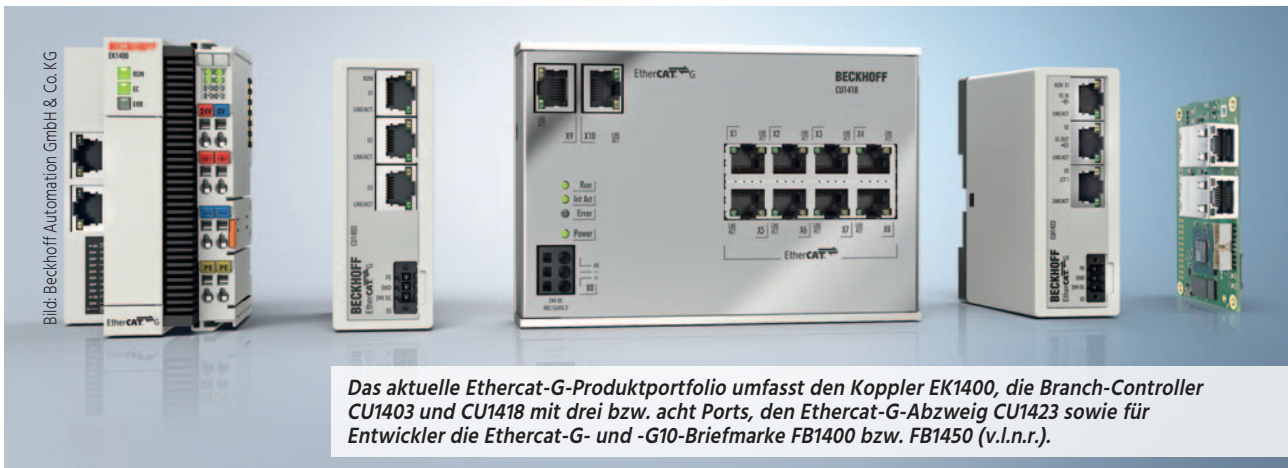
neue Branch-Konzept Ethercat-Abzweige, mit denen sich durch entsprechende Geschwindigkeitsumsetzungen ein paralleler Betrieb von 100MBit/s-Segmenten in einem 1- oder 10Gbit/s-Netzwerk realisieren lässt. So kann z.B. mit dem neuen Koppler EK1400 ein Branch (Abzweig) von einem Ethercat-G-Segment auf einem 100MBit/s-Netzwerk realisiert und damit das gesamte Spektrum an Standard-Ethercat-Klemmen in das Ethercat-G-Netzwerk eingebunden werden. Die 1Gbit/s-Geschwindigkeit des Ethercat-G-Kommunikationsstrangs bleibt dabei erhalten. Das Branch-Konzept bietet darüber hinaus noch einen weiteren wichtigen Effizienzvorteil: stark reduzierte Durchlaufverzögerungszeiten. Hierfür sind die Multi-Port-Branch-Controller CU14xx konzipiert, über die sich mehrere Ethercat- und Ethercat-G-Segmente anbinden lassen. Die einzelnen Abzweige werden mit einem eigenen Telegramm vom Master adressiert und können dadurch zeitlich parallel verarbeitet werden. Das ermöglicht deutlich reduzierte Signallaufzeiten und damit auch verkürzte Kommunikations- und Zykluszeiten. Denn das Telegramm eines Segments läuft direkt vom Branch-Controller zum Master zurück und nicht noch durch alle anderen angeschlossenen Segmente. Der parallele Betrieb von Netzsegmenten ergibt in den meisten Anwendungen einen deutlich höheren Performance-Zuwachs als die reine Erhöhung der Übertragungsbandbreite.

Offenlegung und Verfügbarkeit

In den kommenden Monaten wird die Ethercat-G-Briefmarke FB1400 für das Ethercat-Evaluation-Board EL9820 verfügbar sein. Sie wird ein FPGA mit einer festen Konfiguration als Ethercat-G-Slave-Controller (ESC) haben. Bei Bedarf kann der Kunde dann später mit dem geplanten IP-Core für Ethercat G auch eigene ESC-Konfigurationen erstellen und nutzen. Dies gibt den Ethercat-Anwendern sowie den Master- und Slave-Herstellern die Möglichkeit, die neue Technologie zu evaluieren. Für die zweite Jahreshälfte ist die Verfügbarkeit des Ethercat-G-Buskopplers EK1400 geplant. Er besitzt Branch-Controller-Funktionalität und ermöglicht die direkte Anschaltung von Beckhoff-Ethercat-Klemmen sowie aller anderen Ethercat-Produkte in Ethercat-G-Netzen. Weitere Produkte, z.B. Drei- und Achtfach-Branch-Controller (CU1403, CU1418), Ethercat-G-Abzweig (CU1423), Ethercat-G10-Branch-Controller (CU1468) und Ethercat-G10-Briefmarke (FB1450), werden folgen. Eine Offenlegung und Einbringung von Ethercat G/G10 in die Ethercat Technology Group (ETG) ist im Herbst geplant. Wie schon bei Ethercat sollen alle Mitglieder auch die Erweiterung nutzen und davon profitieren können.

Ethercat mit durchgängigen Eigenschaften

- Echtzeit-Ethernet bis zur I/O-Ebene
- flexible Topologie
- hervorragende Diagnose
- Synchronisierungsgenauigkeit besser 100ns
- einfache Parametrierung bzw. Konfiguration
- geringe Systemkosten
- sehr hohe Performance
- Functional Safety integrierbar
- IEEE802.3-konform



Anwendungsbereiche und Performancebeispiel

Für die meisten heutigen Applikationen reicht die hohe Performance von Standard-Ethercat vollkommen aus. Die Ethercat-G-Kommunikation wurde dementsprechend entwickelt mit Blick auf extrem große Applikationen mit vielen Teilnehmern sowie die vermehrte Einbindung besonders datenintensiver Geräte wie z.B. Vision-Kameras, komplexe Motion-Systeme oder Messtechnik-Komponenten mit hohen Sample-Raten. So benötigen Machine Vision, Condition Monitoring oder auch die innovativen Transportsysteme XTS und XPlanar für jeden Teilnehmer mehrere hundert Byte Prozessdaten je Zyklus. In Verbindung mit kurzen Zykluszeiten von unter einer Millisekunde sind hier die mit Ethercat G gegebenen hohen Übertragungsbandbreiten gefordert. Die erste konkrete Ethercat-G-Applikation ist das auf der SPS IPC Drives 2018 erstmals gezeigte Transportsystem XPlanar. Das Planarmotorsystem ermöglicht es, passive Mover schwebend in sechs Freiheitsgraden zu bewegen und hochgenau zu positionieren. Aufgrund der dafür notwendigen permanenten Positionserfassung fallen extrem große, innerhalb weniger Mikrosekunden zu übertragende Datenmengen an. Das wäre ohne Ethercat G kaum zu realisieren gewesen. Welchen Performance-Zuwachs bzw. welche Zeitersparnis sich bei der Datenübertragung mit Ethercat G und dem Branch-Konzept erreichen lässt, verdeutlichen folgende zwei Rechenbeispiele:

Verkürzung der Kommunikationszeiten: 128 Servoachsen in 34µs

- Als Ausgangsapplikation wurde ein großes Maschinennetz mit 128 Servoachsen gewählt.
- Bei einer Standard-Datenbreite von 8Byte In und Out pro Teilnehmer ergeben sich in diesem Fall insgesamt 1.024Byte In bzw. Out pro Zyklus. Bei einer klassischen Ethercat-Kommunikation durch alle Teilnehmer sowie unter Berücksichtigung von Hardware-Durchlaufverzögerung und Telegrammlänge ergibt sich eine reine Kommunikationszeit von 237µs.
- Werden die Standard-Ethercat-Geräte nun durch Ethercat-G-Geräte ersetzt, lässt sich die Kommunikationszeit allein aufgrund der durch die höhere Übertragungsrate verkürzten Frame-Länge auf 150µs reduzieren.

- Nutzt man zusätzlich das Branch-Konzept und teilt das gesamte Netzwerk in acht Ethercat-G-Segmente mit jeweils 16 Servoantrieben auf, ist sogar eine Kommunikationszeit von nur noch 34µs erreichbar – also eine Reduzierung um den Faktor 7.

Nutzung des Bandbreitenvorteils: 200 Analogeingänge mit 100kSamples/s

- Hier wurde eine existierende Applikation aus der Messtechnik, dem Condition Monitoring gewählt, bei der ein 10km langes Transportband überwacht wird.
- Die Applikation besteht aus 200 Analogkanälen ($\pm 10V$) mit 100.000Samples/s (10µs Messintervall) pro Kanal, die mit einer Zykluszeit von 1ms abgetastet werden müssen.
- Die heutige Lösungsmöglichkeit besteht aus vier eigenständigen 100MBit/s-Ethercat-Netzen mit jeweils 26 zweikanaligen analogen Eingangsklemmen mit Oversampling (EL3702). In jedem Ethercat-Netz werden acht Telegramme mit je 1313Byte benötigt, woraus sich eine erforderliche Bandbreite von 322MBit/s ergibt. Somit werden die vier Netze jeweils mit 88 Prozent der verfügbaren Bandbreite belegt.
- Ersetzt man die vier Ethercat-Netze durch ein Ethercat-G-Netz und die Buskoppler EK1100 durch Ethercat-G-Buskoppler EK1400 (Branch-Controller), können weiterhin die Standard-Ethercat-Klemmen genutzt werden. Bei gleicher Zykluszeit (1ms) ergibt sich jetzt jedoch eine Bandbreitennutzung von 350MBit/s in nur einem Ethercat-G-Netzwerk. Die noch verfügbare Bandbreite von 650MBit/s ermöglicht eine Erweiterung der Kanäle und noch höhere analoge Sampleraten.
- Weitere Kostenvorteile sind die deutlich reduzierte Verkabelung (ein Netz anstelle von vier Netzen) und die Reduzierung der benötigten Ports im Master von vier auf einen.

Autor: Dr. Guido Beckmann, Senior Management Control System Architecture & International Key Account, Beckhoff Automation
www.beckhoff.de/ethercatg

Autor: Thomas Rettig, Senior Management Control System and Communication Architecture, Beckhoff Automation
www.beckhoff.de/ethercatg

Direkt zur Marktübersicht i-need.de

www.i-need.de/?f1175