

Drei Plattformen - eine Lösung: LabVIEW FPGA, LabVIEW RT und DIAdem in der Dauerprüfung von Hydraulikspeichern

Einfache Handhabung leistungsfähiger Systeme durch Kombination von NI-Hard- und -Software

Kurzfassung

PC-basierte Prüfsysteme stoßen schnell an ihre Grenzen, wenn es um die störungsfreie Erzeugung von Sollwertverläufen analoger Größen geht. Die Anwendung von Echtzeit- und FPGA-Hardware für häufig wechselnde Prüfaufgaben wiederum überfordert Gelegenheitsanwender. Die Lösung dieses Problems liegt in der Kombination von konfigurierbarer PC-Standardsoftware und maßgeschneiderten Applikationen auf Programmable Automation Controllern (PAC), die über Standardschnittstellen kommunizieren. Bei der Dauerprüfung von Hydraulikspeichern kommt zudem die Robustheit der Echtzeitcontrollerfamilie compactRIO von National Instruments zum Tragen.

Abstract

PC-based test systems reach their limits when analogue control signal runs for control applications are to be generated without disturbance. On the other hand side, use of real-time and FPGA hardware is too complicated for occasional users. The combination of configurable standard software and customized Programmable Automation Controller (PAC) applications communicating via standard interfaces solves this problem. Furthermore, in endurance tests of piston accumulators the ruggedness of National Instruments' real-time controller family compactRIO takes effect.

Dauertest unter Hochdruck

Die Hydraulikspeichersysteme der Bolenz & Schäfer GmbH in Biedenkopf-Eckelshausen werden überall dort eingesetzt, wo es gilt, große Energiemengen zu speichern, etwa um Pulsationen zu dämpfen und mechanische Schocks zu absorbieren, um Energiereserven für Notfallsituationen kurzfristig abrufen zu können, wie bei Offshore-Bohrtürmen und Windkraftanlagen, oder aber um Energie zur Erreichung extremer Beschleunigungen in kürzester Zeit freisetzen zu können, wie etwa bei Crash-Anlagen und Achterbahnen. Die Hydraulikspeicher arbeiten mit extrem hohen Drücken bis zu 2000 bar. Entsprechend aufwendig ist ihre Entwicklung und Prüfung.

Zum Nachweis der Dauerfestigkeit werden die Hydraulikspeicher in sogenannten Pulsversuchen über längere Zeiträume mit zumeist sinusförmigen Druckverläufen beaufschlagt. Ein typischer Versuch umfaßt dabei mehr als zwei Millionen Lastwechsel, während der die Dehnung der Speicher überwacht wird. Hochdynamische hydraulische Regelventile mit elektrischer Ansteuerung stellen die Drücke ein, die auch bei den Tests mehrere hundert bar erreichen können. Die Sensibilität der Ventile für kleinste Sollwertänderungen verlangt dabei eine störungsfreie Sollwertgenerierung, wie sie PC-basierte Systeme im Windows-Umfeld nicht sicherstellen können. Lange Zeit dienten Kombinationen aus PC, externen Meßgeräten und analogen Funktionsgeneratoren, die aufwendig zu bedienen sind und deren Einstellungen nur manuell dokumentiert werden können, zur Versuchsdurchführung. Um die Arbeit der Versuchingenieure zu erleichtern, entwickelte der Autor im Auftrag von Bolenz & Schäfer einen universellen softwaregesteuerten Funktionsgenerator mit simultaner Erfassung analoger Signale.

Bei der Auswahl der Hardware galt es, zahlreiche Aspekte zu beachten. Entscheidendes Kriterium war dabei die Fähigkeit des Systems, glatte Sollkurven mit möglichst vielen Stützpunkten, d.h. mit einer möglichst hohen Taktrate, zu generieren, um die Stoßbelastung für die nachgeschaltete Hydraulik zu minimieren. Angesichts einer geforderten maximalen Signalfrequenz von 100 Hz sollte die Sollwertgenerierung mit einer Taktfrequenz von 100 kHz erfolgen, um auch in diesem Falle 1000 Stützstellen je Periode sicherstellen zu können. Ein weiteres Auswahlkriterium stellte eine robuste und kompakte Bauform dar, die den Betrieb des Geräts in einer Werkstattumgebung und den Einbau in einen vorhandenen Schaltschrank bei geringem Platzbedarf ermöglicht. PC-kompatible Schnittstellen sollten den einfachen Datenaustausch zwischen Funktionsgenerator und Prüfrechner sicherstellen. Zudem mußte das Gerät entsprechend der Spezifikationen in der Lage sein, nicht nur Sollwerte auszugeben, sondern zusätzlich auch Meßwerte zu erfassen.

Auf Grund des industrietauglichen Designs, der standardmäßigen Verfügbarkeit von Ethernet- und RS-232-Schnittstellen und vor allem der leistungsfähigen Hardware-Plattformen Echtzeitcontroller und FPGA wurde National Instruments compactRIO als Basis für die Erstellung des Geräts gewählt. Dabei erfüllt bereits das "Einsteigermodell" cRIO-9073 mit integriertem Controller und einem FPGA mit zwei Millionen Gattern die Anforderungen an die Rechenleistung und trägt zu einer kostengünstigen Lösung bei.

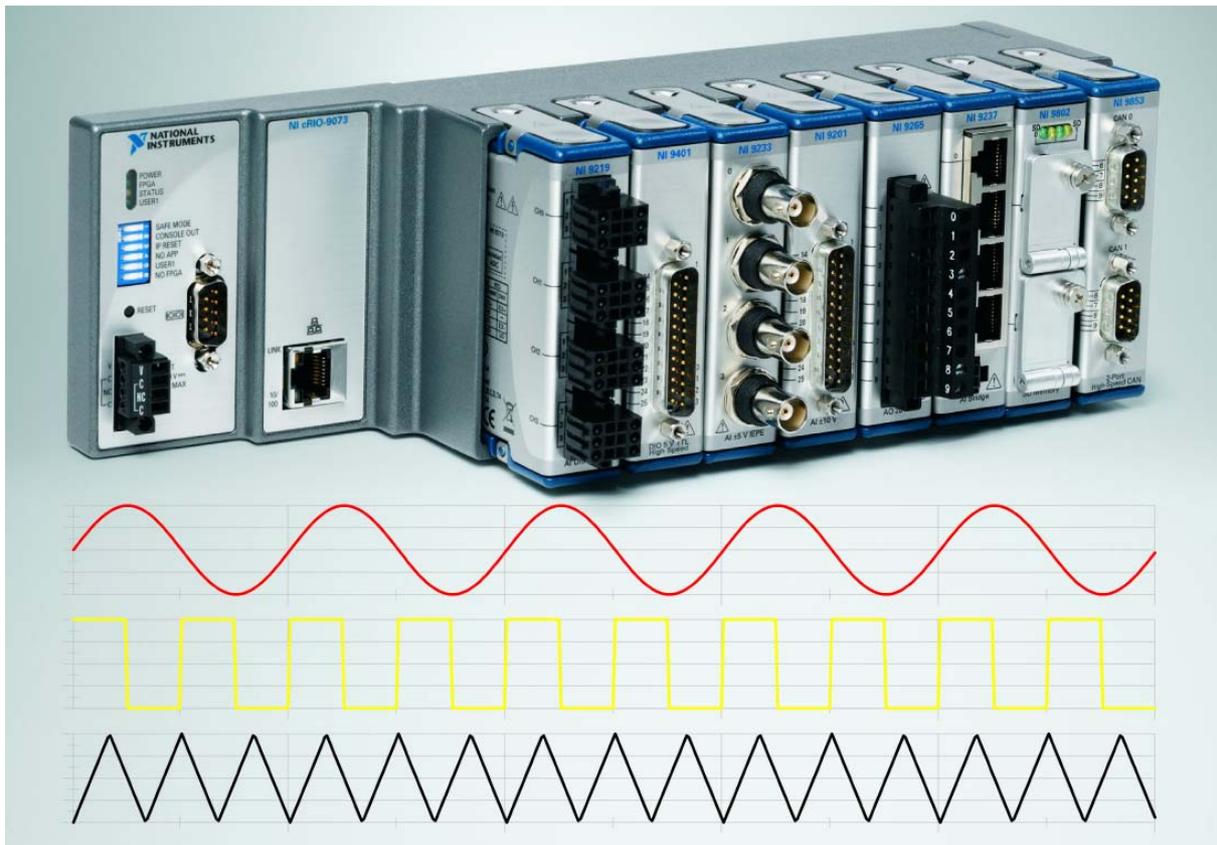


Bild 1: Der PAC cRIO-9073 bildet die Basis für den softwaregesteuerten Funktionsgenerator (Quelle: National Instruments)

Die Schnittstellen zum Prüfaufbau bilden Analogausgabe- und -erfassungsmodule. Über ein Modul NI 9263 erfolgt die Ausgabe von Spannungssignalen im Bereich von ± 10 Volt. Aktuell erfaßt werden Temperaturen über Thermowiderstände und das Erfassungsmodul NI 9217. Die Berücksichtigung weiterer Signale ist jederzeit mit geringem Aufwand möglich.

Gemäß den Spezifikationen ermöglicht das Gerät eine separat parametrierbare zweikanalige Sollwertvorgabe. Die Generierung der Sollkurven mit der geforderten hohen Taktrate übernimmt dabei das FPGA-Modul. Ausgegeben werden können Trapez-, Sinus-, Rechteck- und Dreieckssignale, wobei je nach Relevanz die Parameter Frequenz, Amplitude, Offset, Phase, Tastverhältnis und Anstieg verändert werden können. Generierbare Signalfrequenzen liegen im Bereich zwischen 0.001 und - wie bereits erwähnt - 100Hz. Entsprechend dieser Parameter werden durch das angeschlossene hydraulische Regelventil variable Prüfdrücke eingestellt.

Leistungsfähige Technik einfach bedienbar

Neben den technischen Parametern stellt die einfache Bedienung durch Personal ohne spezielle Programmierkenntnisse die wichtigste Anforderung an das System dar. Deshalb und wegen vorhandener Applikationserfahrungen seitens der Anwender wurde DIAdem als Benutzerschnittstelle gewählt. Hier erfolgen sowohl die Vorgabe der Parameter der Signalgenerierung als auch die Verarbeitung der erfaßten Meßwerte. Da DIAdem standardmäßig über keine Schnittstellen zu compactRIO verfügt, galt es eine Verbindung zwischen dem DIAdem-Modul DAC und dem PAC zu schaffen, die sich organisch in das Konzept der DIAdem-DAC-Schaltpläne einfügt. Hardwareseitig sollte dabei auf Schnittstellen zurückgegriffen werden, die sowohl am PAC als auch am PC vorhanden sind. Dies trifft in der beschriebenen Konfiguration sowohl auf Ethernet als auch auf RS-232 zu. Jede Schnittstelle hat dabei ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Während Ethernet vor allem den Geschwindigkeitsvorteil auf seiner Seite hat, verlangt die Anbindung an einen PC, der in das Firmennetzwerk integriert ist, aus Gründen der Sicherheit und Stabilität den Einsatz einer zweiten Netzwerkkarte. RS-232 hingegen ermöglicht ohne zusätzlichen Hardwareaufwand den Aufbau einer Peer-to-Peer-Verbindung, ist aber deutlich langsamer vor allem bei der Übertragung der Meßdaten. Um die Vorteile beider Schnittstellen nutzen zu können, wurden diese parallel implementiert. Die Erkennung, welche Kommunikationsart aktuell genutzt wird, erfolgt auf Seiten des PAC automatisch. Die entsprechenden Funktionen, wie auch die Interpretation der empfangenen Parameter und das Senden der analogen Meßwerte, übernimmt eine LabVIEW Real Time-Applikation auf dem Echtzeitcontroller, der mit diesen Aufgaben al-

lerdings bei weitem nicht ausgelastet ist und somit Erweiterungspotential für künftige Anwendungen bietet.

Das Gegenstück zu den Kommunikationsfunktionen auf der Echtzeitplattform bilden spezielle Funktionsblöcke in DIAdem, die auf dem Script-DAC-Treiber basieren. Dieser unterstützt sowohl TCP/IP via Ethernet als auch RS-232 und erlaubt die wahlweise Kommunikation über jeweils eine der genannten Schnittstellen abhängig von einzustellenden Parametern. Ein DAC-Block dient dabei der Parametrierung der Signalgenerierung, wobei für jeden der o.g. Parameter ein Signal anzuschließen ist. Die Änderung sämtlicher Parameter ist jederzeit möglich. Simultan dazu werden - sowohl über den PAC als auch über weitere Meßgeräte, die einfach in DIAdem eingebunden werden können - Signale erfaßt, visualisiert, gespeichert und anschließend mittels der vielfältigen Reporting-Funktionen in DIAdem ausgewertet. Die Parameter der Signalgenerierung können dabei in die Datenaufzeichnung einbezogen werden, um die Versuchsbedingungen umfassend zu dokumentieren.

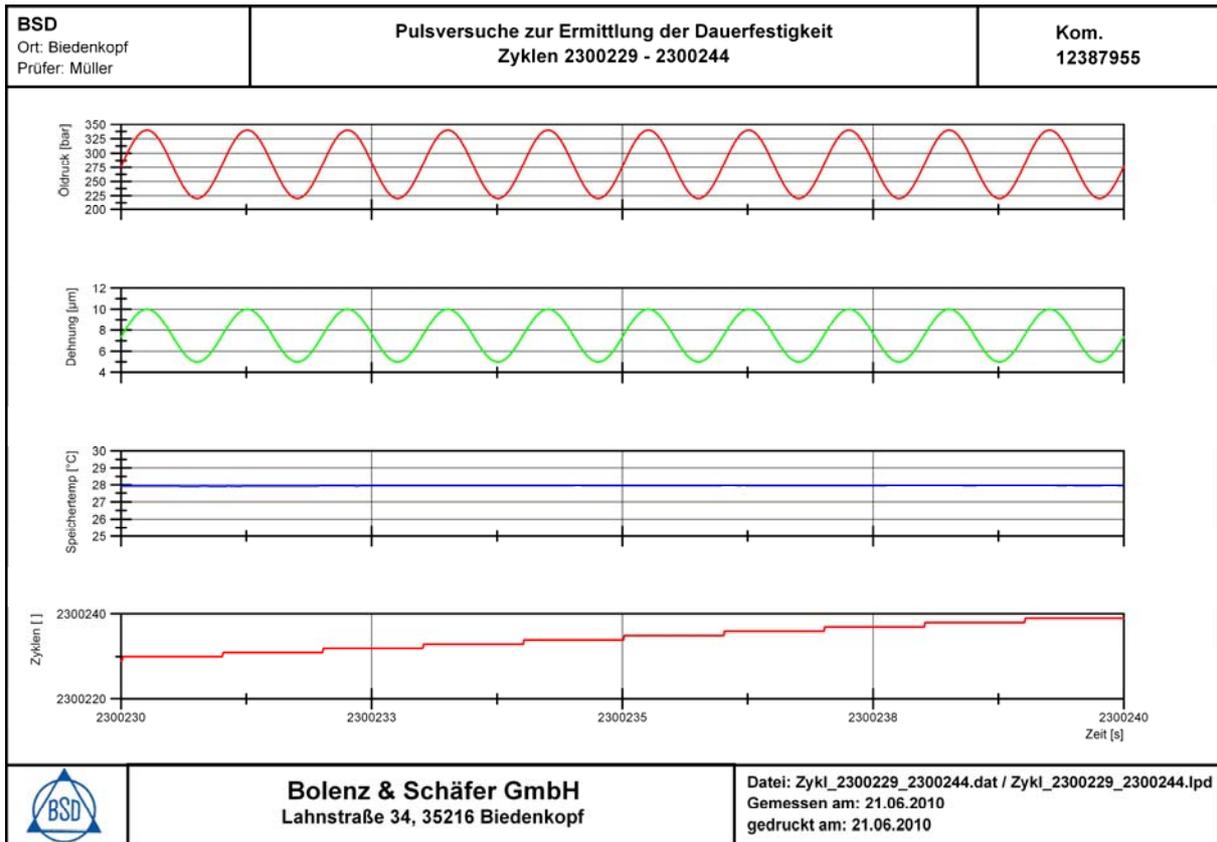


Bild 2: Im Protokoll laufen alle Versuchsparameter zusammen

Die Arbeit für den Versuchsingenieur hat sich durch die Verfügbarkeit des softwaregesteuerten Funktionsgenerators entscheidend vereinfacht. Statt wie bisher verschiedene Geräte zu bedienen und deren Meßdaten und Parameter mühsam zu einem Prüfergebnis zusammenzufügen, laufen jetzt alle Daten in DIAdem zusammen und stehen nach Versuchsende sofort zur Auswertung zur Verfügung. Dank des Geräts ist es dem Anwender auch ohne Programmierkenntnisse möglich, variable Prüfaufgaben ausschließlich durch Konfiguration in DIAdem lösen und dabei die Leistungsfähigkeit eines Programmable Automation Controllers zu nutzen.