



Blick hinter die Kulissen

Steuergerätetest mit XCP-Unterstützung

Im Rahmen der Steuergeräteentwicklung oder bei der Analyse eines Steuergerätefehlerverhaltens werden Blackbox-Tests durchgeführt. Hierzu werden die Ein- und Ausgänge eines Steuergeräts zum Stimulieren und zum Messen an ein Testsystem angeschlossen. Obwohl der Testingenieur so umfangreiche Analysen durchführen kann, ist es für bestimmte Tests nötig, direkt in das Steuergerät zu blicken. Nur so sind aussagekräftige Testergebnisse zu erhalten oder der Testaufwand zu reduzieren.

In den meisten Fällen reicht für die Funktionsprüfung einer Komponente tatsächlich der Blick auf die Steuergeräteein-/ausgänge (**Bild 1**). Schwierig wird es aber dann, wenn im Steuergerät Zustandsmaschinen verwendet werden. Deren aktueller Zustand lässt sich an den Ausgängen des Steuergeräts nur indirekt – durch die Wirkung – erkennen. Auch bei Sensoren, deren Werte nicht über ein Netzwerk übertragen werden, kann der Testingenieur nur schwer auf Fehler in der Software-Anbindung schließen. Es ist ihm von außen nicht ersichtlich, an welcher Stelle der Sensorwert falsch verarbeitet wird.

Je nach Zeitpunkt in der Steuergeräteentwicklung werden verschiedene Methoden angewendet, die den Zugang zu internen Steuergerätedaten erlauben. In frühen Phasen werden beispielsweise die steuergeräteinternen Werte oft über das Hilfsmittel sogenannter „reservierter Entwicklungsbotschaften“ nach außen gegeben (**Bild 1**). Für den Funktionsentwickler eines Zulieferers ist dies eine effektive und schnelle Möglichkeit, die genau auf den jeweiligen Zweck zugeschnitten ist. Diese Zusatzbotschaften müssen

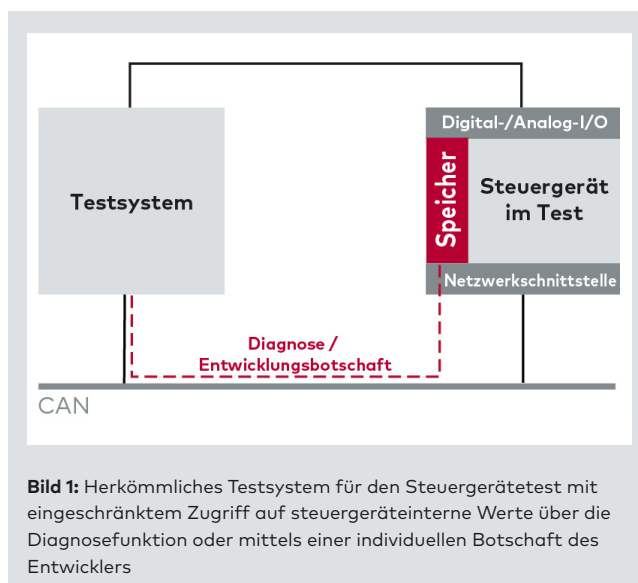


Bild 1: Herkömmliches Testsystem für den Steuergerätetest mit eingeschränktem Zugriff auf steuergeräteinterne Werte über die Diagnosefunktion oder mittels einer individuellen Botschaft des Entwicklers

aber für die späteren Entwicklungsphasen und insbesondere für die Systemintegration und die Serienfertigung wieder entfernt werden. Sie bedeuten eine zusätzliche Buslast und

im schlimmsten Fall kollidieren sie im System sogar mit Botschaften anderer Komponenten.

Eine weitere Möglichkeit, an die internen Werte zu gelangen, ist die Diagnose (**Bild 1**). Mit ihr stehen einige Informationen direkt zur Verfügung, beispielsweise über den Fehler-speicherzugriff. Ebenso lesen spezielle Diagnoseservices die benötigten Werte aus dem Speicher aus. Der Vorteil hierbei ist, dass ein Standardzugriff verwendet wird. Es muss lediglich der Diagnosedreiber bereits fertig integriert sein, der in aktuellen Steuergeräten aber meist vorhanden ist. Nachteilig bei dieser Methode ist allerdings, dass neben den zu messenden Werten viele zusätzliche Diagnoseprotokollinformationen übertragen werden und somit die Netzwerkschnittstelle entsprechend belastet ist. Eine Datenflussanalyse vieler Werte ist nicht möglich, insbesondere da die Messwerte keine Zeitstempelinformation enthalten.

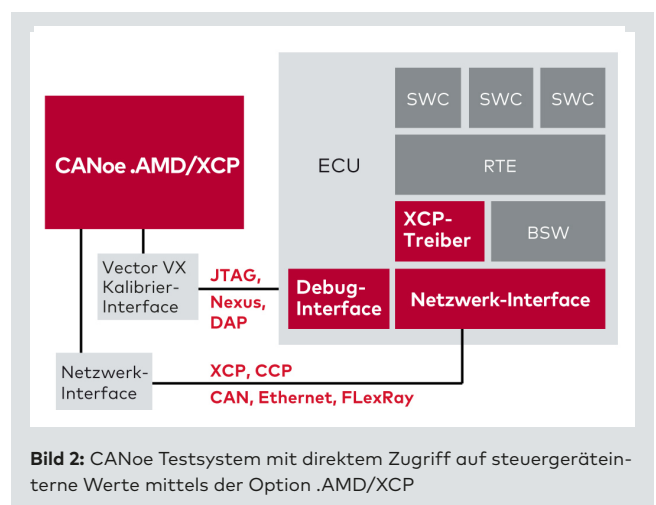
XCP als Testzugang

Muss die Belastung der Netzwerkschnittstelle geringgehalten werden, bietet sich als Alternative ein Kalibrierungsprotokoll an. Ursprünglich wurden diese für den Steuergeräte-applikateur entwickelt. Er verändert darüber online Parameter oder Kennfelder im Steuergerät und optimiert so seine Algorithmen. Mit dem vom ASAM standardisierten XCP-Protokoll liest der Anwender bei Bedarf einzelne Werte direkt aus dem Steuergerät. Auch liefert es über sogenannte Data-Aquisition-(DAQ)-Listen zyklisch einen definierten Satz Messwerte vom Steuergerät. Das XCP-Protokoll ist so definiert, dass es Daten effizient über das Netzwerk liefert. Zum Beispiel werden die DAQ-Listen nach der Konfiguration über das Testsystem mittels eines einzelnen Identifiers übertragen. Zudem lassen sich die Messzeitpunkte für die DAQ-Listen auch auf steuergeräteinterne Vorgänge synchronisieren. Automatisierte Testsysteme stellen ähnliche Anforderungen an das System. Über den Weg des XCP-Protokolls ist es somit möglich, ohne große Belastung des Steuergeräts und des verwendeten Netzwerks interne Werte in die Testabläufe zu integrieren.

Für das Verwenden eines weit verbreiteten Standards wie XCP spricht außerdem, dass die Konfiguration in der Werkzeugkette sehr einfach möglich ist. Alle nötigen Informationen, wie die programminternen Speicherstellen mit ihren Namen oder die Kommunikationsparameter, stehen bereits in der A2L-Datei. Je nach Entwicklungsumgebung wird die A2L-Datei automatisch erstellt oder muss in einem weiteren Schritt aus der Linker-Map-Information generiert werden. Diese Datei hat der Anwender lediglich im Testwerkzeug für jedes im Test verwendete Steuergerät zu konfigurieren. In einem zweiten Schritt wählt er nun die für die Testabläufe nötigen Symbole aus der A2L-Datei aus.

CANoe Option .AMD/XCP

Die Option .AMD/XCP ergänzt das Testwerkzeug CANoe von Vector um die einfache Möglichkeit, steuergeräteinterne Werte zu lesen und zu schreiben. Dabei wird neben dem XCP-Standard auch das Vorgängerprotokoll CCP unterstützt. Ist die A2L-Datei einmal konfiguriert und sind die nötigen Werte ausgewählt, erfasst CANoe diese automatisch und bildet sie als Systemvariablen ab. Mit diesen Variablen kann der Anwender die Informationen nun in allen Testaufgaben einsetzen. Somit ist neben dem Zugriff auf die Steuergeräteein- und -ausgänge auch ein Blick tief in den Steuergerätespeicher möglich (**Bild 2**).



Bei einfachen Analyseaufgaben stellt der Anwender die Daten im Trace- oder Grafik-Fenster sowie mit Hilfe von Panels dar und bewertet selbst die Ergebnisse. Für komplexere Testabläufe bietet das Test Feature Set in CANoe umfangreiche Möglichkeiten, Testfälle zu erstellen und automatisch zu bewerten. Damit ist es beispielsweise möglich, die korrekte Funktionsweise der Netzwerk-Management-Zustandsmaschine zu prüfen. Die entsprechende Stimulation erfolgt über die Restbussimulation von CANoe und die Reaktion des Steuergeräts ist nicht nur auf dem Netzwerk, sondern direkt im Steuergerät über XCP messbar. Deutlich verringert ist auch der Aufwand für die Durchführung von Testfällen, die zum Beispiel Sensoren benötigen. Die Sensorwerte schreibt das Testsystem über XCP direkt in die Speicherzelle im Steuergerät. Somit entfällt das aufwändige Anschließen und Ansteuern der Originalsensoren an dem Steuergeräteeingang. Dem Steuergerät wird dadurch vorgegeben, dass der Sensor und der entsprechende Hardware-Treiber den Wert korrekt gemessen haben. Dasselbe funktioniert natürlich auch in die andere Richtung. Hierbei geht man davon aus, dass die Leistungsendstufe und der Aktuator getestet und abgenommen sind. In diesem Fall misst das Testsystem über XCP den Wert, den die Applikation der Treiberstufe vorgibt.

Zugriff mit hohen Datenmengen

Müssen in einem Testfall große Datenmengen zwischen dem Testsystem und dem Steuergerät ausgetauscht werden oder sind besonders schnelle Vorgänge zu überwachen, so ist eine XCP-Verbindung über ein CAN Netzwerk nicht mehr möglich. In diesem Fall bietet sich ein direkter Zugriff auf die Debug-Schnittstellen des Steuergerätes an. Dies kann zum Beispiel über eine NEXUS- oder JTAG-Schnittstelle geschehen. Diese Protokolle greifen – zum Teil ohne Belastung des Micro-Controllers – direkt auf den Steuergerätespeicher zu. Hierdurch kann der Anwender schnell sehr hohe Datenmengen aus dem System auslesen ohne den Netzwerkzugang und das Steuergerät zu belasten.

Den direkten Zugriff auf die NEXUS- oder JTAG-Schnittstelle eines Steuergeräts erlaubt beispielsweise die Vector VX Hardware (**Bild 2**). Da diese über XCP on Ethernet mit dem Testsystem kommuniziert, ist die Integration in CANoe genauso einfach, wie die Integration bei dem XCP-Zugriff über CAN. Durch die Kombination von VX Hardware mit dem CANoe Testsystem ist die Leistung des Testsystems weiter gesteigert – ganz ohne negative Einflüsse im Kommunikationsmedium.



Oliver Falkner

Oliver Falkner studierte Elektrotechnik an der Universität Stuttgart. Nach dem Studium trat er 1999 bei Vector in Stuttgart ein und ist dort Gruppenleiter im Produktmanagement der Produktlinie Networks and Distributed Systems.

Bildrechte:

Alle Bilder Vector Informatik GmbH