Validierung von CAN-FD-Netzwerken

Mit dem Werkzeug INVIO lassen sich Bussysteme wie CAN, CAN-PN, CAN-FD, LIN und FlexRay automatisiert nach spezifischen Bewertungskriterien validieren. Zudem unterstützt es die im Automotive Umfeld am meisten verwendeten Simulatorumgebungen SABER und SystemVision.

Der enorme Anstieg von Fahrzeugfunktionen, die durch elektronische Komponenten umgesetzt sind, hat einen signifikanten Einfluss auf die Kommunikation in Fahrzeugnetzen. Immer mehr Funktionalitäten fordern immer höhere Bandbreiten, wie z. B. Kundenanforderungen in den Bereichen Sicherheit, erhöhter Komfort oder verbessertes Handling, und erhöhen somit die Relevanz der automobilen Elektronik. Die hohen Übertragungsraten stellen dabei neue Herausforderungen an die Netzwerkentwickler, welche für die Umsetzung der physikalischen Schichten verantwortlich sind, da das dynamische Verhalten des Systems nicht durch manuelle Berechnungen vorhergesagt werden kann. Auf der anderen Seite haben Messungen nur eine reduzierte Aussagekraft durch ein einzelnes Ergebnis, welches in der Regel das typische Verhalten widerspiegelt – das Verhalten im Grenzbereich jedoch unbekannt bleibt.

Die Simulation kann daher genutzt werden, um das physikalische Verhalten vorherzusagen und die Umsetzung der physikalischen Schicht eines Netzwerkes unter Berücksichtigung von Variationen der elektronischen Komponenten und der Umgebungsbedingungen, auch in den Grenzbereichen, zu verifizieren. Zudem lässt sich die Simulation nutzen, um das Netzwerkdesign für eine robuste Auslegung zu analysieren und dabei den Einfluss und das Zusammenarbeiten (Interoperabilität) neuer Komponenten und Steuergeräteschnittstellen zu untersuchen, mit dem Ziel, die Signalqualität zu verbessern und eine korrekte Kommunikation sicherzustellen. Im Folgenden wird dies am Beispiel der Validierung von CAN-FD-Netzwerken verdeutlicht. »

Bilder: 123 rf © Rungaroon TAWEEAPIRADEEMUNKONG, Fotolia © V.Yakobchuk

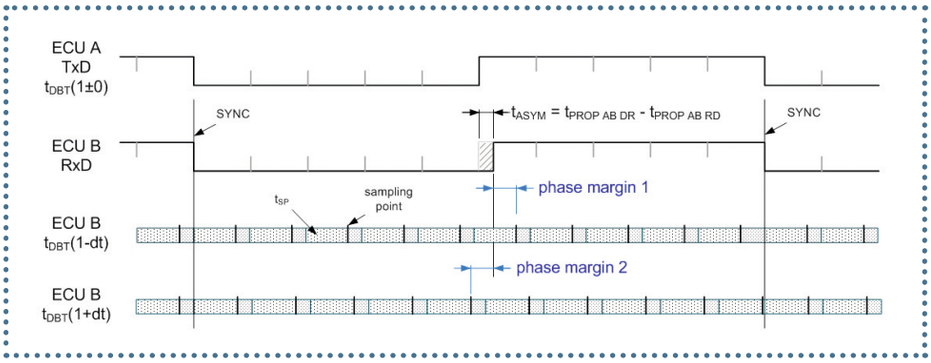

Bild 1: Grenzwertige Umgebungsbedingungen können zusätzlich negative Effekte auf die Asymmetrie der Signalflanken verschärfen.

Simulation

Insbesondere bei CAN-FD-Netzwerken ist die Nutzung von Simulation erforderlich, da durch die möglichen höheren Übertragungsraten während der Datenphase gegenüber der Arbitrierungsphase im Vergleich zum klassischen CAN die Asymmetrie der Signalflanken eine sehr wichtige Rolle spielt. Grenzwertige Umgebungsbedingungen wie z. B. hohe oder niedrige Temperaturen können dabei zusätzlich negative Effekte auf die Asymmetrie der Signalflanken verschärfen, welches mittels der Simulation sehr leicht untersucht werden kann. Da CAN-FD auf dem klassischen CAN aufbaut, ist die Arbitrierungsphase gleich zu betrachten. Es gelten weiterhin dieselben Regeln und Grenzwerte für die Arbitrierungsphase wie beim klassischen CAN. Für die Datenphase beim CAN-FD kommen jedoch neue Betrachtungen hinzu, um die bereits erwähnte Asymmetrie der Signalflanken zu beurteilen. (Bild 1). Die Asymmetrien der gemessenen Flanken innerhalb eines CAN-FD Netzwerkes bestimmen wesentlich die Wahl des Abtastzeitpunktes während der Datenphase.

Nähere Informationen zur physikalischen Busauslegung von CAN-FD Netzwerken können unter [3], [4] und [5] gefunden werden.

Allein durch die Anordnung bzw. Vernetzung der Steuergeräte in einem CAN-FD-Netzwerk oder der Wahl der Treiberkomponenten und Übertragungsleitungen entsteht somit eine individuelle Signalcharakteristik des CAN-FD-Netzwerkes, welches Auswirkungen auf die Asymmetrie der Signalflanken hat. Dies verdeutlicht die Wichtigkeit und Notwendigkeit der Simulation solcher Netzwerke. Um die Signalintegrität bereits in einer frühen Entwicklungsphase eines Fahrzeuges zu untersuchen, ist somit die Simulation als modellbasierter Test der Netzwerke erforderlich. Dies setzt jedoch passende Modelle voraus [1], um Vertrauen in die Ergebnisse zu schaffen.

Die Bewertung von Fahrzeugnetzwerken durch Simulation ist zunehmend etabliert und es ist zu erkennen, dass sich dieser Trend weiter fortsetzt. Durch die Notwendigkeit der Simulation von CAN-FD-Netzwerken wird dieser Trend zusätzlich verstärkt. Jedoch haben die Automobilhersteller bezogen auf die Fahrzeugvernetzung zwar die Expertise, allerdings sind nicht immer genug Experten oder Ressourcen vorhanden, um die Netzwerke entsprechend und frühzeitig abzusichern und freizugeben, ob durch Messung oder Simulation, oder auch Verbesserungsmaßnahmen zu untersuchen und entsprechende Empfehlungen vorzuschlagen.

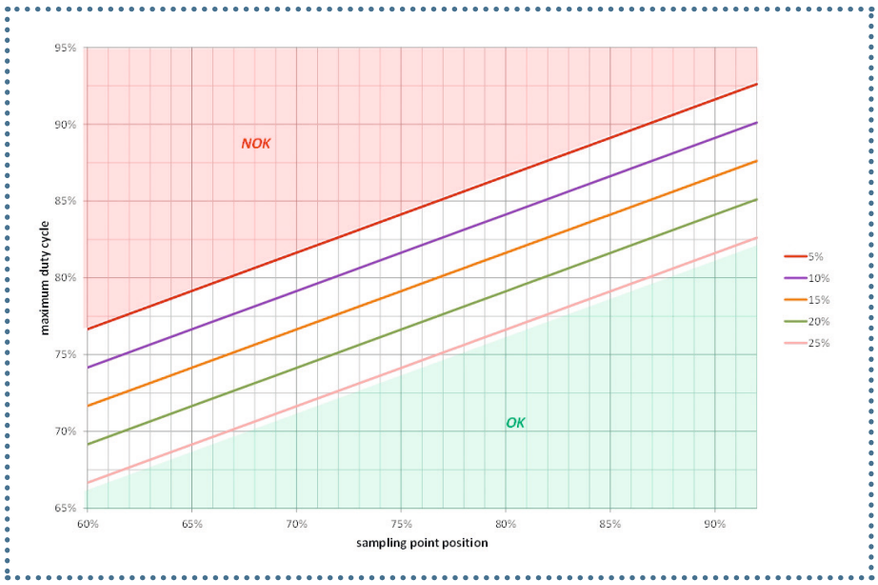

Bild 2: Die Asymmetrien der gemessenen Flanken innerhalb eines CAN-FD-Netzwerkes bestimmen wesentlich die Wahl des Abtastzeitpunktes während der Datenphase.

Anwendungsbeispiel

Das folgende Beispiel der Analyse eines CAN-FD-Netzwerkes soll die Umfänge erläutern, welche für eine abschließende Bewertung und Freigabe nötig sind. Für eine Simulation des CAN-FD-Beispielnetzwerkes mit zehn Steuergeräten müssen alle benötigten Modelle konfiguriert und die Vernetzung der Steuergeräte inkl. der Stimulus- und Messkomponenten erstellt werden, z. B. auf Code-Ebene oder durch einen schematischen Editor. Im Weiteren muss der Simulator konfiguriert und das gesamte Modell des CAN-FD-Netzwerkes simuliert werden.

Um das CAN-FD-Netzwerk auch in den Grenzbereichen mit hoher und niedriger Temperatur zu untersuchen, muss das Gesamtmodell

Alle Bilder: C&S Group

© Carl Hanser Verlag, München

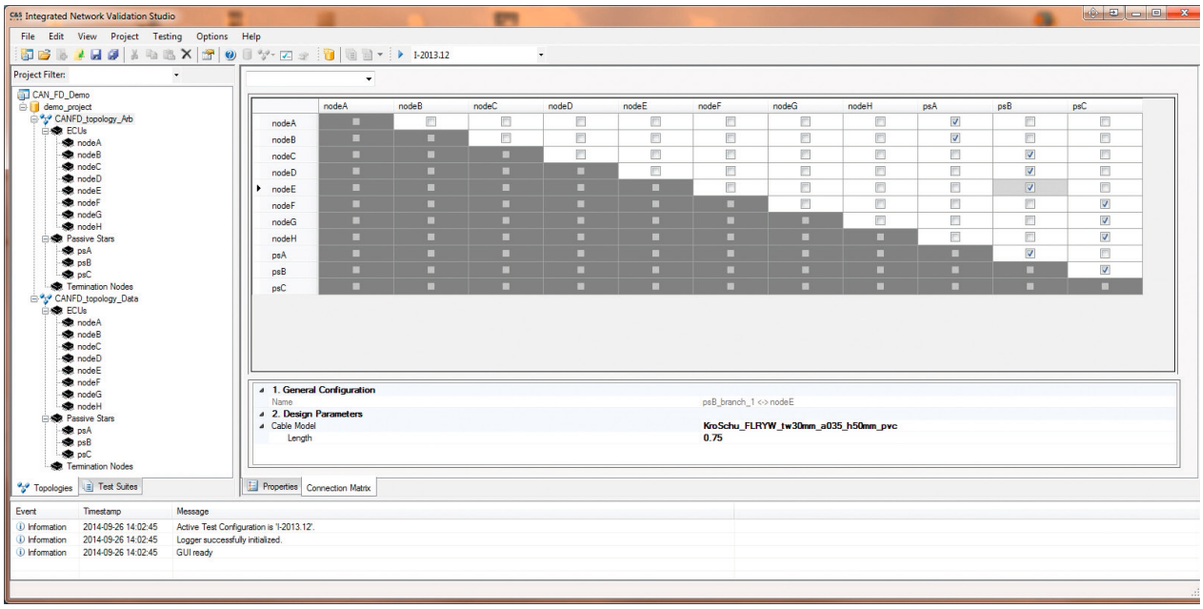

Bild 3: Screenshot des „Integrated Network Validation Studio“ (INVIO) der C&S Group.

des CAN-FD-Netzwerkes umkonfiguriert werden. Es wird eine Variation der Temperatur in zwei Schritten für die weiteren, folgenden Betrachtungen angenommen.

Es ergeben sich 100 Sender-Empfänger-Kombinationen pro Simulationsdurchlauf. Möchte man nun die Verzögerungszeiten während der Arbitrierungsphase sowie die Asymmetrie während der Datenphase untersuchen, entstehen jeweils für die dominant-zu-rezessiv- und rezessiv-zu-dominant-Flanke vier Einzelmessungen für jede Sender-Empfänger-Kombination.

Zusammengefasst ergeben sich aus den vorangegangenen Einstellungen 800 Einzelmessungen mit Bewertung der Ergebnisse, von denen gegebenenfalls ein Bild mit der Signaldarstellung erzeugt werden muss. Abschließend muss ein Testbericht erzeugt werden. Selbst bei nur wenigen Minuten pro Einzelmessung kommt dadurch ein nicht zu unterschätzender Aufwand zustande.

Sollen nun verschiedene Vernetzungsvarianten (z. B. für mögliche Verbesserungen der Signalqualität oder Ausstattungsvarianten) sowie verschiedene Geschwindigkeiten der Übertragungsraten während der Datenphase untersucht werden, multipliziert sich der Analyseumfang entsprechend und es wird ersichtlich, dass sich durch die Verwendung einer automatisierten Durchführung der Simulation die benötigten Ressourcen drastisch reduzieren lassen.

Automatisierung

Diese Notwendigkeit der automatisierten Validierung der Bussysteme, mittels dessen sich die Bewertung von Netzwerken unter der Verwendung von Simulationen automatisieren lässt, ist durch das Werkzeug „Integrated Network Validation Studio“ (INVIO) abgedeckt [2]. Es ermöglicht die Validierung von CAN-, CAN-PN-, CAN-FD-, LIN- und FlexRay-Netzwerken nach spezifischen Bewertungskriterien und unterstützt die im Automotive Umfeld am meisten verwendeten Simulatorumgebungen Synopsys SABER und Mentor Graphics SystemVision, da die Simulation in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL-AMS durchgeführt wird. INVIO ist bereits bei mehreren Automobilherstellern weltweit in Verwendung und das Interesse wächst.

Fazit

Der Fokus von INVIO liegt in der umfassenden Unterstützung des Netzwerksingenieurs bei der Bewertung von Netzwerkauslegungen. Die Automatisierung startet bei der Verwaltung gemeinsam und mehrfach benutzter Modellkomponenten und sogenannter Steuergeräteschablonen, um unterschiedliche Bestückungen von Modellkomponenten in den Steuergeräten zuzulassen. Als nächster Schritt finden die Definition der Netzwerke und ihrer Variation sowie die Konfiguration der Testfälle und Bewertungskriterien statt. Mittels INVIO erhält der Netzwerkingenieur umfassende Unterstützung bei der Erstellung von vollständigen Netzwerkmodellen, deren Simulation und Auswertung durch Messen und ggfs. Nachberechnungen bis hin zum Ergebnisbericht in gewünschtem Dateiformat.

INVIO ist derart konzipiert, dass es ohne großen Aufwand an spezielle Kundenwünsche angepasst oder erweitert werden kann, um darüber hinaus auch weiteren zukünftigen Trends folgen zu können. ■ (oe)

Referenzen:

[1] Requirement Specification for Transceiver Simulation Models V1.1, ICT/GIFT, 2010

[2] Automation of model-based signal integrity analyses, Marko Moch, C&S group GmbH, 13th iCC, 2012

[3] Robustness of a CAN FD Bus System, Dr. Arthur Mutter, Bosch, 14th iCC, 2013

[4] The Physical Layer in the CAN-FD world, Magnus-Maria Hell, Infineon, 14th iCC, 2013

Marko Moch ist Projektmanager bei der C&S Group GmbH.