

Ein Standard auf Erfolgskurs

LIN-Trends in der Automobilelektronik


Wer sich mit Kommunikationsnetzen im Automobil beschäftigt, kommt heutzutage an LIN (Local Interconnect Network) nicht mehr vorbei; der Einsatz des Standards nimmt seit Vorstellung seiner ersten Spezifikation im Jahr 2000 rasant zu. Das zeigt zum Beispiel auch die aktuelle S-Klasse von Mercedes-Benz: Dort sind neun LIN-Subbussysteme mit bis zu 29 LIN-Knoten im Einsatz.

Für spezielle Anwendungen ist ein CAN-Bus nicht der richtige oder ideale Partner. So ist zum Beispiel FlexRay bei sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Fahrerassistenz- und X-by-Wire-Systemen besser geeignet. MOST wird seit einigen Jahren verstärkt zur Übertragung von Multimediatdaten in Infotainment-Anwendungen im Kfz eingesetzt. Wo die Bandbreite und Vielseitigkeit von CAN nicht benötigt werden, findet verstärkt die kostengünstige LIN-Alternative ihren Einsatz. Der LIN-Bus, besonders geeignet für den Kfz-Bereich „Sensoren und Aktoren“, bietet diverse Vorteile wie z. B. ein einfaches Kommunikationsprotokoll, geringe Kosten, einfache Integration, Zuverlässigkeit und gute Testmöglichkeiten (www.lin-subbus.de). Mittlerweile weist der LIN-Bus eine beachtliche Erfolgsgeschichte auf. Auf dem 2. Vector LIN-Symposium konnten sich über 150 Teilnehmer aus ganz Europa über aktuelle Trends bei LIN-Bussen informieren. Zudem gab die Veranstaltung Raum für lohnenden Austausch mit anderen Anwendern des Standards (Bild 1).

Erfahrungen mit LIN 2.0

Ein langjähriger Anwender von LIN-Bussen ist DaimlerChrysler. Das Unternehmen setzt schon lange auf den LIN-Standard:

AUTOR



Gavin C. Rogers ist seit 2003 bei Vector Informatik als Teamleiter tätig, leitet die Entwicklungen für die Bussysteme LIN und FlexRay und ist Produktmanager für die CANoe/CANalyzer-Option LIN.



Bild 1: Für Informationen zum Thema LIN gibt es viel Bedarf: Gut 150 Anwender des LIN-Standards reisten nach Ludwigsburg, um sich über neue Trends zu informieren und Erfahrungen auszutauschen.

Erstmals wurden dort im Jahr 2001 LIN-Busse in der SL-Klasse nach LIN-Spezifikation 0.9 eingesetzt. Seither hat der Einsatz von LIN-Bussen bei DaimlerChrysler stetig zugenommen: In der aktuellen S-Klasse sind schon heute neun LIN-Busse mit bis zu 29 LIN-Knoten verbaut (Bild 2). Wenn 2007 die neue C-Klasse vom Band rollt, ist LIN in allen Mercedes-Benz-Klassen integriert. Bei der Entwicklung der neuen C-Klasse machte man bei DaimlerChrysler auch erstmals Bekanntschaft mit der Ver-

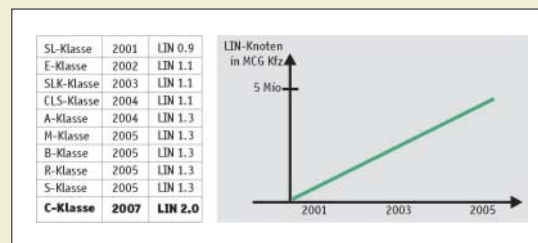


Bild 2: In der aktuellen S-Klasse sind neun LIN-Busse mit bis zu 29 LIN-Knoten verbaut.

sion 2.0 des Standards. Damit gehörte das Stuttgarter Unternehmen zu den ersten, die mit dieser Version praktische Erfahrungen sammelten.

In der Praxis wurde an einigen Stellen der Bedarf zur Präzisierung der Spezifikation deutlich. Aus diesem Grund erarbeitet man in einem OEM-LIN-Arbeitskreis gemeinsam mit anderen Anwendern konkrete Verbesserungsvorschläge. Der Arbeitskreis fordert zum Beispiel eine klar definierte Multi-Channel-Unterstützung, das Verkürzen der Reaktionszeiten beim Hochfahren des Subbusses, Byte Arrays (Initial, Values, Kodierung und Datenkonsistenz), klare Sendebedingungen für die Diagnose, eine Klärung des Frame-Timings und er-

weiterte Status-Meldungen des Treibers. Diese Forderungen wurden dem LIN-Konsortium vorgelegt und finden bei der im 3. Quartal 2006 veröffentlichten neuen Version LIN 2.x Berücksichtigung.

Gateways beeinflussen Latenzzeiten

Beim Zusammenspiel von LIN mit anderen Netzwerken sieht Valeo einen Trend und denkt weiter: Mit zunehmender Komplexität von Netzwerkarchitekturen wird es in Zukunft immer mehr hierarchische Systeme mit standardisierten Schnittstellen geben. Treffen dabei Netzwerke aufeinander, die auf verschiedenen Protokollen basieren, sorgen Gateways für die richtige Kommunikation. Betrachtet man beispielsweise den Datenfluss für eine Einparkhilfe, wird schnell deutlich, welchen Einfluss zusätzliche Gateways auf Latenzzeiten haben

können. In dieser Anwendung (Bild 3) wandeln drei verschiedene Gateways High-Speed-CAN-Signale in Low-Speed-CAN-Signale, diese in LIN-Signale und diese wiederum in MOST-Signale, die dann schließlich dem Fahrer über ein akustisches Signal Rückmeldung über den Einparkabstand gibt. Um dabei die entstehenden Latenzzeiten in einem sinnvollen Maß zu halten, ist es nötig, die gesamte Busarchitektur zu überdenken, Latenzzeiten konsequent zu überwachen und sowohl den LIN-Schedule als auch bestimmte Detektions-Algorithmen zu optimieren. Mit diesen Maßnahmen ist es möglich, mit einem LIN-Bus eine Ultraschall-Ein-

KOMPAKT

Über den aktuellen Stand der Technik informierte das 2. Vector LIN-Symposium. Mit einem vielseitigen Vortragsprogramm, ergänzt durch zahlreiche Fragen der teilnehmenden Anwender, entstand ein guter Einblick in die aktuellen Herausforderungen und Trends bei der Vernetzung mit LIN-Bussen.

parkhilfe zu realisieren, die einer CAN-gestützten in nichts nachsteht. Folgende Gründe sprechen bei Valeo für den Einsatz von LIN: Das benötigte Know-how ist aus Erfahrungen mit anderen Projekten bereits vorhanden, der Markt bietet die benötigten standardisierten Bauteile und mit Hilfe von simulierten Knoten kann bereits sehr früh während der Entwicklung getestet werden.

Flashen von LIN-Slaves

Momentan liegt der Anteil von 16- und 32-bit-Slave-Projekten im Hause Vector bei 46%. Da man bei Vector oft mit komplexeren Projekten zu tun hat, spiegeln diese Zahlen die Realität ein wenig verzerrt wider. Trotzdem wird deutlich, dass einige LIN-Slaves heute recht komplex sind. Mit zunehmender Komplexität steigt aber auch die Anzahl der Softwarefehler. Damit sich Softwarefehler nach der Produktion noch beheben lassen, kann es sinnvoll sein, dass auch LIN-Slaves, wie bei CAN-Steuergeräten schon üblich, durch „Flashen“ neu programmiert werden können.

Diese Erweiterung der Slave-Diagnosefunktionalität steht jedoch im Gegensatz zur eigentlichen Intention des LIN-Standards: Die Kosten pro Knoten zu reduzieren. Kann man aber Updates nicht per Flashen aufspielen, so muss das Steuergerät mit entsprechend hohem Kostenaufwand durch ein neues mit dem aktuellen Softwarestand ausgetauscht werden.

Das Flashen von LIN-Slaves ist jedoch momentan noch ein sehr umstrittenes Thema unter den LIN-Anwendern. Sowohl DaimlerChrysler als auch die BMW Group ziehen Flashen von LIN-Slaves derzeit nicht in Erwägung. Der Nachteil beim Flashen über LIN ist vor allem die relativ niedrige Übertragungsgeschwindigkeit; bei Übertragungsraten von 19,2 kBaud benötigt man zum Versenden von 100 kB Nutzdaten auf den LIN-Bus circa drei Minuten.

Um diese Zeiten zu reduzieren, empfiehlt Vector verschiedene Maßnahmen wie Datenkomprimierung, Anpassen des Schedules oder den Einsatz einer höheren Baudrate. Neben den Flash-Geschwindigkeiten gibt es aber auch Herausforderungen bei der Adressierung: Adressiert ein Diagnostester ei- ►

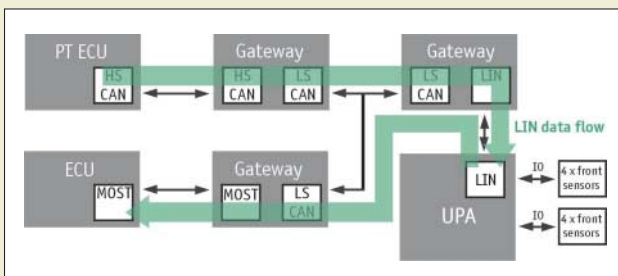


Bild 3: Blockschaftbild zum Datenfluss für eine Einparkhilfe. Der Einfluss zusätzlicher Gateways auf Latenzzeiten wird deutlich.

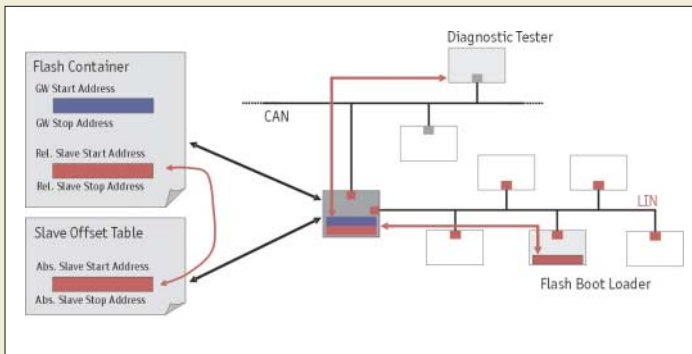


Bild 4: Werden die Flashdaten indirekt über einen Flashcontainer adressiert, lässt sich das Equipment für den Diagnose-Test auch bei anderen Anwendungen wieder verwenden.

nen Slave direkt, muss der Tester an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Die indirekte Adressierung der Flashdaten über den Flashcontainer des LIN-Masters löst dieses Problem (**Bild 4**). So kann das Equipment für den Diagnose-Test auch bei anderen Anwendungen wieder verwendet werden.

Interoperabilitätstest

Bei der BMW Group weiß man aus Erfahrung, dass es nicht genügt, einzelne Komponenten genau zu testen. Interoperabilitätstests sind unerlässlich, um darüber hinaus zu prüfen, wie einzelne Komponenten miteinander interagieren. Diese Tests werden lange vor dem Einbau des Systems ins Fahrzeug durchgeführt.

So lassen sich vorzeitig Fehler vermeiden. Wegen der Single-Wire-Verdrahtung wird auf Tests zur EMV-Verträglichkeit ebenfalls ein Schwerpunkt gelegt. An der so genannten „Stripline“ wird das gesamte System bewusst elektromagnetischen Störungen ausgesetzt. Durch die Messung der Fehler in den einzelnen Knoten lassen sich die Frequenzen ermitteln, auf die das System empfindlich reagiert. Zudem werden in konkreten Netzwerktopologien einzelne Transceiver direkt miteinander verglichen und so das für die Anwendung ideale Bauteil ermittelt.

LIN-Konformitätstests

Für das Testen von LIN 2.0 gibt es zwei bekannte Strategien: Ein Komponententest, der sowohl Hardware- als auch Soft-

warekomponenten getestet, oder ein OSI-Schichten-Test, bei dem auf dem Physical-, DataLink-, Network-Management- und Application-Layer getestet wird. Die vom LIN-Konsortium festgelegten Konformitätstests sind als OSI-Schichten-Tests definiert und für Konsortiumsmitglieder als

„Conformance Test“-Spezifikation für die Protokollversionen LIN 1.3 und LIN 2.0 verfügbar. In dieser Spezifikation bestehen die einzelnen Tests aus vier Schritten: Initialisierung, Stimulation, Warten und Verifikation.

Um das Verhalten eines LIN-Knotens im Fehlerfall zu überprüfen, wird beim Stimula-

mentierung von Konformitätstests und die Konformitätsüberprüfung von fertigen Master-Knoten sowie kompletten LIN-Systemen (**Bild 5**).

Die Zukunft von LIN

Die offizielle LIN-Roadmap sieht zum 3. Quartal 2006 eine LIN-Version 2.x vor. Da die physikalische Schicht als ausgereift gilt, bleibt sie gegenüber der Version 2.0 unverändert; leichte Änderungen und Klarstellungen sind im Protokollbereich geplant, mit größeren Änderungen ist in den Bereichen Diagnose und Konfiguration (DC), Configuration Language Description (CLD), der API sowie bei der Node Capability Language Description (NCLD) zu rechnen. In die neue LIN-Version gehen dann auch ein Großteil der Erfahrungen des OEM-LIN-Arbeitskreises ein.

Künftig werden die Anforderungen an LIN stetig zunehmen und es ist mit mehr hierarchischen Netzen zu rechnen. Deshalb gilt es, die Auswirkungen von Gateways auf Latenzzeiten zu beachten und schon jetzt vorhandene Methoden weiter zu entwickeln.

Für viele bedeutet die zunehmende hierarchische Vernetzung auch, über Flash-Ansätze für LIN-Busse nachzudenken. LIN ist mittlerweile im Automobil etabliert, das bestätigen zum Beispiel die 5 Mio. LIN-Knoten, die bislang allein bei DaimlerChrysler verbaut wurden.

Informationen zum Symposium inklusiver Downloadmöglichkeit aller Vortragsfolien sind über infoDIRECT erhältlich.

(jj)

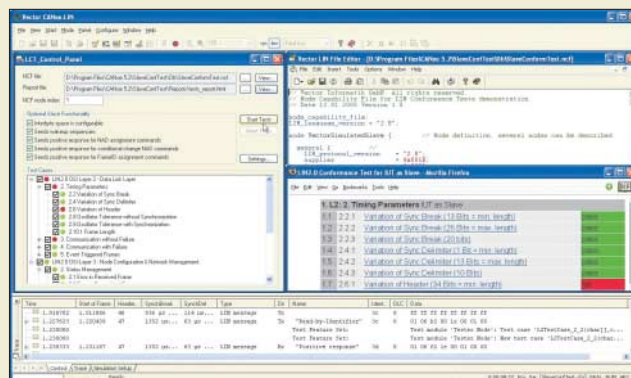


Bild 5: CANoe.LIN-Konfiguration für die Durchführung von LIN-Konformitätstests für Master- und Slave-Knoten.

tionsschritt meist ein Protokollfehler simuliert. Aber nicht in allen Fällen ist eine Stimulation möglich. Dann ist eine Überprüfung der Master-Konformität durch Beobachtung ohne Stimulation die einzige Test-Möglichkeit. Diese Vorgehensweise eignet sich darüber hinaus für Konformitätstests ganzer LIN-Systeme.

LIN2.0-Slave-Konformitätstests können für die OSI-Schichten Data-Link und Network-Management als Slave-Knotentests eingesetzt werden. Dagegen eignen sich LIN 2.0-Master-Konformitätstests nur als Treibertests, da eine spezielle Testapplikation benötigt wird.

CANoe.LIN von Vector in der seit kurzem verfügbaren Version 5.2 bietet eine Fülle von Test- und Stress-Features für die Imple-

KONTAKT

Vector Informatik Kennziffer 502

www.elektronik-industrie.de 502E10206

www.vector-informatik.de

Embedded World 2006 Halle 10, Stand 329