

Scriptbasierte Automatisierungslösung mit compactRIO und DIAdem

Kurzfassung

Automatisiert zu messen und zu prüfen bedeutet, viele Teilaufgaben zu lösen: Daten müssen erfasst, skaliert, visualisiert und gespeichert werden. Erfasste Signale sind zu verrechnen und Steuersignale auszugeben. Gespeicherte Daten sind zu sichten, zu analysieren und zu verdichten. Wechselnde Anforderungen erfordern die Anpassung von Meß- und Prüfabläufen. Benutzer sollen durch bedarfsgerecht zugeschnittene Oberflächen geführt und in ihrer Arbeit unterstützt werden. Das eigentliche Ziel steht am Ende aller Aufwendungen: das Prüfergebnis, dokumentiert in einem aussagekräftigen Report oder strukturiert eingetragen in eine Datenbank.

Diese Aufgaben zu lösen ist allein schon Herausforderung genug und wird noch anspruchsvoller, wenn zur Lösung Hard- und Software-Produkte mit vielfältigen Schnittstellen und verschiedenen Programmiersprachen kombiniert werden müssen. Einfacher wird es, wenn eine integrierte Hard- und Software-Lösung mit vordefinierten Funktionen zur Erfüllung all dieser Aufgaben verwendet wird.

Der Beitrag beschreibt exemplarisch eine komplette Automatisierungslösung basierend auf compactRIO und DIAdem, die alle genannten Funktionen abdeckt und diese in einer einheitlichen Scriptumgebung anbietet.

Abstract

Automated measurement and test means to solve many subtasks: data must be recorded, scaled, visualized and stored. Acquired signals are to be calculated and control signals have to be generated. Stored data is to be screened, analyzed and compressed. Changing needs require adjustment of measuring and test procedures. Users should be guided through tailored surfaces and supported in their work. Eventually, at the end of all efforts the ultimate goal must be reached: test results shown in a meaningful report or entered into a structured database.

To solve these tasks alone is difficult enough and it becomes more serious when different software products with a variety of interfaces need to be combined to create a solution. Things will be easier when an integrated hardware and software solution with pre-defined functions is used to fulfil all these tasks.

As an example, this paper describes a complete automation solution based on compactRIO und DIAdem that covers all aspects and offers all functions in a consistent script environment.

Flexibel und übersichtlich in einem Script

Applikationen für den End-of-Line-Test von elektropneumatischen Komponenten sind in der Regel so komplex wie die Geräte, zu deren Prüfung sie entwickelt werden. Zum einen müssen sie das Spektrum der Anforderungen, die an solche Geräte gestellt werden, durch eine Vielfalt von Prüfalgorithmen abdecken, zum anderen verlangen moderne Fertigungsstrukturen kurze Prüfzeiten und höchste Stabilität der Prüfsoftware. Im Ergebnis entstehen umfangreiche Programmstrukturen, die nur durch erfahrene Softwarespezialisten an neue Prüfaufgaben angepaßt werden können und bei denen sich die Möglichkeiten des Bedieners auf eine reine Parametrierung der Prüfprozesse beschränken.

Dem gegenüber steht die Forderung, bei der Entwicklung neuer Geräte oder bei der Anpassung der Prüfung an neue Kundenvorgaben einfach und schnell neue Prüfalgorithmen implementieren und testen zu können. Dabei soll dies idealerweise durch diejenigen geschehen, die über das Applikations-Know-how hinsichtlich der Prüflinge verfügen. Diesen Fachleuten für elektrische, pneumatische oder mechanische Aufgaben fehlt es aber in der Regel schlicht an Zeit für die intensive Beschäftigung mit einer komplexen Software.

Nach intensiver Bewertung der Möglichkeiten für eine Lösung dieses Problems entstand bei der Aventics GmbH in Laatzen (ehemals Bosch Rexroth Pneumatics) die Idee, die vorhandenen Universalprüfstände für elektropneumatische Komponenten mit einer scriptbasierten Programmierumgebung zu versehen, die eine einfache und flexible Nutzung der vorhandenen komplexen Prüffunktionalität ermöglicht. Die Beschränkung auf eine reine Scriptprogrammierung sichert dabei die einfache Lesbarkeit der Steuerungssoftware. Der Verzicht auf eine separate Speicherung und Bearbeitung von Parametern - wie bei komplett ausprogrammierten Applikationen üblich - und deren direkte Einfügung in das Script trägt ebenfalls dazu bei, die Übersichtlichkeit speziell für sporadische Anwender zu erhöhen.

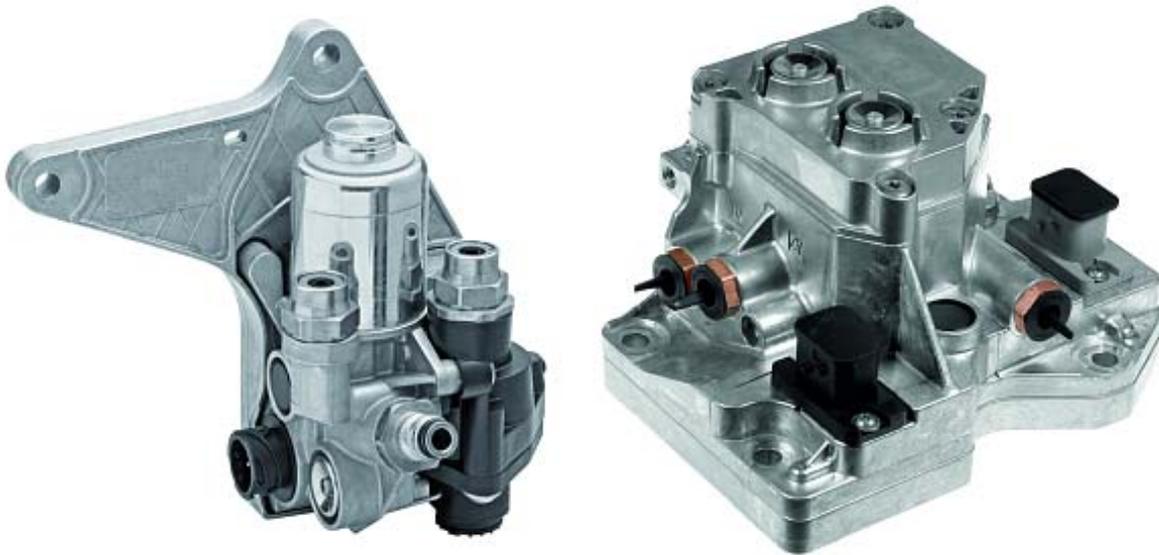


Bild 1: Geräte unterschiedlicher Bauformen und Funktionsweisen können dank der Scriptsteuerung auf einem Prüfstand getestet werden.

Beauftragt mit der Implementierung dieser Programmierumgebung unter dem Titel Scriptsteuerung wurde der Autor, der bereits für die Entwicklung der Prüfstandssoftware verantwortlich zeichnete. Der Hardware-Aufbau der Prüfstände, bestehend aus einem Programmable Automation Controller (PAC) National Instruments compactRIO mit zahlreichen C-Series-Modulen zur Erfassung und Ausgabe analoger, digitaler und Bussignale sowie einem PC als Plattform für Bedienung, Ablaufsteuerung und Datenhaltung sollte dabei ebenso unverändert beibehalten werden, wie die Software-Struktur. Diese besteht aus einer DIAdem-Applikation auf dem PC und einer LabVIEW-Anwendung auf dem Controller, wobei beide Programmebenen wiederum aus verschiedenen Komponenten mit einer ausgeklügelten Aufgabenteilung bestehen. Die DIAdem-Applikation besteht aus zwei Instanzen, die durch parallele Abarbeitung von Meß- und Steuer- sowie Auswertefunktionen kürzestmögliche Prüfzeiten sicherstellen. Die LabVIEW-Anwendung umfaßt mehrere FPGA-Module für schnelle und eine Real-Time-Applikation für komplexe hardwarenahe Aufgaben.

Die Kommunikationsschnittstelle zwischen PC und cRIO existiert in zwei Ausprägungen. In der ursprünglich implementierten Variante tauschen beide Ebenen Daten via TCP/IP aus. Diese Schnittstelle kommt ohne zusätzliche Hard- und Software aus, hat aber wegen fehlender Echtzeitfähigkeit den Nachteil, daß alle Erfassungs- und Ausgabefunktionen, für die hohe Anforderungen an das Zeitverhalten bestehen, ausschließlich auf dem cRIO realisiert werden können. Entsprechende Funktionen, die auch im DIAdem-Meß- und Steuermodul DAC vorhanden sind, können nur für quasistatische Vorgänge genutzt werden. In der neuentwickelten Version unter Nutzung des DIAdem-EtherCAT-Treibers der a-solution GmbH erfolgt der Datenaustausch zwischen PC und PAC hingegen in Echtzeit, so daß auch die sehr einfach zu handhabenden und flexibel nutzbaren Erfassungs- und Ausgabefunktionen und DIAdem-DAC uneingeschränkt genutzt werden kann. Zudem bietet diese Schnittstelle einen größeren Datendurchsatz, was sowohl die Erhöhung der Abtastrate als auch die Vergrößerung der Kanalzahl bei Erfassung und Ausgabe ermöglicht.

Der DIAdem-EtherCAT-Treiber von a-solution ist eine Schnittstellenerweiterung von DIAdem-DAC, die auf der Basis der DLL-Schnittstelle GPI realisiert wurde. Damit ist die direkte Anbindung von EtherCAT-Hardware, wie z.B. das National Instruments EtherCAT-Slave-Chassis NI 9144 mit den zugehörigen I/O-Module der C-Serie, möglich. Basierend auf dem EtherCAT-Master der Kithara Software GmbH stellt der Treiber eine Anbindung von DIAdem an diesen schnellen Industrial-Ethernet-Standard her, die auch den Anforderungen von komplexen Steuer- und Regelfunktionen genügt. Gleichzeitig ist die Handhabung außerordentlich komfortabel. So wird die EtherCAT-Topologie automatisch erkannt und im DAC-Schaltplan zur Verfügung gestellt. Da der Kithara-EtherCAT-Master handelsübliche Netzwerkkarten unterstützt, ist für die Prozeßanbindung keine spezielle PC-Hardware notwendig. Das PAC-seitige Gegenstück bildet der cRIO-EtherCAT-Master, der standardmäßig für die Anbindung von Erweiterungschassis an cRIO-Controllern verwendet wird. Um im konkreten Falle die Kommunikation zwischen zwei Mastern zu ermöglichen, ist der Einsatz einer sogenannten EtherCAT-Bridge notwendig, die über den DIAdem-EtherCAT-Treiber von a-solution parametrisiert wird.

Sämtliche vom PAC erfaßten und ausgegebenen analogen, digitalen und Bussignale sind in die Datenerfassung integriert. Um die Applikation überschaubar zu gestalten und die erzeugte Datenmengen

zu begrenzen, erfolgt jedoch nicht die permanente Übertragung aller Signale, sondern es wird eine parametrierbare Auswahl von Signalen (n aus m) an den PC übergeben. Die Parameter der Signalauswahl umfassen jeweils Quell- (Hardware-) und Ziel- (Software-) Kanal sowie eine dieser Kombination zugeordnete vordefinierte Skalierung.

Uneingeschränkter Hardwarezugriff

Umgesetzt wurde die Scriptsteuerung als Befehlsenerweiterung in DIAdem-Script in Form sogenannter Anwenderbefehle, d.h. in Form von anwendungsspezifisch definierten Visual-Basic-Script-Funktionen, die nach entsprechender Anmeldung global verfügbar sind. Dieser Ansatz erlaubt es, auf sämtliche bereits in DIAdem vorhandenen Ressourcen für das Editieren, Debuggen und Aufrufen von Scripten zurückzugreifen und den Aufwand für die Implementierung auf die eigentliche Prüffunktionalität zu beschränken.

Mittels der Scriptsteuerung ist der lesende bzw. schreibende Zugriff auf sämtliche hardwareseitig vorhandenen Signale möglich. Diese umfassen neben den unmittelbar prüfungsrelevanten Signalen, die vom Prüfling und dessen Peripherie erfaßt bzw. an diese Komponenten ausgegeben werden, auch die Parameter des Prüfstands, die nur mittelbar in die Prüfung eingehen. Das Spektrum reicht dabei von analogen Signalen unterschiedlicher Art über statische und dynamische digitale Signale bis hin zu Bussignalen die via CAN, Profibus oder EtherCAT ausgetauscht werden.

Anders als bei vollautomatischen Prüfvorgängen besteht auch voller Durchgriff auf Sensorik und Aktorik des elektrischen und pneumatischen Prüfstandsbaus. Mit Ausnahme sicherheitskritischer Funktionen werden mit der Aktivierung der Scriptsteuerung alle automatischen, PAC-gesteuerten Abläufe deaktiviert.

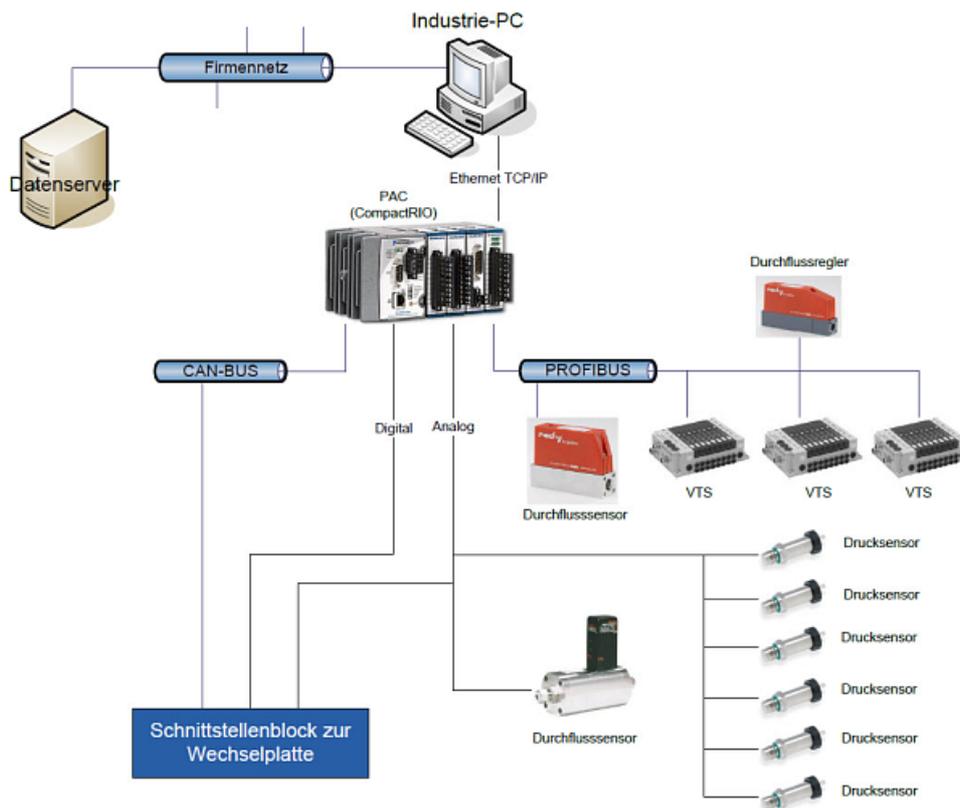


Bild 2: Die gesamte Aktorik und Sensorik der Universalprüfstände steht für die Nutzung in der Scriptsteuerung zur Verfügung.

Als Schnittstellenumsetzer zwischen den azyklischen Scriptbefehlen und der zyklischen Kommunikation mit dem PAC während des Prüfablaufs fungiert ein spezieller DIAdem-DAC-Schaltplan. Dieser verfügt nicht über eigene Steuerfunktionalität und nur über eine rudimentäre Visualisierung zu Diagnosezwecken. Für kurzfristig anstehende Steuersignale ist eine Selbsthaltung realisiert, die das Reagieren im *Steuerscript* unabhängig von den Latenzzeiten des Scripts ermöglicht. Alle notwendigen Reaktionen auf diese Signale werden dann wiederum durch den Anwender im *Steuerscript* implementiert. Die Selbsthaltung der Signale wird durch entsprechende Scriptbefehle zurückgesetzt.

Kleiner Befehl - große Wirkung

Obwohl die Scriptsteuerung den weiterhin komplett verfügbaren Standard-Befehlssatz von DIAdem nur um eine überschaubare Anzahl applikationsspezifischer Befehle erweitert, bedeuten diese doch einen erheblichen Funktionszuwachs, da sie in der Regel den gleichzeitigen Zugriff auf mehrere Module und zahlreiche Parameter beinhalten.

Basisfunktionen sind die Vorgabe und Erfassung von quasistatischen Soll- und Istwerten. Anhand einzelner Kanalnamen oder Kanallisten können damit analoge, digitale oder Bussignale ausgegeben bzw. erfaßt und für die weitere Verarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Dabei entfällt z.B. die Parametrierung des DAC-Schaltplans durch den Anwender. Alle notwendigen Einstellungen werden durch den entsprechenden Befehl vorgenommen.

Wenn das zeitliche Verhalten der Signale eine Rolle spielt, so besteht die Möglichkeit, wiederum durch einen einzelnen Befehl eine Sollkurvendatei zur Übertragung auf den PAC zu erzeugen. Sollwertkurven können dabei durch beliebige Funktionen innerhalb von DIAdem generiert oder aus externen Programmen und Dateiformaten importiert werden. Dies erfolgt wahlweise interaktiv oder automatisch mit Hilfe der Standardfunktionen von DIAdem. Zur Sicherung einer PAC-kompatiblen Struktur paßt die Funktion die erzeugten Sollkurvendateien hinsichtlich Kanalstruktur an. Weitere Befehle erlauben die Übertragung dieser im TDMS-Format gespeicherten Sollkurvendatei per FTP auf den PAC und den Aufruf der Ausgabe der in der Sollkurvendatei enthaltenen zeitlichen Signalverläufe auf dem PAC. Jedem physisch vorhandenen Ausgabesignal ist ein Kanal in der Struktur der Sollkurvendatei zugeordnet. Die Ausgabe des zeitlichen Verlaufs eines Signals erfolgt so lange, wie im jeweiligen Kanal Werte vorhanden sind (je Taktzeitpunkt ein Wert). Danach wird der für das zugehörige Signal zuletzt vorgegebene quasistatische Sollwert ausgegeben. Dessen Ausgabe erfolgt auch, wenn für das jeweilige Signal kein Kanal in der Sollkurvendatei enthalten ist.

Während der oben beschriebenen dynamischen Sollwertgenerierung kann durch weitere Befehle die Speicherung zeitlicher Verläufe einzelner oder aller Erfassungssignale sowie ausgewählter Sollwertsignale in einer Meßdatei angestoßen werden. Dabei besteht die Möglichkeit, einzelne zeitliche Abschnitte des Signals mit Kennern zu versehen, die beim anschließenden Laden zur Identifizierung dieser Abschnitte dienen, so daß nur relevante Daten geladen, ausgewertet und schließlich in einer Datei im vorgegebenen Format gespeichert werden.

Ebenso flexibel, wie die Steuerabläufe, die mittels der Scriptsteuerung realisiert werden können, sollten die Visualisierungsmöglichkeiten sein, die die Applikation sowohl für aktuelle Werte und zeitliche Verläufe von Signalen als auch für den Status des Prüfablaufs bietet. Deshalb wurden hier die Möglichkeiten genutzt, die sich aus der Kombination des DIAdem-Moduls VIEW und der scriptfähigen SUD-Anwenderdialoge ergeben. Während über die Dialoge zugeschnittene Anwenderschnittstellen in nahezu beliebiger Variantenvielfalt gestaltet werden können, lassen sich mittels vordefinierter Funktionen große Datenmengen schnell in die graphischen Darstellungen des Moduls überführen, wo mittels Cursorfunktionen zoomt und gescrollt, aber auch graphisch bearbeitet werden können. Daß dabei während der Laufzeit Daten permanent aktualisiert und erweitert werden können, ist einer mit DIAdem 2014 eingeführten Neuerung zu verdanken - der sogenannten Worker-Technologie. Damit können mehrere DIAdem-Instanzen unter optimaler Nutzung der PC-Ressourcen parallel Aufgaben abarbeiten und dabei über Standard-Schnittstellen sowohl Befehle als auch Daten austauschen.

Zusammenfassung

Dank des Einsatzes von compactRIO in Kombination mit DIAdem ist ein flexibles Prüfsystem entstanden, das einfach und schnell an neue Prüfaufgaben und -anforderungen angepaßt werden kann. Die einheitliche Scriptumgebung ermöglicht es, daß Lösung dieser Aufgabe nicht nur Software-Spezialisten vorbehalten ist.