

Position & Bewegung 25

Einladung

Electronica	München	10-13.11.98
Adaptronic Kongress	Berlin	03-04.03.99
DPG Tagung	Heidelberg	16-18.03.99
Hannover Messe	Hannover	19-24.04.99

Inhalt:

DC-Motor Controller
Schneller Scantisch
Software für C-844
Präzisionsbearbeitung mit Piezos
Vibrations-Killer
Hexapod-Operationsroboter
NanoCapture Software
Katalog-Versand bei PI

DC-Motorsteuerung für komplexe Positionieraufgaben

Schon wenige Monaten nach ihrer Einführung auf dem Markt, hat die neue DC-Motorsteuerung C-844 viele Anwender für Standard- und OEM Applikationen gefunden. Grund genug, sie hier einmal ausführlich vorzustellen.

Abb. C-844 DC-Motor-Controller mit M-500 Lineartisch-XY-Kombination und M-038 Drehtisch

Highlights

- Simultaner Betrieb von 4 DC-Motoren
- 32-Bit-P-I-D-Vff Servoregelung
- Integrierte 12-Bit Servo-Verstärker und PWM-Ausgänge
- Trapez-, S-Kurven- und Geschwindigkeitsprofile
- Umfangreicher Kommandosatz im SCPI Format
- IEEE 488- und RS-232-Schnittstellen
- Hierarchische Register- und Statusstruktur nach IEEE 488.2
- 16 I/O-Leitungen für flexible Automatisierung
- 4 Analogeingänge (10 Bit)
- 12 TTL-Eingänge für Referenz- und Endschalter
- Nichtflüchtiger Makro-Speicher
- Elektronisches Getriebe
- Programmierbares Drehmoment
- 8 TTL-Eingänge zum Triggern von Makros
- Analoger Geschwindigkeitsmonitor, 10 Bit

Konzept

Die C-844 ist eine flexible Positionier- und Bewegungssteuerung für anspruchsvolle Anwendungen in Industrie und Forschung. Sie ist als Tischgerät ausgelegt, kann aber auch in einem 19"-Rack eingebaut werden und kommuniziert über RS-232 und IEEE488 Schnittstellen.

Die C-844 verfügt über einen umfangreichen Kommandosatz, mit dem neben den eigentlichen Positionierbewegungen und Servoeinstellungen auch das Programmieren von Makrosequenzen, Bewegungsgrenzen sowie eine digitale und analoge Messwerterfassung möglich ist. Weitere Features sind der Geschwindigkeits- oder "Electronic-Gear"-Modus, der programmierbare Profilergenerator für Trapez- und S-Kurven sowie eine richtungsabhängige Erkennung der Referenzschalter in Echtzeit. (Fortsetzung auf S. 2)

Kurzkatalog: Piezokeramische Materialien

PI Ceramic präsentiert den neuen Kurzkatalog "Piezokeramische Materialien". Er enthält neben den piezoelektrischen Standardelementen wie Platten, Ringe und Rohren auch ausführliche theoretische Informationen.

Einige Worte zum Thema Kundenzufriedenheit

Vor 6 Wochen haben wir mit unseren neuen Katalog einen Fragebogen versandt, der uns einen Eindruck Ihrer Zufriedenheit mit unseren Leistungen vermitteln sollte.

Für Ihre Mühe möchten wir uns an dieser Stelle recht herzlich bedanken.

Die Auswertung der Fragebögen zeigte ein überaus erfreuliches Ergebnis. So beantworteten 98 % unsere Kunden die Frage nach der Qualität von PI-Produkten mit „gut“ bzw. „sehr gut“. Dieses Ergebnis zeigt, daß unser Qualitätsmanagement auf dem richtigen Weg ist. Auch die Fragen nach Innovativität, Kundenfreundlichkeit und Service wurden zum überwiegenden Anteil mit „gut“ bzw. „sehr gut“ beantwortet.

Daß ca. 5% unserer Kunden Dokumentation, Software und Lieferzeiten nur mit ausreichend beurteilten, gab uns Anlaß, Verbesserungsmöglichkeiten zu analysieren und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Als kleinen Anreiz, an unsere Umfrage teilzunehmen, hatten wir diese Aktion mit einem Preisausschreiben verbunden und unter den Einsendern einen Sony Minidisk-Rekorder verlost. Der Gewinner unseres Preises lautet:

Herr Uwe Willamowski
Laser Zentrum Hannover

Nochmals vielen Dank an alle, die sich an unserer Fragebogen-Aktion beteiligt haben.

Voice-Coil-Positionier- und Scan-System mit PC-Controllerkarte.

PI erweitert sein Angebot an schnellen Voice-Coil getriebenen Scantischen. Neben dem erfolgreichen System V-101 mit Stand-Alone-Controller gibt es jetzt das V-102, eine Variante die mit einer PC-Einsteckkarte betrieben wird und dadurch preisgünstiger produziert werden kann.

Highlights des Systems:

- Ideal zum schnellen Scannen und Positionieren
- Geschwindigkeit bis 50 mm/s
- Auflösung 0,1 µm
- Stellweg 6 mm
- Servo-Controller auf PC-Karte

Die Systeme werden einachsig oder als XY-Kombination angeboten. Die hochdynamischen Voice-Coil- (Tauchspul) Antriebe ermöglichen Geschwindigkeiten bis zu 50 mm/s über einen Bereich von 6 mm. Zur Positionsmessung sind Linearmaßstäbe mit 0,1 µm Auflösung integriert.

Anwendungsbeispiele:

Scanning-Mikroskopie, Mikrostrukturierung, Halbleitertestsysteme, medizinische Analytik, Mikrodosierung, Test optischer Komponenten

Abb. V-102 Scantisch mit Controller-Karte

Software für C-844

DCMove: Interaktive Benutzeroberfläche

DCMove ist eine Benutzeroberfläche für alle Windows Plattformen zur allgemeinen Bedienung der C-844 (im Lieferumfang enthalten). Das Programm bietet skalierbare Schieberegler und Schaltflächen zur bequemen Steuerung der Motoren. Mit dem Kommandozeilen-Editor kann der gesamte Befehlssatz von SCPI Kommandos verwendet werden. Außerdem lassen sich die meisten Kommandos auch in einer zu den Motorcontrollern C-842 und C-832 kompatiblen Befehlsform angeben. Zwei Makro-Editoren erlauben die Programmierung komplexer Bewegungsfolgen. Einer arbeitet mit den C-844-internen Makrosequenzen während der andere als Host-Makro-Editor strukturierte Befehlssequenzen auf PC-Ebene bearbeitet.

Weitere Software für C-844:

- LabView™ Treiber, Bibliotheken für C, PASCAL etc.
- Terminal Emulationsprogramme

Abb. 1 DCMove Startfenster

Abb. 2 Operating Panel für einen Kanal (bis zu vier können geöffnet werden).

Hochdynamische Piezo-Aktorik in der Präzisionsfertigung

Seit mehr als zwanzig Jahren gibt es Piezo-Translatoren von PI. Aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften wie Steifigkeit, Schnelligkeit, Haltbarkeit und feinste Positionsauflösung hat sich die Piezo-Aktorik Anwendungsfelder in weiten Bereichen erschlossen – unter anderem im Werkzeugmaschinenbau. Was liegt näher, als mit einem Piezoantrieb einen Werkzeugverschleiß auszugleichen? Oder Ungenauigkeiten im Mikrobereich zu beseitigen? Oder definiert unrund zu schleifen, zu bohren und zu drehen?

Mittlerweile bewähren sich unsere Aktoren und Piezo-Systeme weltweit, Tag für Tag, oft im Dreischichtbetrieb. Sie verbessern die Präzision von Werkzeugmaschinen bei den entscheidenden Arbeitsgängen der Herstellung von Lagern, Kurbelwellen, Zylindern, Kolben, Linsen, Spiegeln und vielem mehr.

Das typische Piezo-Stellsystem für Werkzeugmaschinen ist mit einem wasserdichten Gehäuse ausgestattet, welches außerdem die mechanische Anbindung an Maschine und Werkzeug übernimmt. Optional gibt es integrierte Wegmeßsysteme die mit Auflösungen bis in den **Sub-Nanometerbereich** die genaue Position des Stellsystems an den Controller zurückmelden.

Die entsprechenden Hochlast-Piezokeramiken werden von unserer Tochterfirma PI Ceramic hergestellt. Sie erreichen unter geeigneten Einsatzbedingungen eine mittlere Lebensdauer von einigen Milliarden Zyklen und mehr.

Für besondere Sicherheit im dynamischen Dauerbetrieb (z. B. als Drehmeißelzustellung, siehe Abb. 1) sorgen auf der Piezokeramik applizierte Temperatursensoren. Unser E-480 Hochleistungsverstärker mit Energierückgewinnung (s. Abb. 2) wertet die Signale der Temperatursensoren aus und schaltet bei Erreichen eines Schwellenwertes die Piezo-Spannung ab. Der Verstärker erreicht eine **Spitzenleistung von 2000 W** bei einem Spannungshub von bis zu 1000 V.

Abb. 1: Piezoelektrischer Drehmeißel-Feinsteller

Abb. 2: E-480 Hochleistungsverstärker

DC-Motorsteuerung für komplexe Positionieraufgaben

(Fortsetzung von S.1)

Echtzeitbetriebssystem

Die C-844 basiert auf einem Echtzeitbetriebssystem mit Multi-Prozessor-Technik, bei dem ein schneller DSP die Positionsregelung übernimmt und ein Host-Prozessor für die Kommunikation zuständig ist. Auf dem Host-Prozessor läuft außerdem der Kommandoparser sowie die schachtelbaren Makrosequenzen, die sich aus bis zu 100 Einzelbefehlen zusammensetzen können und in einem nichtflüchtigen Flash-Memory abgelegt werden.

Integrierte Servoverstärker

Integrierte Servoverstärker machen für Motoren bis 15 W externe Verstärker überflüssig und sparen dadurch Kosten und Aufwand. Per Softwarebefehl kann die Steuerung in den PWM-Modus (Pulsweitenmodulation) umgeschaltet werden, womit beispielsweise die direktangetriebenen Linearverstärker der Serie M-500 betrieben werden können.

SCPI-Programmiersprache

Die Programmiersprache der C-844 entspricht dem SCPI-Standard (Standard Commands for Programmable Instruments), der über eine benutzerfreundliche Baumstruktur die ganze Funktionalität des Controllers reflektiert. Zum einfachen Betrieb mit allen gängigen Programmiersprachen steht eine Reihe von Softwaretools zur Verfügung (s.a. Artikel "Software für C-844").

Kürzeste Einschwingvorgänge durch neuen Signalprozessor

PI erhält exklusives Lizenzrecht für ein am MIT entwickeltes Verfahren.

Immer mehr Prozesse verlangen heute nach Stellgenauigkeiten im Nanometer- oder Sub-Nanometer-Bereich. Besonders in der industriellen Fertigung kommt dabei zur Genauigkeitsanforderung auch noch der Faktor Zeit. Für alle Anwendungen, bei denen die Forderung "Nanometergenau in Millisekunden" gestellt wird, bietet PI jetzt mit dem Mach™ Signalprozessor eine Lösung an, die weltweit einmalig ist.

Grundlage dafür ist eine am MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelte und patentierte Technik, die exklusiv von der amerikanischen Firma Convole, Inc. vermarktet wird. PI hat kürzlich für den Anwendungsbereich "Piezo-Aktorik" die weltweit exklusiven Lizenzrechte von Convole erworben.

Die Lösung des Problems "Nanometergenau in Millisekunden" kann in vielen Fällen nicht mehr durch eine Verbesserung des NanoPositioniersystems erreicht werden. Nach dem Gesetz Actio = Reactio hat jede Bewegung eines Stellsystems Auswirkungen auf seine Umgebung. Je schneller beschleunigt und gebremst wird, desto höher die Kräfte, die auf die "Nutzlast" und die Umgebung wirken und dort Resonanzen anregen. Das Abklingen dieser Resonanzen kann um Größenordnungen länger dauern als das Einschwingen des eigentlichen Stellsystems.

Mit konventionellen Verfahren kann in diesem Falle wenig erreicht werden, weil die angeregten Resonanzen der Nutzlast bzw. der Umgebung außerhalb des eigentlichen Regelkreises liegen. Noch kritischer wird es wenn verschiedene Resonanzfrequenzen im System auftreten.

In all diesen Situationen bringt der Mach-Signalprozessor unschätzbare Vorteile. Er sorgt durch ein vom MIT patentiertes Verfahren dafür, daß störende Schwingungen des Auf- und Unterbaues nicht mehr angeregt werden und das System (an der entscheidenden Stelle) in $1/f_0$ eingeschwungen sein kann, wobei f_0 die niedrigste aller im betrachteten System auftretenden Resonanzfrequenzen ist.

Da der Mach-Signalprozessor außerhalb des Regelkreises liegt (Abb. 1), können alle Regelparameter unverändert bleiben, der Regelkreis bleibt völlig unbeeinflusst. Systeme, die im offenen Regelkreis betrieben werden, profitieren gleichermaßen von dieser Technik.

Abb. 1 Position des Mach-Prozessors im System

Zum Einstellen des Mach-Prozessors werden zuerst alle störenden Resonanzfrequenzen des Systems ermittelt (hierzu eignen sich z.B. hervorragend berührungslose Meßsysteme wie das Vibrometer von Polytec). Aus diesen Werten errechnet ein spezielles Softwaretool verschiedene Koeffizienten, die dann auf den Mach-Signalprozessor geladen werden. Dieser analysiert und modifiziert danach das Eingangssignal in Echtzeit und sorgt dafür, daß die kritischen Frequenzen nicht mehr angeregt werden können. Mach arbeitet nicht wie ein Filter, seine Funktionsweise könnte am ehesten mit einer "aktiven" Schwingungsunterdrückung verglichen werden.

Dabei spielt es keine Rolle ob eine Periodische Funktion, Sinus, Dreieck, Rechteck oder ein Gemisch aus beliebigen Funktionen anliegt. Auch Transienten werden vom Mach-Prozessor gleichermaßen entschärft.

Abb. 2. Schwingungen eines Probenhalters auf einem NanoPositioniertisch, angeregt durch eine extrem schnelle Positionierung des Tisches (der selbst nicht überschwingt!) ohne Mach-Prozessor

Abb. 3. Wie Abb. 2, jedoch mit Mach-Prozessor, bei unveränderten Regelparametern (im offenen Regelkreis hat Mach die gleiche Wirkung!)

Hexapod als Operationsroboter

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) hat für die Erforschung neuer Behandlungsmethoden den Prototypen eines Operationsroboters entwickelt. Die Voraussetzung dazu ist ein Robotersystem, daß aufgrund seiner Kinematik präzise Bewegungen auch unter hoher Belastung ausführen kann.

Als ideale Lösung dieser Anforderungen erwies sich das M-850 Hexapod von PI, dessen Parallelkinematik Bewegungen in allen sechs Freiheitsgraden zuläßt (s. Abb.). Gegenüber konventionellen "gestapelten" Mehrachspositioniersystemen bietet das Hexapod extrem hohe Steifigkeit, Belastbarkeit und Genauigkeit auf vergleichsweise kleinem Raum.

Der Operationsroboter wird über ein flugsimulatorähnliches Cockpit vom Chirurgen bedient. Es skaliert zwischen der "Makrowelt des Operateurs" und der "Mikrowelt des Roboters" und ermöglicht dadurch eine bessere Wahrnehmung der Endoskoplage und des Arbeitsraumes.

Das System, das auch schon auf mehreren Messen ausgestellt wurde, eröffnet neue Horizonte in der medizinischen Therapie.

Abb. Hexapod-Operationsroboter mit Endoskop und Phantomschädel (Quelle: IPA)

Wir danken Prof. Dr. Dr. Westkämper und Dr. Thomas Weisener vom IPA für die Informationen und das Bildmaterial.

NanoCapture-Software für E-710 Piezo-Controller

Einfache Analyse und Optimierung des Piezo-Systemverhaltens

Mit der E-710 NanoCapture Software für Windows 95/NT wird der E-710 Piezo-Digitalcontroller noch leistungsfähiger und benutzerfreundlicher.

Die Software bietet neben den Grundfunktionen zum Betrieb von Piezo-NanoPositioniersystemen zusätzliche Meßfunktionen. Damit ist es problemlos möglich, die dynamischen Parameter des geschlossenen Regelkreises so an das Piezosystem anzupassen, daß optimales Einschwingverhalten unter allen Betriebszuständen erreicht wird.

Dies ist vor allen Dingen dann wichtig, wenn ein (bei der Auslieferung perfekt abgeglichenes) System später z.B. durch veränderte Last seine mechanischen Eigenschaften ändert. Um Stabilität bei hoher Dynamik zu gewährleisten, müssen Regelparameter wie Notchfilter, P- und I-Term etc. den neuen Bedingungen angepaßt werden.

Die NanoCapture-Software hilft dabei, indem sie Daten wie z.B. Resonanzfrequenz, Anstiegs- und Einschwingzeit aus den dynamischen Positionsmeßdaten des (im NanoPositioniersystems integrierten) kapazitiven Sensors ermittelt. Die Resonanzfrequenz des Systems läßt sich aus dem Überschwingverhalten im offenen Regelkreis (s. Abb. 1) oder aus dem Bode-Diagramm (Abb. 2) des geschlossenen Regelkreises direkt ablesen. Mit dieser Information können alle Parameter optimal eingestellt werden (s. Abb. 3). Auch der Sensornullpunkt kann verschoben werden, um den Meß- und Regelbereich der Elektronik optimal auf die Mechanik abzubilden.

Alle Parametereinstellungen werden nicht flüchtig am E-710 Controller abgespeichert. Um versehentliches Vernichten der Originaldaten zu verhindern, existiert für jeden E-710, der bei PI kalibriert wurde, ein Parameterfile mit dem sich die ursprünglichen Werte wiederherstellen lassen.

Abb. 1 Systemverhalten im offenen Regelkreis bei Schrittfunktion, ermittelt mit NanoCapture

Alle hier gezeigten Messungen (Abb. 1 - 3) wurden vom E-710 Digital-Controller und der NanoCapture Software durchgeführt. Externe Meßgeräte werden dazu nicht benötigt. NanoCapture läuft auf Win95/NT Rechnern.

Abb. 2 Bode-Diagramm des Systems, ermittelt mit NanoCapture

Abb. 3 Einschwingvorgang im geschlossenen Regelkreis nach Optimierung der Parameter, ermittelt mit NanoCapture

Katalogversand bei PI

Am 8.9. war es mal wieder soweit. Palette um Palette des neuen PI-Gesamtkataloges wurde abgetragen und versandt. Haben sie noch kein Exemplar? Anruf, Fax, Email oder Brief genügt. Die Ansprechpartner und Kontakt-Informationen finden Sie unten auf dieser Seite.