

netANALYZER

Real-Time-Ethernet: Wissen, was wo passiert - Exakte Messwerte für die Analyse

Autor: Alexander Ockert, Hilscher GmbH, Rheinstraße 15, 65795 Hattersheim, Deutschland

Der Generationswechsel bei den Feldbussen hin zu Ethernet ist nicht aufzuhalten. Ethernet hat sich als Standard-Netzwerk bereits in vielen Bereichen der Fertigungs- und Prozessautomation etabliert. Aus der IT-Welt kommend ergeben sich für den industriellen Einsatz spezielle Anforderungen wie z.B. eine hohe Verfügbarkeit, Sicherheit der Datenübertragung, Redundanz und natürlich die Echtzeitfähigkeit, die z.B. in den Bereichen Antriebstechnik und Messtechnik besonders wichtig ist. Der Verlust der Echtzeitfähigkeit durch das nicht-deterministische Ethernet wird durch unterschiedliche Konzepte und Standards, wie z.B. PROFINET, EtherCAT, SercosIII usw. ausgeglichen.

Bei Echtzeit-Applikationen ist es sowohl für die Entwickler von Ethernet-Komponenten als auch für die Betreiber von Anlagen wichtig, genau zu wissen, was im Netz und den einzelnen Automatisierungs-Komponenten vorgeht. Die Hilscher GmbH, einer der führenden Anbieter von industriellen Kommunikationsprodukten, hat für solche Messungen den netANALYZER (Bild 1) als intelligente PCI-Karte entwickelt. Damit kann der Anwender die gesamte Kommunikationsstrecke in industriellen Netzwerken überwachen, falsche oder fehlende Daten frühzeitig erkennen, lokalisieren und Konfigurationsfehler analysieren. Damit werden teure Anlagenstillstände vermieden.

Timing ist wichtig

Die Echtzeitfähigkeit wird hängt im Wesentlichen von den Anforderungen der Anwendung ab. PROFINET teilt hier die Anforderungen in verschiedene Klassen ein. In hochsynchronen Motion-Control-Applikationen ist z.B. eine Synchronität von 1µs unerlässlich. Wird diese Anforderung über mehrere Zyklen nicht erfüllt es kann zum Stillstand der Anlage kommen. Bei der Entwicklung von Komponenten und der Anlagenüberwachung ist es daher wichtig auch das Timing der Ethernet-Frames genau zu analysieren. Es genügt nicht, nur die Frames mit ihrer Information aufzuzeichnen, man muss auch genau wissen, zu welchem Zeitpunkt ein Frame abgeschickt bzw. angekommen ist.

Für diese Art der Überwachung und Analyse von Industrial Ethernet-Netzen gibt es bereits Analysetools, die allerdings für die Analyse von herkömmlichen Ethernet-Netzen entwickelt wurden. Für entsprechende Messungen stehen beispielsweise lizenzfreie Analyseprogramme aus dem Internet zur Verfügung. Diese verwenden die Ethernet-Ports

des PCs als Analyse-Hardware und nutzen so genannte TAPs, um sich in die Ethernet-Leitungen einzuschleifen. Aussagefähige Delay-Messungen im Full Duplex-Betrieb benötigen allerdings vier Aufzeichnungskanäle, die beim PC in der Regel nicht vorhanden sind. Außerdem ergeben Zeitmessungen mit PC-Genauigkeit bestenfalls Ergebnisse im Mikrosekundenbereich. Aussagefähige Werte müssten etwa um den Faktor 1000 genauer sein. Die Netzwerkkarte des PC bietet nicht die Möglichkeit, den Zeitstempel beim Eingehen des Frames zu setzen. Der Frame wird empfangen und der Empfangszeitpunkt vom Windowstreiber protokolliert. Dieser Zeitstempel entspricht aber nicht dem Zeitpunkt wann der Ethernet Frame sich auf der Leitung befunden hatte.

Eine andere Möglichkeit sind relativ große Analysegeräte, die in der Office-Welt zur Netzwerkanalyse und -überwachung eingesetzt werden. Diese erfüllen zwar die Bedingungen, die bei Messungen gefordert werden, sind aber auf Grund ihres hohen Funktionsumfangs, der so für Industrial Ethernet nicht gebraucht wird, zu teuer.

Zeitstempel, Frame-Längen und Fehlercodes erfassen

Der netANALYZER von Hilscher arbeitet als passive Komponente in Real-Time-Ethernet-Systemen, um den Datenverkehr aufzuzeichnen und zu analysieren. Er verfügt über zwei interne TAPs, die zwei Ethernetverbindungen bidirektional aufzeichnen. Dabei erhält jeder Ethernetframe einen Zeitstempel mit einer Auflösung von 10 ns. Die Zeitstempelung erfolgt direkt auf der Karte, sobald der Frame über die Leitung im Chip ankommt. Hieraus lassen sich dann Verzögerung und Jitter ermitteln. Durch die integrierten TAPs wird die Kommunikationsstrecke durch das Einbinden des netANALYZERs hinsichtlich Delay nicht beeinflusst. Der netANALYZER fungiert als passiver „Mithörer“ der Ethernet-Leitung. Da der netANALYZER mit vier Ethernet-Ports ausgestattet ist, kann sich der Anwender über Patchkabel gleichzeitig an zwei Stellen der Kommunikationsstrecke (nach dem nächsten Gerät oder auch weiter entfernt) einklinken. Je nach Aufgabenstellung kann so die gesamte Kommunikationsstrecke analysiert werden. Eine weitere Besonderheit sind die vier digitalen Eingänge beim netANALYZER. An diesen digitalen Eingängen erzeugen die Eingangssignale bei einer Schaltflanke einen speziellen Ethernetframe im netANALYZER. Dieser Frame ist nicht auf der Leitung, sondern wird nur für die Analyse erzeugt. Damit können zusätzlich digitale Ereignisse an einem Gerät mit Zeitstempel aufgezeichnet und auch in herkömmlichen Netzwerkanalyseprogrammen angezeigt werden. So kann z.B. die Zeit gemessen werden, die ein Gerät benötigt, um seine Ausgangsdaten zu aktualisieren, also die Zeit vom Eingang des Ethernet-Frames bis zum Schalten des Ausgangs des Geräts. Außerdem kann mittels der digitalen Eingänge die Datenaufzeichnung automatisch gestartet bzw. gestoppt werden.

Ausgerüstet ist der netANALYZER mit dem netX 500 von Hilscher, einem hoch integrierten Netzwerk-Controller mit einer neuen, auf Kommunikation und maximalen Datendurchsatz optimierten Systemarchitektur. Dieser Netzwerk-Controller ist ausgelegt für umfangreiche Applikationen mit mehreren Kommunikations-Kanälen. Er verfügt über spezielle Kommunikations-ALUs die unabhängig vom zentralen ARM-Prozessor die Kommunikationsdaten verarbeiten können. Diese Eigenschaften werden beim netANALYZER eingesetzt.

Eine Ethernet-Frame-Aufzeichnung (Bild 2) läuft in drei Schritten ab. Zuerst werden die Datenpakete erfasst. Die Ethernet-Frames werden an der physikalischen Schnittstelle entgegengenommen und zusammen mit den Statusinformationen Zeitstempel, Länge und Fehlercodes der Frames an den netX-Arbeitsspeicher weitergereicht. Die netANALYZER-Firmware erweitert die Datenpakete um einen Protokoll-Header und führt sie in den externen SDRAM. Das Starten und Stoppen der Aufzeichnung bzw. das Ermitteln des Jitters und des Delays werden durch ein Programm auf dem PC des netANALYZER gesteuert. Anschließend erfolgt der Transfer des Informationsinhalts. Der netANALYZER-Treiber initiiert den Frame-Transfer von externen SDRAM über die PCI-Schnittstelle in den Arbeitsspeicher des PCs und legt die Frame-Daten als Binär-Datei auf der Festplatte des PCs ab. Dort werden anschließend die Binär-Dateien in das offene WinPcap-Format überführt und in einen vom Bediener definierten Zielpfad-Ordner abgelegt. Ein Analyseprogramm wie z.B. das lizenzfreie Wireshark greift dort auf die Daten zu und zeigt sie am Bildschirm an. Für EtherCAT, Ethernet/IP, Powerlink, PROFINET und SERCOS III stehen entsprechende Protokollfilter kostenlos im Internet zur Verfügung.

Unwichtiges herausfiltern

In Real-Time-Ethernet-Systemen fallen sehr hohe Datenmengen an. Bei Systemen die nicht auf dem Summenrahmenprinzip basieren, wie z.B. PROFINET und Ethernet Powerlink, sind pro Zyklus pro angesprochenes Slave-Gerät mindestens zwei Ethernet Frames im Netzwerk unterwegs. Bei der Analyse dieser Systeme laufen so innerhalb kürzester Zeit Gigabytes an Daten auf, auch wenn man sich nur für einen Bruchteil der Ethernet Frames (wie z.B. zur Synchronisation oder zum Prozessdatenaustausch) interessiert. Bei einer längeren Überwachung z.B. über mehrere Tage läge der notwendige Speicherplatz für die gesammelten Daten schnell im Terabyte-Bereich. Beim netANALYZER hat der Anwender die Möglichkeit bereits im Vorfeld der Analyse Filter in der Hardware zu definieren, um nur Frame-Inhalte oder -Typen, die ihn momentan interessieren, herauszufiltern. Dadurch wird die Datenmenge deutlich reduziert und das Ergebnis der Datenanalyse mit dem Analysetool einfacher und übersichtlicher.

Anwendungsbeispiele

Eingesetzt wird der netANALYZER fest integriert z.B. zur permanenten Überwachung oder mobil zur Fehlersuche an einer bestimmten Stelle in der Kommunikationsstrecke.

Anwendungsfall 1: Um die Kommunikation zwischen zwei Ethernet-Geräten aufzuzeichnen, wird der netANALYZER wie in Bild 3 dargestellt angeschlossen. Die beiden Ethernet-Kabel werden dabei entweder nur in TAP A oder nur in TAP B angeschlossen. Bei zyklisch ablaufenden Protokollen analysiert der netANALYZER so die Zykluszeit sowie den Jitter und die Anzahl der fehlerhaften Telegramme.

Anwendungsfall 2: Mit diesem Aufbau (Bild 4a+b) kann die Kommunikation zwischen zwei Geräten für zwei Kanäle aufgezeichnet werden. Zusätzlich zum Anwendungsfall 1 wird hier auch die Durchlaufzeit der Telegramme durch ein Gerät sowie die Veränderung der Daten im Ethernet-Frame durch das Gerät ermittelt (z.B. auch eine Verkürzung oder Verlängerung der Frame-Präambel). Wie bei Anwendungsfall 1 analysiert der netANALYZER auch die Zykluszeit sowie den Jitter und die Anzahl der fehlerhaften Telegramme. Dieser Aufbau kann auch mit mehreren Geräten zwischen den beiden analysierten Ethernet-Kanälen durchgeführt werden. Dann werden entsprechend die Durchlaufzeiten durch mehrere Geräte erfasst und ebenso die Veränderungen der Daten im Ethernet-Frame durch mehrere Geräte.

Anwendungsfall 3: Dieser Anwendungsfall (Bild 5) entspricht dem Anwendungsfall 2 (Kommunikation zwischen zwei Geräten für zwei Kanäle), jedoch werden zusätzlich zur Ethernet-Kommunikation noch ein bis vier digitale Eingangssignale mit in die Analyse aufgenommen. Bei einem Flankenwechsel am digitalen Eingang wird im netANALYZER ein Pseudo-Ethernet-Frame mit Zeitstempel erzeugt. Diese Eingangssignaleereignisse werden entsprechend aufgezeichnet. Dies ermöglicht die exakte Bestimmung von Protokollstack-Bearbeitungszeiten. Bei zyklisch ablaufenden Protokollen analysiert der netANALYZER weiterhin die Zykluszeit sowie den Jitter und die Anzahl der fehlerhaften Telegramme. Außerdem wird die Durchlaufzeit der Telegramme durch ein Gerät sowie die Veränderung der Daten im Ethernet-Frame durch das Gerät ermittelt.

Kontakt:

presse@hilscher.com

Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH

Rheinstraße 15, 65795 Hattersheim, Deutschland

Bildmaterial

Bild 1. netANALYZER für die Überwachung und Analyse im Real-Time-Ethernet

Bild 2. Ablauf einer Frame-Aufzeichnung

Bild 3. Anwendungsfall 1

Bild 4. Anwendungsfall 2: 4a ein Gerät, 4b mehrere Geräte

Bild 5. Anwendungsfall 3

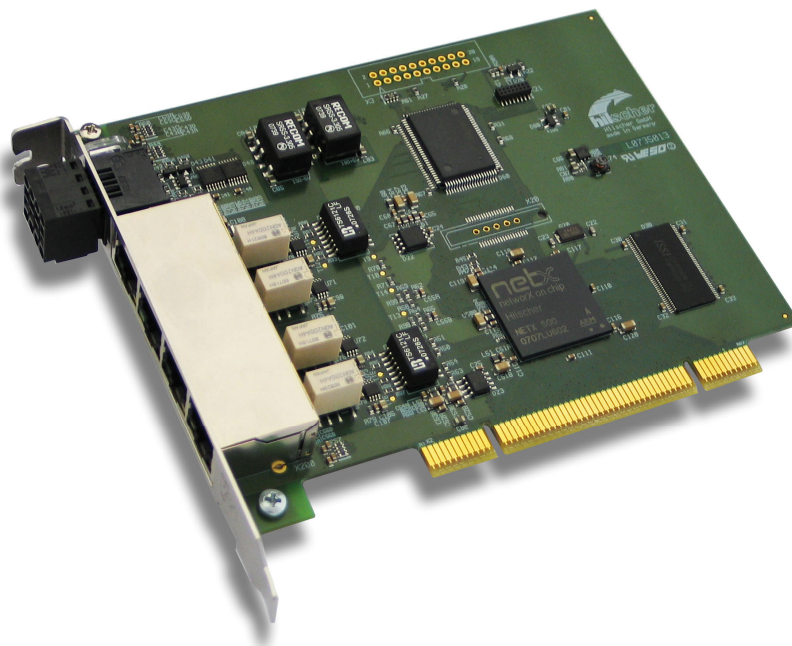


Bild 1.

Eingesetzt wird der netANALYZER fest integriert z.B. zur permanenten Überwachung oder mobil zur Fehlersuche an einer bestimmten Stelle in der Kommunikationsstrecke.

Anwendungsfall 1: Um die Kommunikation zwischen zwei Ethernet-Geräten aufzuzeichnen, wird der netANALYZER wie in Bild 3 dargestellt angeschlossen. Die beiden Ethernet-Kabel werden dabei entweder nur in TAP A oder nur in TAP B angeschlossen. Bei zyklisch ablaufenden Protokollen analysiert der netANALYZER so die Zykluszeit sowie den Jitter und die Anzahl der fehlerhaften Telegramme.

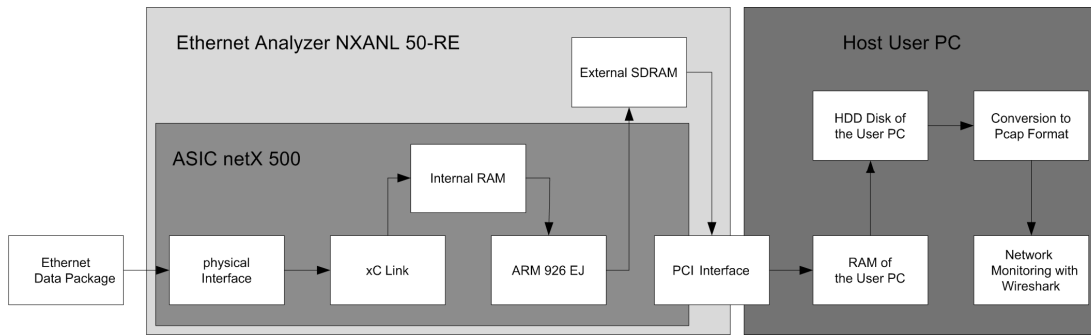


Bild 2.

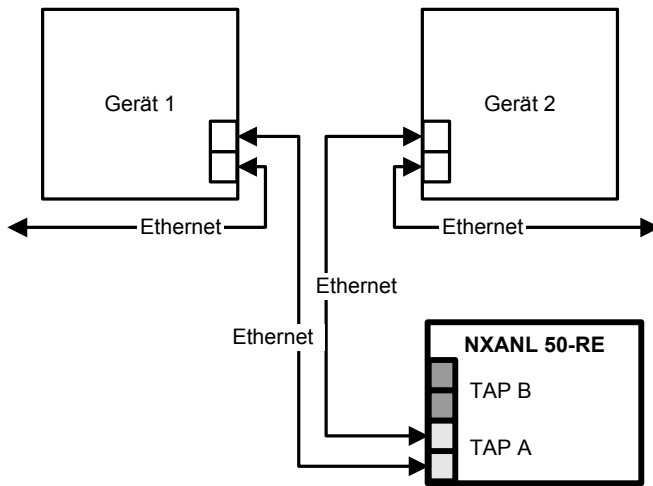


Bild 3.

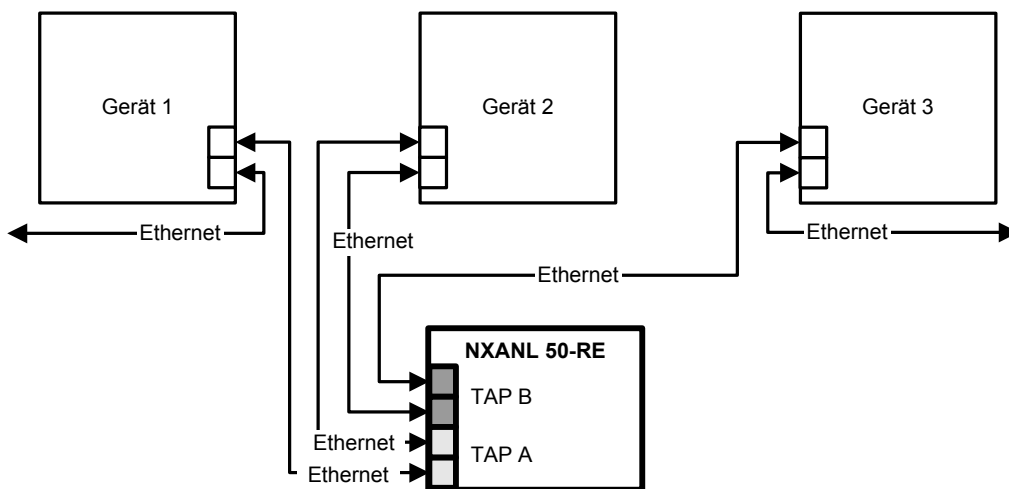


Bild 4a

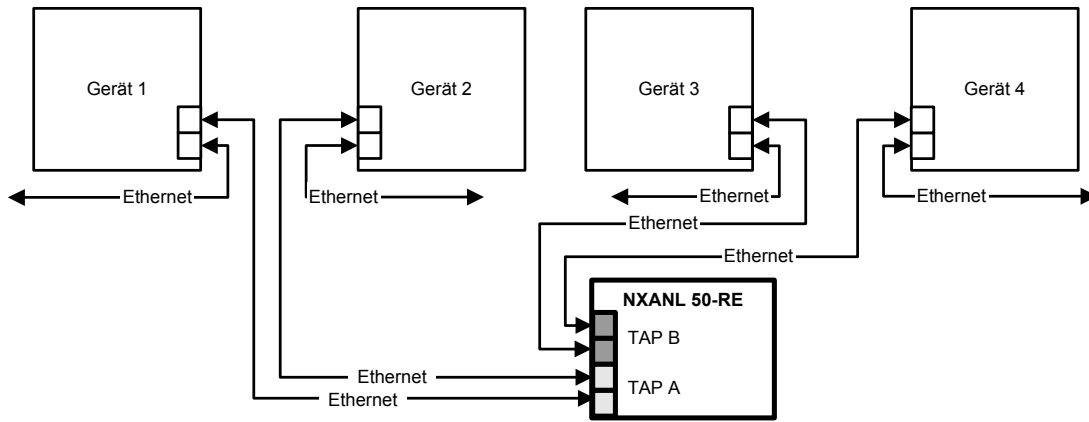


Bild 4b

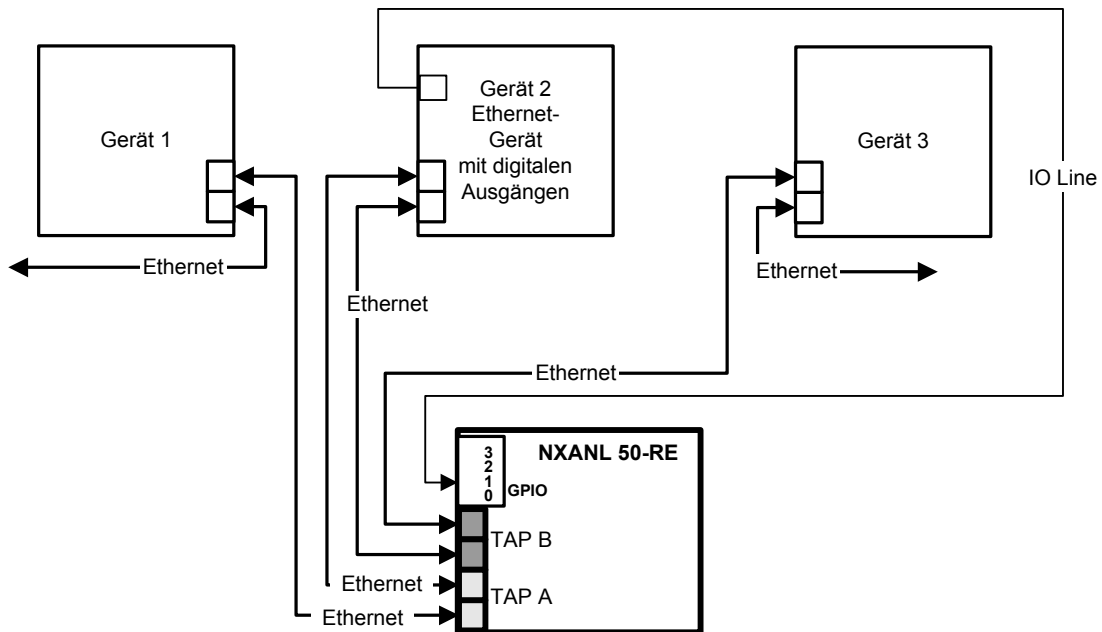


Bild 5