

Servo-Elektrischer Lastrahmen für mechanische Bauteilprüfung

Kunde	THELKIN AG
Verwendung	Mechanische Charakterisierung orthopädischer Implantate, ...
Bedienung	Windows-Rechner, Touchscreen
Technologien	Servo-elektrische Linearmotoren, cRIO-System von National Instruments
Programmiersprache	LabVIEW 2011
Speziell	Dynamische und hochpräzise Positionsregelung im Nanometerbereich, Aufwändige Zustandsüberwachung



Einleitung

Orthopädische Implantate, Komponenten und Materialien müssen für Forschung und Entwicklung wie auch für eine Produktzertifizierung mechanisch charakterisiert werden. Dabei wird in den meisten Fällen über eine definierte Zeit eine periodische Kraft bzw. Verfahrweg auf die Probe appliziert.

Die THELKIN AG hat einen Lastrahmen entwickelt, welcher mit servo-elektrischen Linearmotoren angetrieben wird. Diese Antriebstechnologie ist im Gegensatz zu den traditionellen hydraulischen Antrieben vollelektrisch und dadurch wartungsarm, energieeffizient, leise und sauber – und benötigt vor allem keine zusätzliche Infrastruktur.

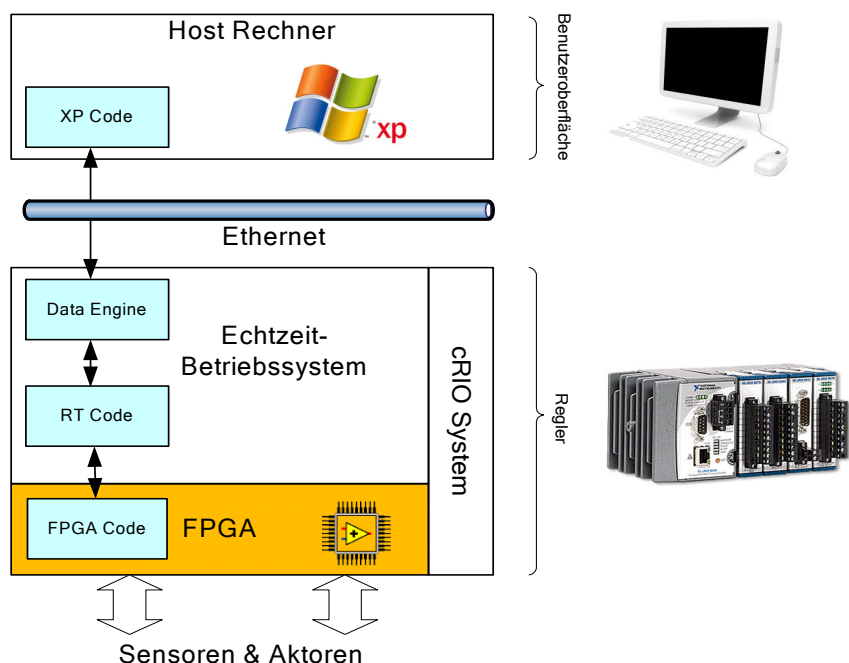
Die Bedienung und Regelung des Lastrahmens wird von Sotronik mit Hilfe von Hard- und Software von National Instruments realisiert.

Aufbau der Hardware

Auf einem cRIO-System mit Embedded-Echtzeitprozessor und einem FPGA Chip ist die eigentliche Steuerung und Regelung realisiert. Die Bedienung läuft über einen konventionellen Rechner mit Windows Betriebssystem. Die zwei Systeme werden mit Hilfe eines LabVIEW internen Protokolls über Ethernet miteinander synchronisiert.

Wieso wurde ein cRIO System eingesetzt?

Das cRIO ist ein kostengünstiges, rekonfigurierbares Steuer-, Regel- und Erfassungssystem für Anwendungen, die eine hohe Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erfordern. Das System bietet eine offene Embedded-Architektur bei gleichzeitig kompakter Größe und extrem hoher Robustheit. Des Weiteren können industrietaugliche I/O-Module während des laufenden Betriebs ausgetauscht werden. CompactRIO basiert auf der rekonfigurierbaren I/O-FPGA-Technologie.



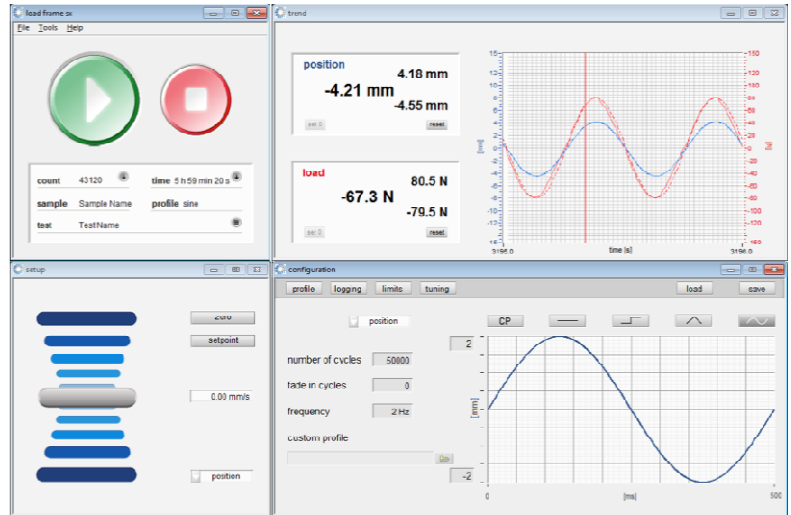
Für die Steuerung des Lastrahmens wurde der Vorteil der hohen Leistungsfähigkeit der rekonfigurierbaren I/O-FPGA-Technologie für die Regelaufgaben in Anspruch genommen. Die Regler können dadurch mit einem sehr kleinen Jitter und einer hohen Zyklusrate (50 µs) ausgeführt werden und erreichen dadurch eine sehr hohe Regelgüte. Weitere Gründe für die Wahl eines cRIO Systems liegen in den folgenden Tatsachen:

- Tiefer Stromverbrauch (in der Regel 7 bis 10 Watt) und entsprechende kleine Wärmeproduktion.
- Kompaktes und robustes Chassis (Lüfterlos).
- Signalkonditionierung und Anschlussklemmen sind schon Bestandteil des Systems.
- Zuverlässiger Prozessor mit Echtzeitbetriebssystem.

Funktionsumfang der Steuerung

Benutzeroberfläche (auf Windows Rechner):

- Erstellen, Speichern und Laden einer Test-Konfiguration
- Starten, Pausieren und Stoppen eines Testes
- Einstellen verschiedener Systemparameter
- Manuelles Fahren für den Einrichtbetrieb
- Anzeige der online Daten in einem Trend-Fenster
- Kommunikation mit dem Regler über Ethernet
- Laden der TDMS Messdaten vom cRIO-System und exportieren in eine textbasierte Datei

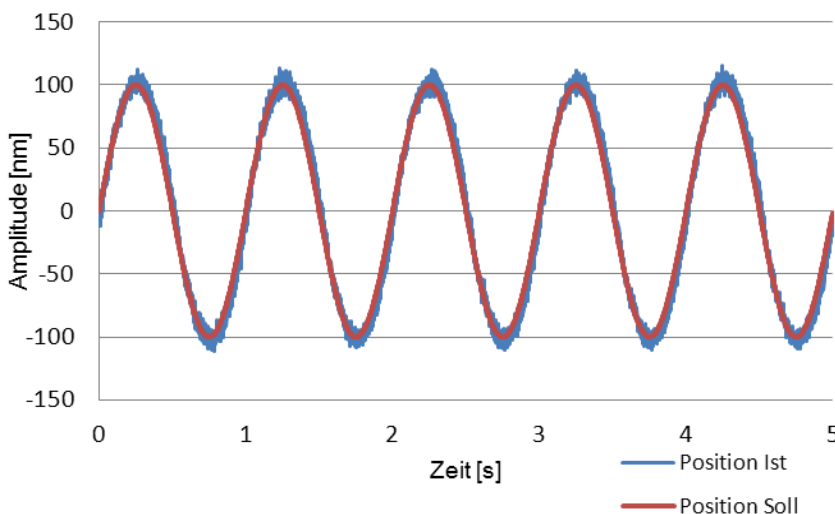


Regler (auf cRIO-System):

- Kraft- und Positionsregelung.
- Aufzeichnen der Tests mit einer Frequenz von bis 5 kHz und Speichern der Daten in ein TDMS File.
- Hohe Sicherheit durch Überwachen von Grenzwerten

Kraft- und Positionsregelung

Eine zentrale Aufgabe der Steuerung ist das Regeln der Kraft und des Weges. Die Kraft- oder Wegprofile können Standardkurven sein (Sinus, Rechteck, ...), oder über eine textbasierte Datei frei vom Benutzer definiert werden. Das Profil wird während eines Tests mit Frequenzen bis zu 30 Hz periodisch abgefahren.



Für die Wegregelung wird die Position mit einer Auflösung von 1 nm (entspricht 1:100'000 eines Haares) gemessen und daraus die Regelabweichung bestimmt. Das lineare und hochdynamische Verhalten von Linearmotoren und eine raffinierte und sehr schnelle Regelarchitektur im FPGA führen im Vergleich zu den traditionellen hydraulischen Systemen zu sehr hohen Regelgüten. In der links abgebildeten Graphik ist ein geregelter Sinus mit einer Amplitude von 200 Nanometer zu sehen. Im Massstab der Graphik wäre das menschliche Haar 16,5 m dick!

Abbildung: Geregelter Sinus von 1 Hz und einer Amplitude von 200 Nanometer.