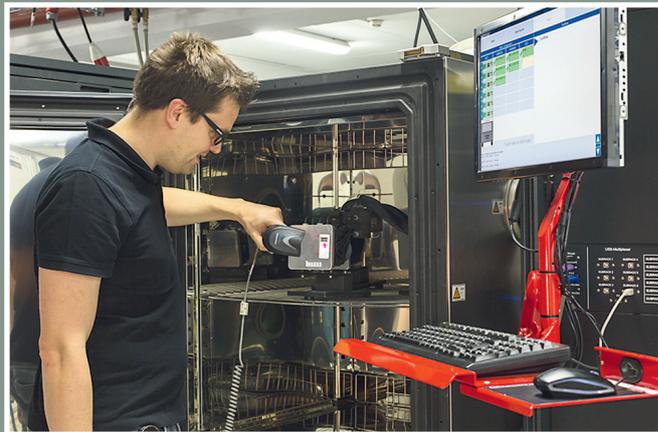




Weltweit hat ZF über 30 der flexiblen Prüfstände im Einsatz. In Klimakammern werden die Steuergeräte verschiedensten Umwelteinflüssen ausgesetzt und so auf Herz und Nieren geprüft.



Durch das Scannen eines Barcodes an Prüfling und Kabelbaum sowie an Kabelbaum und Subrack wird sichergestellt, dass die Messkanäle richtig zugeordnet werden. Fehler sind so nahezu ausgeschlossen.

Wie Teststände flexibel werden

Neue Prüfstandsgeneration verkürzt Umrüstzeiten

Um Zeit bei der Konfiguration von Prüfständen und bei der Programmierung von immer komplexeren Testabläufen zu sparen, hat der Automobilzulieferer ZF gemeinsam mit dem Messtechnik-Spezialisten Smart Testolutions eine neue Prüfstandsgeneration entwickelt. Deren große Stärke: Flexibilität.

Autoren: Norbert Witteczek, Stefan Siefert-Gäde

Dreißig Prozent des Produktionswerts eines Autos entfallen inzwischen auf Elektrotechnik und Elektronik, berichtet der Branchenverband ZVEI. Tendenz weiter steigend. In einigen Modellen der Oberklasse regeln heute bereits über 100 Steuergeräte zahlreiche Elektronikschaltkreise. Dabei kommunizieren sie über Datenbusse vernetzt miteinander und mit den ebenfalls reichlich im Fahrzeug verteilten Sensoren. Mit der Komplexität der Komponenten wachsen auch die Anforderungen an die Produkterprobung.

Jedes Steuergerät muss deshalb vor der Freigabe eine Reihe an funktionalen, elektrischen und mechanischen Tests absolvieren. Beispielsweise werden die Steuergeräte in einem Dauerlaufstest über mehrere Monate zyklischen Temperaturwechseln und Vibrationen ausgesetzt sowie mit Salznebel und Wasser besprüht.

Die Ergebnisse dieser Umwelt- und Lebensdauerprüfungen sind nur dann aussagekräftig, wenn der Prüfstand die elektrische und elektronische Umgebung der Steuergeräte im Fahrzeug lückenlos nachbildet. Sämtliche analogen und digitalen Signale müssen ebenso simuliert werden wie die sogenannte Restbussimulation, die Nachrichten von anderen im Fahrzeugnetzwerk vorhandenen Steuergeräten nachbildet.

Das Problem: Jede Fahrzeugumgebung ist anders. Die Prüfstände müssen nicht nur umgerüstet werden, wenn Steuergeräte für unterschiedliche Anwendungen getestet werden sollen, sondern auch, wenn ein bestimmtes Gerät in einem anderen

Fahrzeugmodell zum Einsatz kommen soll. Mit der zunehmenden Komplexität der Fahrzeugelektronik in den vergangenen Jahren hat der Zeitaufwand für die Anpassung der Testsysteme enorm zugenommen. Gleichzeitig haben sich die dafür vorgesehenen Zeitschienen kaum verändert. Ein Dilemma, aus dem es nur einen Ausweg gibt: Die Umrüstzeiten der Prüfstände müssen verkürzt werden.

Verkürzung von acht Monaten auf wenige Wochen

In Zusammenarbeit mit Smart Testolutions ist das der Division Aktive & Passive Sicherheitstechnik von ZF gelungen. Prüfstands Anpassungen, die früher bis zu acht Monate dauerten, sind heute in drei bis vier Wochen erledigt. Erreicht wurde die erhebliche Verkürzung durch die Entwicklung einer neuen Prüfstandsgeneration, die sich durch eine große Flexibilität auszeichnet und dank einer schlanken Skriptsprache und spezieller Treiber leicht zu konfigurieren ist.

Für die hohe Flexibilität sorgt zum einen der modulare Aufbau des Prüfstandes. Ein Testrig setzt sich aus sechs Subracks zusammen, von denen jedes einen Kanal bedient. Es können also sechs Steuergeräte gleichzeitig getestet werden. Die sechs Einheiten teilen sich lediglich den PC zum Teststart und zur Datenvisualisierung sowie die Stromversorgung, arbeiten aber ansonsten völlig unabhängig voneinander.

Jedes Subrack ist eine eigenständige Funktionseinheit und

verfügt über einen internen ARM9-basierten Prozessrechner, auf dem als Betriebssystem Linux mit einem Realtime Patch läuft. Dieses hat sich selbst bei Dauerlauftests von mehr als 5000 Stunden als sehr betriebssicher erwiesen. Auf das echtzeitfähige Betriebssystem setzt die Applikation „MCM Process Realtime“ auf, in die ein Lua-Skriptinterpreter integriert ist. Prüfabläufe lassen sich also mit der vergleichsweise einfachen Skriptsprache Lua erstellen, die keinen Compiler benötigt, sondern zur Laufzeit in Maschinensprache übersetzt wird.

In den Prozessrechner ist außerdem ein Pufferspeicher integriert, in dem sämtliche Messdaten abgelegt werden. Nach Einstellung der Prüfparameter kann der Prüfvorgang also unabhängig von einem externen Computer erfolgen.

Die Eigenständigkeit der Subracks hat mehrere Vorteile. Zum einen wird verhindert, dass ein kompletter Prüfdurchlauf an sechs Steuergeräten verloren geht, wenn an einem Subrack eine Störung auftritt. In diesem Fall müssen die Tester lediglich das eine Subrack austauschen, die anderen Prüfungen laufen ungestört weiter. Das spart Zeit.

Subracks werden außerhalb des Prüfstands konfiguriert

Eine weitere Zeitersparnis ergibt sich dadurch, dass sich die einzelnen Subracks einfach aus dem Prüfstand entnehmen und auch außerhalb konfigurieren lassen. Dazu sind die Module in einem mobilen Tischgehäuse verbaut, das außerhalb des Prüfstandes an einen PC angeschlossen wird. Auf diese Weise können die Testingenieure die Subracks bereits für die nächste anstehende Prüfung konfigurieren, während auf dem Prüfstand noch der aktuelle Test läuft. Sobald dieser beendet ist, müssen nur die Subracks ausgetauscht und die neuen Prüflinge angeschlossen werden.

Da jedes Subrack im Prinzip ein eigener unabhängiger Prüfstand ist, lässt es sich aber nicht nur außerhalb des Testrings konfigurieren, sondern auch betreiben. Das macht einen entwicklungsbegleitenden Einsatz möglich. Hierfür geschriebene Skripte können später direkt für die Erprobung übernommen werden. Im Prüfstand wiederum erlaubt die Eigenständigkeit das parallele und asynchrone Abarbeiten unterschiedlicher Testskripte je Prüfling.

Trennung von Kommunikation und Messtechnik

Ein weiterer Schritt hin zu mehr Flexibilität ist die strikte Trennung von Kommunikationsebene einerseits und Testcontroller samt der dazugehörigen Messhardware andererseits. Denn die Testabläufe für ein bestimmtes Steuergerät und die eingesetzte Messtechnik unterscheiden sich von Fahrzeughersteller zu Fahrzeughersteller meist nicht besonders. Die Kommunikation dagegen sehr.

Um diese Trennung zu ermöglichen, hat Smart Testolutions auf Wunsch von ZF in jedes Subrack das modulare Kommunikationsinterface VN8900 des Herstellers Vector Informatik mit dem Einschub VN8970 integriert. Das Netzwerk-Interface unterstützt Bussysteme wie CAN, Flexray, LIN und K-Line und ist wie die Messtechnik auch ein Embedded-System, das von einem PC aus über USB oder Ethernet konfiguriert werden



Eck-DATEN

ZF hat zusammen mit Smart Testolutions eine neue Prüfstands-Generation entwickelt. Die modernen Prüfstände zeichnen sich durch eine sehr hohe Flexibilität aus, die im Wesentlichen auf drei Faktoren basiert:

- Ein Prüfstand besteht aus mehreren Subracks, von denen jedes einzelne auch außerhalb des Prüfstandes konfiguriert und betrieben werden kann.
- In jedem Subrack sind Kommunikationsebene und Messtechnik konsequent voneinander getrennt.
- Die Integration eines Lua-Skriptinterpreters in den Testcontroller erlaubt es den Testentwicklern, via Lua auf vorgefertigte Funktionsbausteine zuzugreifen.

Dank dieser Features konnte ZF die Umrüstzeiten von mehreren Monaten auf wenige Wochen reduzieren.

kann. Es übernimmt die komplette Kommunikation mit dem Steuergerät und kommuniziert mit dem Testcontroller von Smart Testolutions über LAN. Für diese Lösung von Vector sprach, dass die Entwicklungsabteilungen bei ZF mit dem Vector-Simulationswerkzeug CANoe arbeiten. So können die Testentwickler die aus den Entwicklungsabteilungen vorhandenen CANoe-Restbussimulationen mit minimalen Änderungen in ihren Tests weiterverwenden.

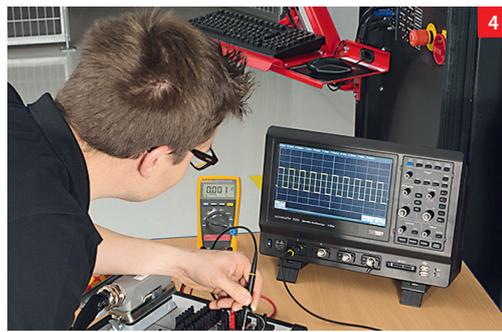
Zunächst lief die LAN-Verbindung zwischen Kommunikationsbox und Prozessrechner über das Ethernet-Protokoll UDP. Dieses übermittelt zwar Datenpakete, prüft aber nicht deren vollständige Übermittlung und ist daher vergleichsweise unsicher. Nachrichten, die durch eine elektrische Störung oder EMV-Störungen nicht übertragen werden, sind unwiederbringlich verloren. Daher beauftragte ZF Smart Testolutions mit der Weiterentwicklung der Testcontroller-Software MCM Process Realtime, sodass diese das abgesicherte Protokoll TCP/IP unterstützt.

Die jüngste Version der Software bietet darüber hinaus eine Reihe weiterer neuer Funktionen, von denen viele aus der intensiven Zusammenarbeit der beiden Partner bei der Entwicklung der Prüfstände resultieren. So zum Beispiel eine weitere CAN-Schnittstelle, die erlaubt, zusätzliche Mess- oder Simulationsbaugruppen anzuschließen, ohne die Trennung von Kommunikation und Messtechnik aufzubrechen. Auch die Hardware-Erweiterungen werden wie die bestehenden Simulations- und Messbaugruppen von Smart Testolutions durch den Testcontroller als zentrale Instanz für das Gesamtsystem gesteuert.

Die Trennung von Kommunikation und Messtechnik hat den Vorteil, dass auf der Messtechnikebene stark standardisiert werden kann. Beim Umrüsten von einem OEM auf einen anderen müssen die Testskripte, die auf dem Prozessrechner laufen, wenn überhaupt nur minimal geändert werden. Die Hauptanpassungsarbeiten finden am Kommunikationsinterface statt. Das bringt neben einer Zeitersparnis auch ein Plus an Sicherheit. Denn die Prüf- und Diagnoseskripte haben sich in monatelangen Dauertests bewährt, jede Änderung birgt ein Risiko.

Standardisierte Skript-API erleichtert die Konfiguration

Die Integration der Skriptsprache Lua in die Testcontroller-Soft-



- 3** Fällt ein Messkanal aus, muss lediglich das betroffene Subrack ausgetauscht werden. Die verbleibenden fünf arbeiten normal weiter, so dass bei einer Störung nicht der gesamte Prüflauf verloren geht.
- 4** Zubehör von Smart Test Solutions wie maßgeschneiderte Trennadapter ermöglicht den ZF-Ingenieuren einen tiefen Einblick ins Testsystem.
- 5** Weltweit hat ZF über 30 Prüfstände und weit über 200 Subracks im Einsatz.

ware MCM Process Realtime ist ein weiterer wesentlicher Faktor für die Effizienz des Testtrigs. Lua wurde speziell für ressourcenlimitierte Controller entwickelt. Die Skriptsprache ist vergleichsweise schlank, nimmt also wenig Rechenzeit und Ressourcen in Anspruch. Im Hinblick auf das Ziel, Umrüstzeiten zu verkürzen, liegt der große Vorteil von Lua jedoch vor allem darin, dass die zuständigen Mitarbeiter in den Prüfabteilungen damit ohne große Einarbeitungszeit Prüfprogramme erstellen können. Lua ist der Programmiersprache C sehr ähnlich, die Ingenieure in der Regel aus dem Studium kennen.

Um den Konfigurationsprozess weiter zu beschleunigen hat Smart Test Solutions eine Reihe an Funktionsbausteinen programmiert, auf die die Testfallentwickler via Lua zugreifen und sie kombinieren können. Auf diese Weise werden in sehr kurzer Zeit die Prüfabläufe für verschiedene Steuergeräte definiert und die Messhardware entsprechend konfiguriert. Weiterer Vorteil: Über das Internet können die Prüfabteilungen auf weitere Lua-Funktionsbausteine zugreifen, die dort in Bibliotheken frei zugänglich sind. Sie werden also befähigt, auf geänderte Anforderungen kurzfristig selbst zu reagieren. Dazu benötigen sie keine aufwendigen Tools oder Entwicklungsumgebungen. Sie schreiben lediglich in einem gewöhnlichen Texteditor ein vergleichsweise simples Skript und übertragen es per Filetransfer in den Testcontroller, der bei Smart Test Solutions auch als Prozessbaugruppe bezeichnet wird.

ZF hat seine Skripte fast ausnahmslos selbst erstellt, profitiert aber auch von dem Vorteil, dass einmal programmierte Bausteine wieder verwendet und Testabläufe unabhängig von der Betriebssoftware der Prüfstände definiert werden können. Durch die große Flexibilität der Prüfstände, von denen ZF inzwischen weltweit über 30 Stück im Einsatz hat, werden die Umrüstzeiten drastisch reduziert. Erstmals kamen sie beim Test von Steuergeräten für ein elektronisches Schlupf-Regel-System zum Einsatz. In nur vier Wochen rüstete das Test-Equipment-Team von ZF die Prüfstände für die Erprobung eines Kamerasystems um. Früher hätte dieser Prozess acht Monate gedauert.

*Statt acht
Monaten
dauert die
Umrüstung
jetzt nur noch
vier Wochen.*

Auf der Messtechnikseite brachte der Prüfstand das meiste bereits mit, denn das Schlupf-Regel-System mit integrierter Parkbremse, für das er ursprünglich ausgelegt wurde, ist in punkto elektronischen Schnittstellen eines der komplexesten Module im Portfolio der ZF-Division. Da die Testsysteme je Prüfling eine spezielle Evaluation-Baugruppe (EVA-Board) besitzen, können die Prüfer bei ZF auch notwendige elektrische Anpassungen an die I/O Kanäle der Prüflinge eigenständig vornehmen. Durch

den Einsatz des EVA-Boards und das Lua-Skripting ließen sich die I/O-Schnittstellen schnell an das Kamerasystem anpassen. Der größte Unterschied beim Test der Kamerasysteme zu dem Test der Schlupfregelsysteme lag dabei in der Komplexität der Kommunikation sowie den unterschiedlichen Lasten. Beim Kamerasystem kommen CAN und Automotive Ethernet zum Einsatz, was über ein zusätzliches Vector-Modul (VN5610) dargestellt ist, während bei dem ESP-System nur CAN, Flexray und LIN eingesetzt wurden.

Ausblick: Schlanke Kommandos für Industrie 4.0

Die Lua-Skripting-Fähigkeit beschleunigt aber nicht nur die Umrüstzeiten. Mit dem integrierten Lua-Skriptinterpreter ist die neue Prüfstandsgeneration darüber hinaus auch für Industrie-4.0-Szenarien der Zukunft gut gerüstet. Aufgrund ihres geringen Ressourcenbedarfs eignet sich die Skriptsprache Lua ideal für den Einsatz in kleinen, vernetzten Geräten und Steuerungen. Erste Hersteller gehen daher bereits dazu über, Lua als Basis für vernetzte Maschinenintelligenz zu implementieren. Auch in den Testabteilungen wird die industrielle Automatisierung voranschreiten. Denkbar wäre beispielsweise folgendes Szenario: Der Prüfling kommuniziert mit dem Prüfstand und identifiziert sich. Daraufhin konfiguriert sich der Prüfstand auf Basis dieser Informationen selbsttätig. (ku)

Autoren

Norbert Witteczek

Business Manager Test Systems & Applikations bei Smart Test Solutions

Stefan Siefert-Gäde

Verantwortlich für das Test Equipment der Division Aktive & Passive Sicherheitstechnik bei ZF