

“
CAN XL ist mehr als nur ein
neues Protokoll.
Es ist ein komplettes Ökosystem
mit Konformitätstestplänen
und einem optionalen Cyber-
security-Protokoll.
”

Holger Zeltwanger



CAN XL in eingebetteten Maschinensteuerungen

Next Generation of CAN

CAN ist als Kommunikationsstandard in der Industrie weit verbreitet. Die Automobilindustrie hat still und leise die 3. Generation des Protokolls entwickelt. Mit einer Byte-weise skalierbaren Datenfeldlänge von bis 2.048 Byte und einer skalierbaren Datenphasen-Bitrate von bis 20MBit/s ist CAN XL auch für die Maschinenautomation interessant.

Kurz ein Blick zurück: CAN ist seit Anfang der 90er Jahre in der Automatisierungsbranche vor allem für eingebettete Maschinensteuerungen eine wichtige Kommunikationsoption. Der Standard ist preisgünstig, zuverlässig und robust. Fehlende höhere Protokollschichten und Geräteprofile wurden Mitte der 1990er-Jahre durch CANopen und diverse CiA-Spezifikationen standardisiert. Am bekanntesten ist wahrscheinlich das Antriebsprofil CiA 402, das in der IEC61800-7 genormt ist. Noch heute verwenden viele Maschinenbauer CANopen als eingebettetes Steuerungsnetzwerk. Aber es gibt zwei Limitierungen: Eine ist die Übertragungsgeschwindigkeit von maximal 1MBit/s bei einer realistischen Netzwerklänge von 25m, die andere ist die maximale Nutzlast von 8 Byte pro Datenrahmen (Frame).

Zweite Generation: CAN FD

Das war auch in der Automobilindustrie eine nicht mehr hinnehmbare Begrenzung. Schon 2012 entwickelte man deshalb CAN FD. Diese 2. CAN-Generation verwendet zwei Bitraten: die Arbitrierungs-Bitrate (max. 1MBit/s) für das Aushandeln, wer senden darf, und die Datenphasen-Bitrate, wenn nur noch der Teilnehmer senden darf, der den Buszugriff exklusiv bekommen hat. Da das Bitcoding (NRZ: non return to zero) beibehalten wurde, kommt man auf 2MBit/s und abhängig von der gewählten Netzwerktopologie auf bis zu 5MBit/s unter Berücksichtigung eines erweiterten Temperaturbereichs. Die Nutzdatenlänge wurde auf 64 Byte erhöht. Aber CAN FD schloss nicht wirklich die Lücke zwischen den klassischen Feldbussystemen und Ethernet mit 100MBit/s. Da half auch die Entwicklung von

sogenannten CAN-SIC-Transceivern nicht, mit denen bis zu 8MBit/s in der Datenphase eines CAN-FD-Rahmens erreichbar sind. Diese Transceiver unterdrücken das Klingeln auf den Netzwerkleitungen, so dass zum Abtastzeitpunkt eines Bits der Spannungspegel eingeschwungen ist.

Heutzutage bieten fast alle Mikrocontroller einen oder sogar mehrere CAN-FD-Ports an. Das gilt auch für die industriellen Mikrocontroller. CAN-SIC-Transceiver sind ebenfalls von mehreren Chip-Herstellern, wie Infineon, NXP, Texas Instruments sowie ersten chinesischen Firmen, verfügbar. Erste CANopen-FD-Produkte sind schon im Einsatz – meistens in tief-eingebetteten Steuerungssystemen unsichtbar für den Maschinenbetreiber.

Dritte Generation: CAN XL

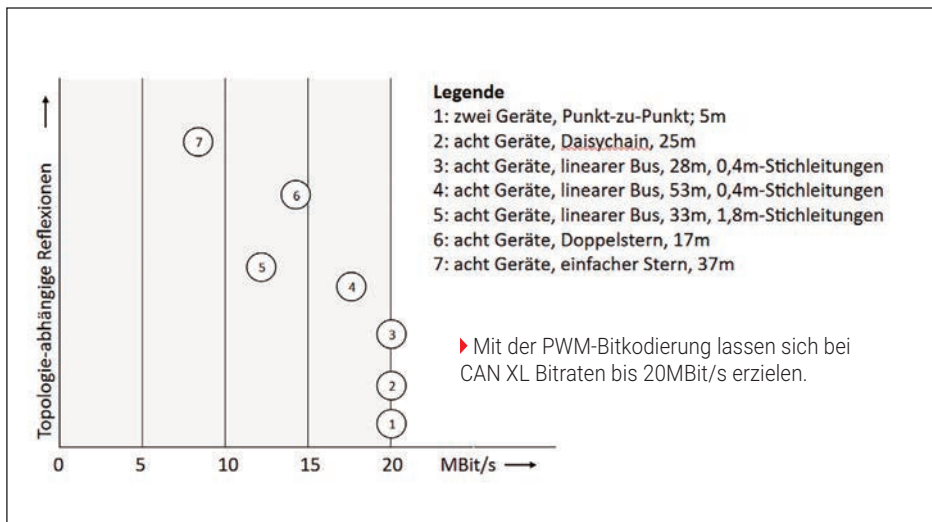
Wie gesagt, die Busbandbreite und die Nutzdatenlänge von CAN FD reichten der Automobilindustrie nicht. Insbesondere wenn funktionale Sicherheit und Cybersecurity gefordert sind. Deshalb wurde im Rahmen der internationalen Anwender- und Herstellervereinigung CAN in Automation (CiA) bereits 2018 mit der Entwicklung der 3. CAN-Generation begonnen. Inzwischen ist nicht nur die Protokollspezifikation abgeschlossen, sondern auch die Spezifikation der Transceiver, die optional die Bitkodierung PWM verwenden. Mit dieser PWM-Übertragung lassen sich Bitraten bis 20MBit/s erzielen. Das hängt natürlich unter anderem von der verwendeten Netzwerktopologie ab. Inzwischen ist das CAN-XL-Protokoll ebenso wie die CAN-SIC-XL-Transceiver international in ISO11898-1 und ISO11898-2 genormt. Die maximale Nutzdatenlänge reicht von 1 bis 2.048 Byte. Somit kann

man CAN XL auch als Übertragungsmedium für TCP/IP-Segmente bzw. -Pakete verwenden. Die CAN-XL-Übertragung ist sogar noch zuverlässiger geworden, als bei den zwei Generationen zuvor. Denn der Standard nutzt zwei kaskadierte CRC-Polynome und feste Stuffbits, so dass eine echte Hamming-Distanz von sechs erreicht wird. Es werden also fünf beliebig verteilte Bitfehler erkannt. Die Robustheit und die geringe Störanfälligkeit sind vergleichbar mit den Vorgängergenerationen.

Aber das sind noch nicht alle neuen Funktionen. Die höhere Bitrate erlaubt es, unterschiedliche Anwendungen auf einem Netzwerk simultan laufen zu lassen. Dabei dürfen die verwendeten höheren Protokolle heterogen sein. Man kann also eine CANopen-Anwendung und eine proprietäre CAN-Lösung quasi-parallel betreiben. Das ist vor allem in Maschinen von Interesse, die schon bisher mehrere Netzwerke verwenden. Sie benötigen jetzt nur noch einen Kabelstrang, was Gewicht spart und für mobile Maschinen von großer Bedeutung ist. Weniger Leitungen sind selbstverständlich auch kostengünstiger. Auf CAN-XL-Netzwerken kann man auch CAN-FD- und CAN-Rahmen versenden.

Unterstützt wird dieses simultane Betreiben von mehreren Anwendungen durch zwei neue Protokollfelder:

- Das 8Bit-SDT-Feld (service data type) wird vom Sender genutzt, um den Empfängern mitzuteilen, welches höhere Protokoll verwendet wird (zum Beispiel CANopen).
- Mit dem 8Bit-VCID-Feld (virtual CAN network identifier) kann der Sender bis zu 255 Instanzen (sprich: Anwendungen mit gleichen höheren Protokollen) adressieren.



Spezifiziert ist auch eine Multi-PDU-Kommunikation (protocol data unit), bei der in einem Teilnehmer (zum Beispiel ein modulares I/O-Gerät) für mehrere Anwendungen Daten zur Verfügung gestellt werden. Diese können in einem CAN-XL-Rahmen übertragen werden. Das ermöglicht eine höhere Protokolleffizienz und garantiert eine zeitsynchrone Übertragung von verschiedenen PDUs. In CANopen wird diese zeitliche Synchronisierung von PDOs (process data object) mit zusätzlichen Nachrichten (zum Beispiel SYNC) erreicht.

Komplettes Ökosystem

CAN XL ist also mehr als nur ein neues Protokoll. Es ist ein komplettes Ökosystem mit Konformitätstestplänen und einem optionalen Cybersecurity-Protokoll, das allerdings noch in Entwicklung ist. Zum Ökosystem gehört außerdem eine Frame-Fragmentierung für den Fall, dass lange CAN-XL-Rahmen wegen harter Echtzeitanforderungen vermieden werden müssen. Auf den unteren Protokollschichten wird automatisch eine Fragmentierung langer CAN-XL-Frames vorgenommen. Die empfangenen Fragmente werden auf der Empfängerseite wieder zusammengefügt. Begleitend publiziert die Nutzerorganisation CiA auch Implementierungsempfehlungen, Anwendungshinweise und Richtlinien für den Systemintegrator. Entsprechende hersteller-unabhängige Schulungsangebote gibt es ebenfalls bei der Organisation.

Mit CAN XL steht dem Maschinenbauer eine Netzwerktechnik zur Verfügung, die einerseits weitgehend auf Infrastruktur-Hardware wie Hubs und Router verzichtet und andererseits trotzdem genügend Flexibilität bezüglich der Netzwerktopologie bietet. Die außergewöhnliche Skalierbarkeit bezüglich Nutzdatenlänge und Übertragungsgeschwindigkeit erlauben eine exakte Anpassung an die jeweilige Steuerungsanwendung.

Implementierung und Interoperabilität

Erste Prototypen-Implementierungen wurden bereits in drei sogenannten Plugfesten auf Interoperabilität geprüft. Neben FPGA-Implementierungen mit IP-Cores von verschiedenen Anbietern gibt es auch erste Mikrocontroller-Prototypen mit CAN XL von NXP. Infineon, Renesas und ST-Microelectronics folgen im Laufe des Jahres. CAN-XL-SIC-Transceiver von Bosch, Infineon, NXP und Texas Instruments wurden ebenfalls erfolgreich auf Interoperabilität getestet. Testgeräte und Oszilloskope sind auch schon am Markt verfügbar.

Ein weiterer Vorteil ist die einfache Migration von CAN- und CAN-FD-Anwendungen (bzw. CANopen und CANopen FD) zu CAN XL. Man kann nämlich mit dem oben erwähnten MPDU-Konzept mehrere CAN- und CAN-FD-Rahmen in ein CAN-

XL-Frame abbilden. Dies erlaubt einen sanften schrittweisen Übergang von bewährten Lösungen zu einem singulären CAN-XL-Netzwerk, bei dem keine redundante Leitungsverlegung nötig ist. Auch können modulare Geräte von verschiedenen Steuerungsrechnern genutzt werden. ■

Holger Zeltwanger
 Managing Director
 CAN in Automation e.V.
www.can-cia.org