

Aus Systemperspektive sind zum Integrieren der Teilnetzbetriebsfunktion Modifikationen der Hardware (Steuermechanismus) und der Software (Erweiterung des Netzmanagements) nötig. Betrachtet wird zunächst die Änderungen der Hardwarearchitektur der Transceiver.

Um die selektive Weckfunktion zu realisieren, müssen der Empfängerteil eines CAN-Controllers und der den Takt für diesen Controller liefernde Oszillator in den teilnetzfähigen Transceiver integriert werden. Die deutschen Fahrzeughersteller fordern Kompatibilität zu Standard-Transceivern im SO-14-Gehäuse, deshalb scheidet die Möglichkeit aus, an den Transceiver einfach einen externen Oszillator oder Resonator (Quarz oder Keramik) anzuschließen. Solche externen Komponenten würden eine größere Stromaufnahme als ein integrierter Oszillator zur Konsequenz haben, das würde dem Ziel der Energieeinsparung zuwiderlaufen. Weitere Folgen wären höhere Kosten und erhöhter Platzbedarf auf der Leiterplatte. **Bild 2** zeigt beispielhaft das Blockschaltbild der neuen Transceiver-Architektur.

Praktisch müssen alle Funktionsblöcke mit Ausnahme des Transmitters direkt von der Fahrzeugbatterie versorgt werden, weil sie auch in den Low-Power-Modi (Standby und Sleep), wenn die 5-V-Versorgung des betreffenden Moduls abgeschaltet ist, arbeitsfähig sein müssen.

Wenn im Netz eine Aktivität stattfindet, die herkömmliche (das heißt zu ISO 11898-5 konforme) Transceiver weckt, signalisiert ein teilnetzfähiger Transceiver an seinen RxD- und INH-Pins zunächst kein Weckereignis. Allerdings aktiviert er Receiver, Protokoll-Dekodierer, Oszillator sowie die Nachrichtenauswerte- und -vergleichslogik. Falls der Bus dann eine bestimmte Zeit lang inaktiv bleibt, werden diese Blöcke wieder deaktiviert. Das Weckereignis wird in jedem Fall nur an RxD und INH signalisiert, falls die konfigurierte Wecknachricht empfangen worden ist.

Im Wesentlichen besteht die Herausforderung beim Entwerfen einer teilnetzfähigen Hardware darin, einen Oszillator auf dem Chip mit ausreichender Genauigkeit zu entwerfen, also einen mit perfekter Kompensation von Temperatur- und Versorgungsspannungsschwankungen, Produktionsstreuungen und Alterungsvorgängen. Das ist nötig, um die in der elektromagnetisch rauen Umgebung eines Elektrofahrzeuges erforderliche Robustheit zu erreichen.

Änderungen beim Netzmanagement

Eine Teilnetzbetriebsrealisierung erfordert außer Hardware-Änderungen auch Anpassungen im Netzmanagement. Das betrifft verschiedene Level der Software-Architektur. So muss eine Komponente, wie etwa ein Gateway, verfolgen, welche Module absichtlich oder wegen eines Fehlers abgeschaltet worden sind. Solche Fragen werden in der Arbeitsgruppe „Efficient Energy Management“ der AUTOSAR-Standardisierung behandelt. Die Teilnetzfunktionalität ist ab der AUTOSAR-Version 3.2.1 verfügbar.

Bild 3 gibt einen Überblick über die Softwareelemente auf Treiberebene, die in AUTOSAR für einen Standard-Transceiver verfügbar sind (linke Seite), und zeigt (rechte Seite) die für eine Unterstützung des Teilnetzbetriebes nötigen

Superior Solutions for Industrial



- Aluminum electrolytic capacitors with high ripple current capability
- MKP film capacitors for DC link applications
- PFC products for energy saving and power quality
- X2 EMI capacitors up to 45 μF
- 2-chip piled type multilayer ceramic chip capacitors for long service life
- EMC and sine-wave filters for currents up to 8 kA
- Ferrite materials with reduced power losses
- Low-profile SMT power inductors
- Common-mode chokes with high current capability
- Thermistors for inrush current limiting
- NTC thermistors for temperature measurement and compensation
- PTC thermistors for overcurrent protection
- Miniaturized pressure sensors up to 25 bar
- Varistors for overvoltage protection
- SAW filters for advanced metering infrastructure

www.tdk-epc.com

TDK-EPC Corporation

SPS / IPC / DRIVES • Nuremberg, Germany
November 22 to 24, 2011 • Hall 4, Stand 160



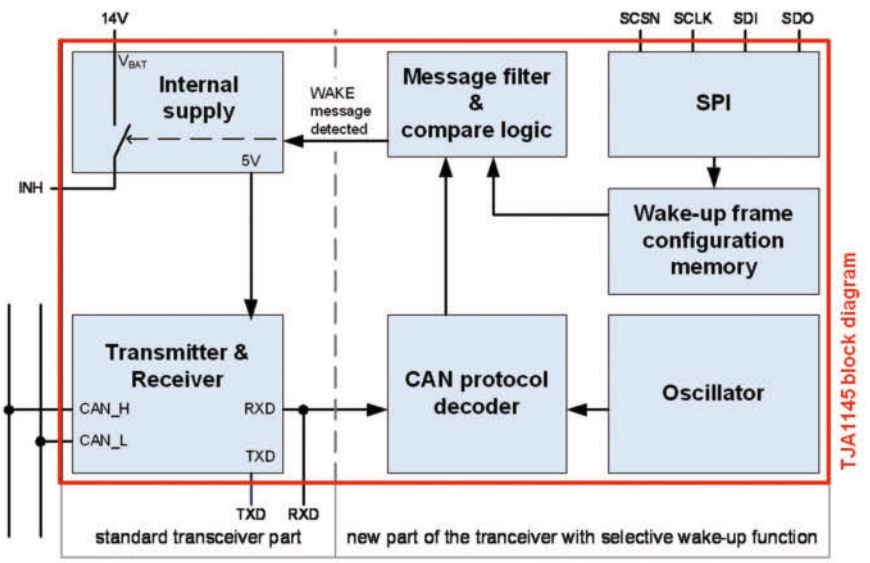


Bild 2: TJA1145 als Beispiel einer Architektur für teilnetzfähige Transceiver. © automotive

Nutzeffekte durch die Einführung des Teilnetzbetriebes

Die Teilnetzbetrieb-Technologie erfordert kein neues Netz und auch keine neue Architektur der Modulhardware, sie ist in ISO 11898 und in AUTOSAR standardisiert. Sie bietet neue Funktionen, wie es sie in herkömmlichen Pkws zur Komfortsteigerung gibt, unterstützt aber in herkömmlichen Pkws außerdem bei der Erfüllung der neuen gesetzlichen Bestimmungen zur Energieeinsparung (Fahrzeug-CO₂-Steuer Überschreitungsabgabe). Diese Vorteile können jedoch auch genutzt werden, um in Elektrofahrzeugen ein robustes Energiemanagementsystem umzusetzen und entsprechend ihre Reichweite zu erhöhen.

Ergänzungen. Dabei geht es um APIs, ein SPI-Paket, zusätzliche Weckquellen, einen sogenannten Konfigurationscontainer zur allgemeinen Teilnetzbetriebsunterstützung, Konfiguration von Wecknachrichten (ID, DLC, Maske, Daten etc.) und Datenrate. Wichtig ist die Unterstützung verschiedener Shutdown-Sequenzen für teilnetzfähige Transceiver, denn der Bus ist während einer Netzwerkumkonfiguration nicht im Leerlauf (aktivitätsfrei).

Architekturänderungen auf Modulebene

Die CAN-Architektur im Fahrzeug und die Hardwarearchitektur auf Modulebene ändern sich bei der Einführung des Teilnetzbetriebes nicht. Der teilnetzfähige Transceiver mit seiner Funktion zum selektiven Wecken ist dafür zuständig, eine Wecknachricht im Netz zu erkennen; er steuert auch das Aktivieren der Spannungsregler für das gesamte Modul. Insoweit tut er dasselbe wie ein Standard-Transceiver gemäß ISO 11898-5. Bild 4 zeigt, wie man einen standardmäßigen Highspeed-CAN-Transceiver wie etwa den TJA1041A oder den TJA1043 ganz einfach auf Modulebene durch einen teilnetzfähigen Transceiver TJA1145 austauschen kann. Allerdings besitzt der TJA1145 anstelle der Fehler- (ERRN) und Moduswahl-Pins (STBN, EN) eine SPI-Programmierschnittstelle zum Konfigurieren der bei einem teilnetzfähigen Transceiver erforderlichen individuellen Wecknachricht.

Komplexität und Lebensdauer

Zu Beginn ihrer Arbeit wurde bei der SWITCH-Interessengruppe darüber diskutiert, wie man die Teilnetzfunktionalität am besten realisieren sollte. In die engere Wahl kamen zwei Möglichkeiten für das Erkennen der Wecknachricht:

1. Erkennung durch den CAN-Controller, der aktiv gehalten

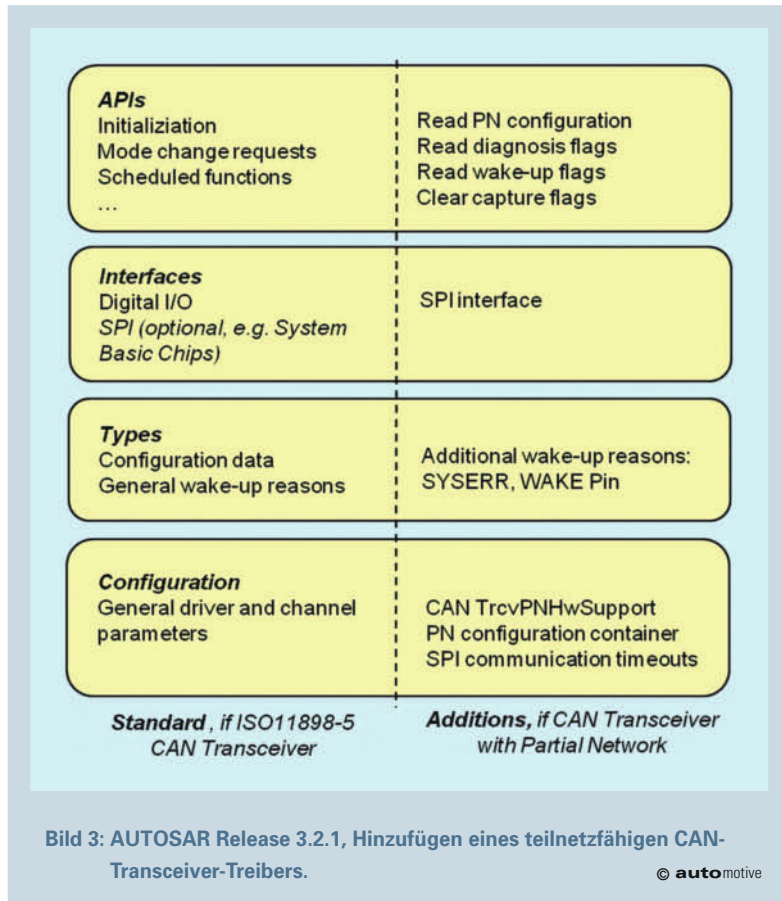


Bild 3: AUTOSAR Release 3.2.1, Hinzufügen eines teilnetzfähigen CAN-Transceiver-Treibers. © automotive

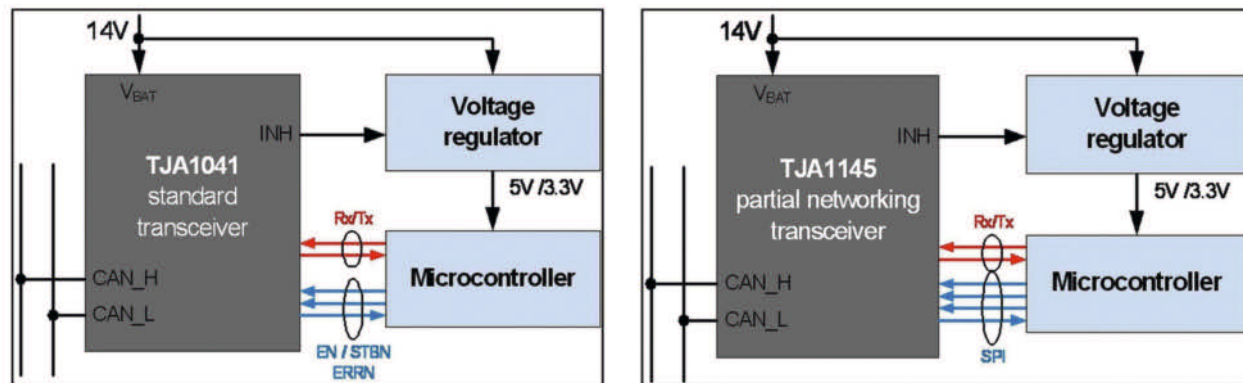


Bild 4: Modularchitektur für Teilnetzbetrieb.

© automotive

wird, während der Rest des Mikrocontrollers, in dem sich der CAN-Controller befindet, abgeschaltet ist; 2. Integrieren einer reduzierten Protokollmaschine in den Transceiver-Chip. Die Fachleute der Fahrzeughersteller stimmten für die zweite Möglichkeit und begrenzten damit deutlich die notwendigen Änderungen im Gesamtsystem. Bei dieser Lösung wird erwartet, dass die oben erwähnte Steigerung der Produktlebensdauer auf Bauteilebene nur ein einziges Bauteil (nämlich den Transceiver) betrifft, jedoch nicht den Mikrocontroller, die Spannungsregler, die Kondensatoren etc.

Zwar ist über die Anforderungen an die Lebensdauer noch nicht entschieden worden, doch haben Fahrzeughersteller signalisiert, dass der Umfang der Lebensdauererests verdreifacht werden muss. Dadurch werden sich die Produktentwicklungszyklen verlängern und die Kosten der entsprechenden Bauteile erhöhen. Unabdingbar ist die Anzahl der betroffenen Bauteile klein zu halten, wie es dem Entwurf des Teilnetzbetriebsstandards entspricht.

Robustheit

Wenn man von der Robustheit eines bordeigenen Netzes spricht, denkt man in erster Linie an EMV und dort an die passive Störfestigkeit. Die gute Nachricht ist, dass in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt worden sind und das dabei gewonnene Wissen auch auf teilnetzfähige Transceiver angewandt werden kann. Außerdem hat die Interessenvereinigung SWITCH bereits spezielle EMV-Anforderungen für den Teilnetzbetrieb festgeschrieben. Die schlechte Nachricht ist, dass einige Fachleute bei Elektrofahrzeugen hinsichtlich EMV eine größere Herausforderung sehen, und zwar wegen Störimpulsen mit hohen Spannungs- und Strompegeln, die zu größeren, störenden elektromagnetischen Feldern führen, wie sie bei herkömmlichen Pkws nicht bekannt sind. Aus diesem Grund könnte die im Betrieb erforderliche Störfestigkeit gegenüber Impulsen gemäß ISO 7637 eine der neuen Herausforderungen für die Halbleiterhersteller werden.

Was bedeutet Robustheit eines teilnetzfähigen Transceivers in einem Elektrofahrzeug? Sind Wecknachrichten mehr durch Störungen gefährdet als andere Nachrichten?

Ja, weil zwei Umstände beim Empfang von Wecknachrichten anders als im Normalbetrieb sind:

1. Der Transceiver wird aus der Batterie gespeist und nicht von einer stabilisierten 5-V-Versorgung getragen. Störungen auf der Batterieleitung können den On-Chip-Oszillator und den Empfangsschaltkreis gefährden.
2. Der Stromverbrauch des Empfängerschaltkreises im Transceiver ist stark limitiert. Somit ist die Störfestigkeit gegenüber Störungen auf den Busleitungen möglicherweise geringer.

Noch ist es zu früh, die Robustheit der Erkennungsfunktion eines teilnetzfähigen Transceivers für Wecknachrichten bei allen möglichen Teilnetzbetrieb-Realisierungen zu vergleichen. Es ist aber schon jetzt klar, dass der On-Chip-Oszillator die kritische Komponente ist, und zwar wegen der Stabilität, die er trotz und wegen der Störeinflüssen zeigen muss. Zu solchen Störeinflüssen zählen etwa elektromagnetische Felder, Klingeln, Sendetakttoleranzen und auch beim Starten des Motors entstehende Impulse auf der Versorgungsspannung. (oe)



Steffen Müller ist bei NXP Semiconductors Germany GmbH beschäftigt.



Bernd Elend ist bei NXP Semiconductors Germany GmbH beschäftigt.