

Wahre Werte



Bewertung der MOST150-Technologie

In zwei unterschiedlichen Absicherungsprojekten konnte der Nachweis erbracht werden, dass MOST150 die von MOST25 bekannten Anwendungsfälle abdeckt und die Erwartungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit, neuer Schnittstellen und Übertragungsarten weitestgehend erfüllt. Audi und Volkswagen haben deshalb den Einsatz im neuen Modularen Infotainment-Baukasten beschlossen. Nichtsdestotrotz ist das Gesamtsystem noch nicht vollständig fehlerfrei und Optimierungspotential vorhanden.

Von Alexander Schneidenbach und Dr. Steffen Abbenseth

Die MOST-Technologie ist der etablierte Standard für die Vernetzung von High-End-Infotainment-Systemen. Seit 2002 setzt Audi die erste Generation – MOST25 – erfolgreich in verschiedenen Serienprojekten und Infotainment-Generationen ein, Volkswagen folgt 2010. In dieser Zeit wurden natürlich auch die Optimierungspunkte der ersten MOST-Generation identifiziert und sukzessive mit Maßnahmen belegt. Heute sind die Prozesse von der Entwicklung über die Fertigung bis zur Betreuung in den Werkstätten an die Besonderheiten eines faseroptischen Netzwerks im Fahrzeug angepasst. Das Know-how hinsichtlich Applikation und Vernetzung

ist gesichert und auf die OEM-Spezifika zugeschnitten. MOST25 wird wegen der auf das Infotainment optimierten Eigenschaften und der geringen Ausfallraten seitens Audi und Volkswagen positiv bewertet.

Aus einer stetig wachsenden Anzahl von Funktionen, wie aktuell z.B. Grafikanzeige im Kombiinstrument oder Rear-Seat-Entertainment, resultiert jedoch ein steigender Bedarf an Übertragungsbandbreite. Die bei MOST25 zur Verfügung stehenden 22,5 Mbit/s decken diesen Bandbreitebedarf nur noch eingeschränkt ab, so dass für die Zukunft Alternativen zu suchen sind.

Hier kommt der Standard der dritten Generation – MOST150 – zum

richtigen Zeitpunkt und verspricht zunächst eine einfache Migration zwischen den Generationen bei sechsfach höherer Übertragungsrate und nahezu gleichen Kosten pro Knoten. Wichtiger Ausgangspunkt beim Erstellen der Spezifikation war der Austausch der physikalischen Schicht, ohne dass die Applikationen zu ändern sind, welche auf MOST aufsetzen. Dadurch wird die Migration kostengünstig und das Änderungsrisiko minimiert. Darüber hinaus bietet MOST150 neben den von MOST25 bekannten Mechanismen Kontroll-, Paket- und Synchronkanal das isochrone Streaming und einen nativen Ethernet-Kanal. Durch diese Funktionen wird die Anbindung von Applikationen aus dem Konsumelektronik-Bereich an das Fahrzeug-Infotainment vereinfacht (z.B. Video-over-MOST, UPnP).

Ist diese Technologie jedoch schon reif für den Serieneinsatz? Wie stabil arbeiten die Komponenten? Wie groß ist der Unterschied zwischen der Theorie und den praktisch nutzbaren Werten? Wo können Applikationen wirklich gleich bleiben, wo ist es notwendig oder günstig, Anpassungen vorzunehmen? Diese und weitere Fragen sollten vor der Entwicklung neuer Geräte auf Grundlage von MOST150 in breit angelegten Tests beantwortet werden. Es galt, die Entscheidung zu treffen, ob MOST150 im geplanten Modularen Infotainment-Baukasten (MIB) bereits eingeführt werden kann. Der konzernweite Einsatz dieses Baukastens bei Audi, Seat, Skoda und Volkswagen erfordert dabei ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit der zugrunde liegenden Technologie. Die Herangehensweise, Erwartungen und Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

■ Risikobetrachtung und theoretischer Ansatz

Das Einführen einer neuen Technologie in die Serie birgt technische und terminliche Risiken. Daher ist eine Evaluierung vor dem Start der Serien-

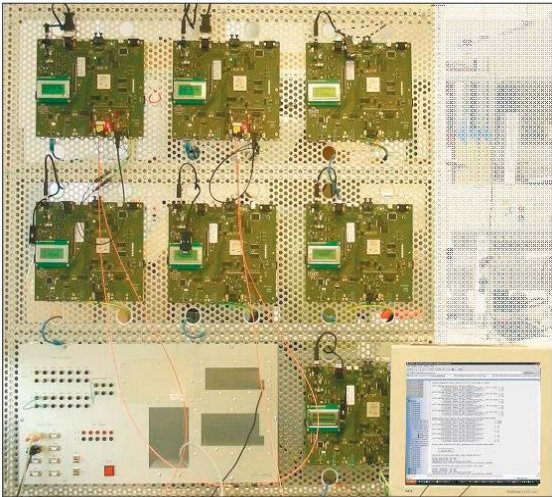


Bild 1. Ring aus sieben INIC-Evaluierungs-Boards der Firma SMSC zur Untersuchung aller definierten MOST-Protokolle.

entwicklung unabdingbar. Um MOST150 auf eine Einsetzbarkeit in der Serie überprüfen zu können, wurden von Audi und Volkswagen innerhalb von 1,5 Jahren die zwei Absicherungsprojekte MOST150-Referenzplattform (MOST150_RefPI) und MOST150_InCar geplant und umgesetzt.

Ausgehend von den Erfahrungen bei MOST25 erfolgte die Definition der relevanten Anwendungsfälle. Diese beziehen sich auf die Schnittstellen auf Hardware- und Software-Ebene sowie die im MOST-Standard hinterlegten logischen und zeitlichen Abhängigkeiten und Prozeduren wie Wake-up-/Power-down-Mechanismen und die Ringbruchdiagnose. Darüber hinaus wurden die Themen Robustheit und Stabilität aus Sicht der Vernetzungsabteilung gesondert bewertet.

Für eine umfassende Bewertung des Entwicklungsstandes von MOST150 erfolgte die Unterteilung in folgende sechs Themenbereiche:

- ▶ Physikalische Ebene: Bewertung aller physical-layer-relevanten Bauteile und Messparameter (Transceiver, Pigtail, INIC, POF, Lichtleistungsbudget, Jitter, Verwendbarkeit des MOST25-Bordnetzes).
- ▶ MOST-NetServices/INIC-Firmware: Überprüfung der Funktionen und Parametrisierung der NetServices und INIC-Firmware (Configstring, MOST-Core Compliance Tests, Retry-Parameter-Settings, Flash-Prozess INIC-Firmware).
- ▶ Netzwerk-/Energie-Management: MOST-spezifische Wake-up/Sleep-

Mechanismen, Funktion im Fahrzeugverbund, Überprüfung des Netzwerk-Managements, Stresstests.

▶ MOST-Diagnose: Diagnose statischer und sporadischer Ringbrüche, Diagnose von Synchronisationsfehlern und Coding Errors, Kommunikation via elektrischer Steuerleitung (ECL).

▶ Anwendungsfälle/Kommunikationschnittstellen: Absicherung der für den

Serieneinsatz relevanten Anwendungsfälle (Kanäle, Protokolle und Schnittstellen, Variation der Anzahl von Kommunikationspartnern), Erkennung von Übertragungsfehlern durch Verwendung von Well-known-Mustern, Ermittlung der erreichbaren Übertragungsraten (Tabelle 1).

▶ Werkzeuge: Überprüfung des Entwicklungsstandes und Sicherstellen der Verfügbarkeit der für eine Serienentwicklung von MOST150-Systemen notwendigen Messmittel (Daten-Logger, Bus-Spy, aktiver Testknoten).

■ Anforderungen und Evaluation

Aufgrund der breiten Anforderungen an die Evaluationsprojekte kamen zwei Hardware-Plattformen zum Einsatz:

- ▶ MOST150_RefPI (Bild 1): Es handelt sich um INIC-Evaluierungs-Boards (ISP) der Firma SMSC, angeordnet in einem Ring mit sieben Teilnehmern. Bei der Auswahl der Plattform wurde besonderer Wert gelegt auf die Verfügbarkeit aller INIC-Schnittstellen sowie maximale Leistung, damit ein Austesten bis an die Buslast-Grenzen von MOST150 möglich ist. Um eine praxisnahe Software-Architektur nachzubilden, erfolgte die Integration der SMSC-Module MOST-NetServices und MOST-System-Management sowie des MOST-Frame-

works von Elektrotbit. Alle definierten MOST-Protokolle ließen sich in dieser Umgebung untersuchen. Grundsätzlich wurde die Referenzplattform als reine Laborlösung entworfen und genutzt.

▶ MOST150_InCar (Bild 2): Bei diesem Projekt stand die Fahrzeugprüfung im Fokus. Daher ist hier ein Gerät nach den Maßgaben für Infotainment-Komponenten entwickelt worden, das auch im Fahrzeug und für diverse Klima- und Robustheitstests genutzt werden kann. Der INIC wurde ausschließlich mittels MediaLB und I²C angebunden. Zentraler Konzeptbestandteil ist das Energie-Management, welches das Aufwachen durch CAN-Botschaften (Anbindung an bestehende Fahrzeugvernetzung) und MOST-Licht (Slave-Wake-up) ermöglicht. Des Weiteren wurde eine Komplettimplementierung der Ringbruch-

	3-Pin-MediaLB	6-Pin-MediaLB	I ² C	I ² S	SPI	TSI
AMS/CMS	1:1 2:2 6:1 1:6	1:1 2:2 6:1 1:6	1:1 2:2 6:1 1:6			
	1:1+1:1	1:1+1:1	1:1+1:1			
MHP	1:1 2:2 6:1 1:6	1:1 2:2 6:1 1:6	1:1 2:2 6:1 1:6		1:1 2:2 6:1 1:6	
	1:1+1:1	1:1+1:1				
MEP	1:1 2:2 6:1 1:6	1:1 2:2 6:1 1:6			1:1 2:2 6:1 1:6	
Sync. Streaming	1:1 6:1 1:6	1:1 6:1 1:6		1:1 4:1 1:6		
	1:1+1:1	1:1+1:1				
Isochr. Streaming	1:1 ^p 2:2 ^p	1:1 ^p 2:2 ^p		1:1 ^d 2:2 ^d		1:1 ^p 2:2 ^p

Tabelle 1. Absicherung der Kommunikationsschnittstellen (Erklärung: Sende-/Empfangsbeziehungen Anzahl Sender:Empfänger; Index p = packetized AV, d = discrete frame isochronous; nicht abgebildet 1:1+1:1 synchron+CMS via I²C und I²S sowie 1:1+1:1 synchron+isochron via I²S und TSI)

Diagnosefunktion (RBD) inklusive der durch die MOST Cooperation definierten elektrischen Steuerleitung (electrical control line; ECL) durchgeführt.

Eine Übersicht der wichtigsten technischen Daten und der zugeordneten Testschwerpunkte ist in Tabelle 2 zusammengetragen. Zusätzlich zu diesen Plattformen gab es kleinere Auf- und Umbauten vor allem für Tests der physikalischen Ebene.

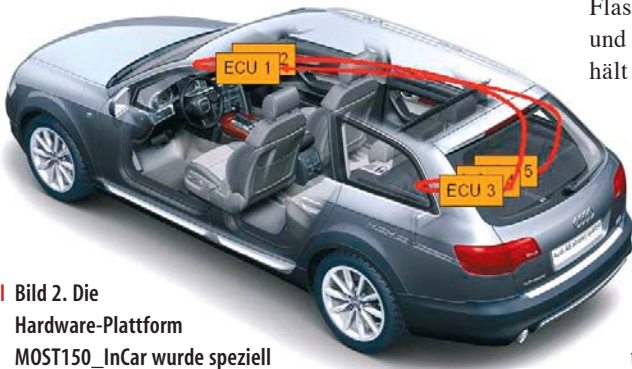


Bild 2. Die Hardware-Plattform MOST150_InCar wurde speziell für die Fahrzeugprüfung entwickelt.

54 Fehler vor Serienentwicklung gefunden und abgestellt

Die Technologie-Evaluierung ermöglicht neben dem frühzeitigen Kompetenzaufbau das Entdecken und Abarbeiten der Fehler vor Beginn des Serienentwicklungsprozesses. Insgesamt wurden im Rahmen beider Projekte über die Laufzeit 54 Fehler gefunden und abgestellt. Die gesamte Testzeit beider Absicherungsprojekte beträgt 200 Tage (4800 h).

Physikalische Ebene

Die physikalische Ebene war nicht Schwerpunkt der Referenzprojekte, sondern wurde in gesonderten Tests überprüft. Im Rahmen der Absicherung auf MOST150_RefPI und MOST150_InCar erfolgte eine Betrachtung des physikalischen Ebene im MOST-Ring und des Mischverbau von FOTs bzw. ECL-Transceivern.

Wichtig war, eine Weiterverwendung des MOST25-Know-hows z.B. in der Produktion oder der Kabelbaumentwicklung für MOST150 zu ermöglichen. Nach eingehenden Tests mit verschiedenen Biege-Radien und unterschiedlichen Leitungslängen kann dies bestätigt werden. Dazu kommen EMV-Tests aller Bauelemente sowie ein über die Qualifikation hinausgehendes Test-Setup auf elektrischer Seite (LVDS, Spannungsrampen). Die letztgenannten Tests dauern noch an, brachten bisher aber keine negativen Erkenntnisse.

MOST-NetServices und INIC-Firmware

Als wichtigster Punkt im Bereich INIC-Firmware wurde zunächst das

Flashen über die Debug-Schnittstelle und EHC positiv verifiziert. Hier verhält sich der INIC stabil. Selbes gilt für Änderungen am Config-String, die zu den erwarteten Reaktionen führen. Das gerade für den Serieneinsatz wichtige Auslesen des Config-Strings über die MOST-Schnittstelle ist möglich und korrekt.

In diese Rubrik fallen weiterhin Tests zur Parameterisierung der MediaLB-Schnittstelle sowie zum INIC-Watchdog-Mechanismus. Beides funktioniert ohne Einschränkungen. Zusätzlich wurde die Stabilität der NetServices bzw. INIC-Firmware bei der Durchführung aller Testfälle überwacht und positiv bewertet.

Netzwerk- und Energie-Management

Aus Sicht der Vernetzungsabteilungen ist die Absicherung des Netzwerk- und Energie-Managements von besonderer Bedeutung. Aus diesem Grund wurden mit beiden Plattformen 130 000 Wake-up/Sleep-Zyklen gefahren, bei denen sich die Systeme mit sieben Teilnehmern durchgehend stabil verhielten. Hier kann also eindeutig eine positive Bewertung erfolgen. Selbst bei Tem-

peraturänderungen zwischen -30 und +50 °C änderte sich das Verhalten nicht.

Neben diesen Standard-Zyklen folgten weitere Stresstests, die z.B. das An-/Ab- und Nachmelden von Geräten beinhalten, weiterhin Resets von Steuergeräten, Ringunterbrechungen oder Spannungseinbrüche. Auch hier zeigten sich keine Auffälligkeiten.

MOST-Diagnose

Seit MOST150 ist das für die Serienbetreuung wichtige Verhalten bei sporadischen und dauerhaften Ringunterbrechungen in der Spezifikation verankert. Aus Diagnosesicht forderte man daher eine tiefgreifende Absicherung, die sich mit 15 000 Testzyklen auch erreichen ließ. Anfänglich traten im Bereich der dauerhaften Ringunterbrechung Probleme auf (Fehldektionen des Ringbruches), die mit dem letzten für den Testzeitraum gültigen INIC-Firmware-Release jedoch nachweislich behoben sind. Dieser Teil der RBD funktioniert nun wie die sporadische Ringunterbrechung (Sudden Signal Off; SSO) spezifikationsgemäß. Die Detektion von Synchronisationsfehlern (Critical Unlock Detektion; CU)

weist neben kleineren Abweichungen in der Umsetzung noch eine prinzipbedingte Unschärfe auf (PLL-Toleranzen). Aufgrund dieser Zusammenhänge ist ein Einsatz der CU-Detektion in Serienprojekten derzeit fraglich.

Anwendungsfälle/ Kommunikations-schnittstellen

Applikativ stehen 72 Anwendungsfälle im Fokus, also die Übertragung über die unterschiedlichen Schnittstellen sowie die erreichbaren Übertragungsraten. Zunächst musste die Leistungsfähigkeit des Kontrollkanals als kritisch

	MOST150_RefPI	MOST150_InCar
Hardware	Virtex-4-FPGA, PowerPC (Eval.-Board)	MPC5200 (automotive-kompatibel)
Technologiepartner	SMSC + Elektrobit	Telemotive
INIC-Schnittstellen	3-Pin-MediaLB (512 Fs) 6-Pin-MediaLB (2048 Fs) I ² C I ² S SPI TSI	6-Pin-MediaLB (2048 Fs)
MOST-Protokolle	AMS, CMS MHP MEP Sync. Streaming Isochr. Streaming	AMS, CMS MHP
Diagnose	Ringbruch (NetServices-, INIC-FW-Level)	Ringbruch (Referenz-Implementierung) Electrical Control Line SSO/CU
Fokus	Leistungsfähigkeit Alle Anwendungsfälle	Robustheit (Fzg.-Umgebung) Energie-Management

Tabelle 2. Übersicht der Plattformen für die MOST150-Absicherung

bewertet werden, da sie nur wenig über der von MOST25 lag. Hier konnte SMSC im Projektverlauf auf Ebene der NetServices und der Firmware deutlich nachbessern, so dass am Ende nun empfangsseitig 1400, senderseitig 700 Nachrichten pro Sekunde verarbeitet werden.

Bei der Untersuchung des asynchronen Kanals waren je Knoten 9,12 Mbit/s für das MOST-High-Protokoll (MHP) bzw. 19,6 Mbit/s für MOST-Ethernet-Pakete (MEP) erreichbar. Beide Werte entsprechen nicht dem endgültigen Maximum, da hier der Kompromiss aus früher Ver-

fügbareit und hoher Flexibilität der Plattform sowie der Einsatz des Betriebssystems Linux letztlich die Datenraten einschränkte. Trotzdem konnte gerade für MHP Optimierungspotential in der Software-Architektur gefunden und adressiert werden.

Abgesehen von der TSI-Anbindung, für die Verbesserungen des Test-Setups geplant sind, wurden in den verbleibenden 50 Testfällen die Erwartungen erfüllt.

Eingesetzte Werkzeuge

Im Rahmen der Absicherung wurden die folgenden Werkzeuge eingesetzt und die gegebenenfalls vorhandenen Fehler adressiert:

- ▶ SMSC Optolyzer OL3150o
- ▶ Condalo Daten-Logger Generation III
- ▶ Telemotive blue PiraT
- ▶ Vector CANoe (Erweiterung MOST150, Optolyzer Integration Package)

sj



Alexander Schneidenbach

ist MOST-Entwicklungsingenieur bei Audi in Ingolstadt. Neben Artikeln im „MOST Informative Newsletter“ ist er Mitautor des 2008 im Franzis-Verlag erschienen Buches „MOST the Automotive Multimedia Network“. alexander.schneidenbach@audi.de

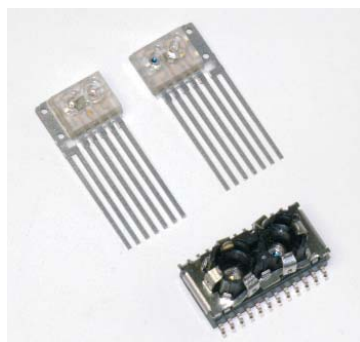


Dr. Steffen Abbenseth

arbeitet seit 2007 in der Abteilung für Vernetzungstechnologien bei Volkswagen, in der er seit 2008 die MOST-Netzwerke verantwortet. Er promovierte zuvor über faseroptische Netzwerke und Sensoren. steffen.abbenseth@volkswagen.de

■ Fiber Optical Transceiver:

In zwei Varianten verfügbar



Für MOST150-Netzwerke hat Hamamatsu Photonics zwei Versionen von Fibre Optical Transceivern entwickelt: Eine Variante besteht aus separatem Sender und Empfänger in Sidelooker-Plastik-Packages, die in einen Stecker integriert werden können. Bei der anderen Bauart sind Sender und Empfänger zusammen in ein SMD-Package mit Ferrule Guides integriert, das direkt von Geräteherstellern ein-

gesetzt werden kann. Beide Versionen ermöglichen eine vollautomatische Verarbeitung in der Produktion und sind reflow-lötfähig. Der Sender ist eine RCLLED und der Empfänger eine Silizium-Photodiode, beide mit integrierten Schaltungen. Sie können im Temperaturbereich von -40 bis +95 °C mit einer Versorgungsspannung von 3,3 V betrieben werden. Dank zusätzlicher Sicherheitsfunktionen für die Datenübertragung ist der Transceiver robust gegenüber Systemproblemen, wie zum Beispiel einer Fehlinterpretation von Daten während des Ein- und Ausschaltprozesses des Systems.

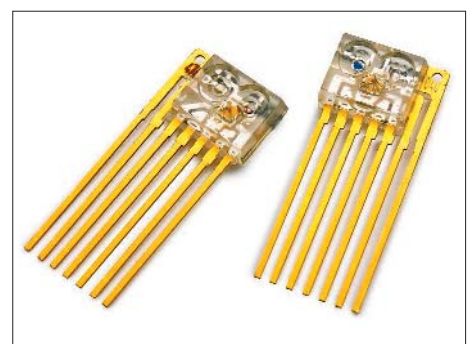
- ▶ **Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH**
www.hamamatsu.de

■ Fiber Optical Transceiver:

Für die Serienproduktion freigegeben

Avago Technologies hat seine MOST150-FOTs für Hochgeschwindigkeitsnetzwerke in Fahrzeugen für die Serienproduktion freigegeben. Frei wählbare Mengen der Komponenten mit den Bauteilnummern *AFBR-1150* und *AFBR-2150* sind verfügbar. Sämtliche Qualifikationstests wurden erfolgreich abgeschlossen; die Bauteile erhielten die abschließende Freigabeempfehlung von Relnetyx. Ein Ergebnis der Qualifikation ist, dass nahezu keinerlei Verschlechterung der Sendeleistung nach dem 3000-Stunden-Lebensdauerstest mit hoher Temperatur festgestellt werden konnte. Die Hoch-

geschwindigkeitscharakteristik wurde auch bei Betrieb mit Eingangssignalen mit hohem Jitter in der Qualifikation bestätigt.



Die Avago-FOTs werden bereits im MOST150-OptoLyzer und den MOST150-INIC-Evaluierungssystemen von SMSC eingesetzt.

- ▶ **Avago Technologies**
www.avagotech.com