

## Leistung verbessert

Konstruktion Ausgabe 17 - 1995

### Servoantriebe: Bewegungsabläufe optimieren



Die genaue Auslegung von Bewegungsabläufen ist für die Taktleistung von Maschinen von zentraler Bedeutung. Mechanische Kurven waren Servoantrieben hier bisher überlegen. Ein Software-Programm, das die Bewegungsverläufe von Servosteuerungen optimiert, verbessert deren Leistung.

Bei der Auslegung von mechanischen Kurven zur Bewegungssteuerung ist die Bedeutung der normierten Bewegungsgesetze für die Laufruhe und die Verarbeitungsqualität von

Maschinen seit langem bekannt. Bewegungsgesetze nach der VDI-Richtlinie 2143, die als Standardwerk zur Beschreibung von Bewegungen in Verarbeitungsmaschinen anzusehen ist, werden von Ingenieuren üblicherweise genutzt, um Kurvenscheiben, Zylinderkurven und Schrittgetriebe für hohe Taktzahlen zu berechnen.

Darüber hinaus bietet ein Bielefelder Spezialist für Bewegungssteuerungen mit Kurven- und Gelenkgetrieben sowie mit Servoantrieben insgesamt 40 weitergehende Bewegungsgesetze und -formen an, die dynamisch noch günstigere Bewegungsvorgänge ermöglichen. So etwa höhere Bewegungsgesetze mit stetiger dritter Ableitung, Polynominterpolation mit vorgebbaren Interpolationsbedingungen und HS-Profile zur aktiven Schwingungsdämpfung sowie Synchronlauffunktionen.

Die genaue Auslegung der Bewegungsabläufe ist für die Qualität und die Taktleistung der Maschinen von zentraler Bedeutung. Die Art und Weise, wie ein Organhub durchlaufen wird, entscheidet im wesentlichen darüber, ob ein Mechanismus vibriert und laut wird, oder ob die Bewegung schnell und ruhig vollzogen wird. Beispiele aus der Praxis belegen, daß allein durch die richtige Auswahl der den Mechanismusberechnungen zugrundeliegenden Bewegungsgesetze, die Verarbeitungsleistung einer Maschine um bis zu 40% gesteigert werden kann.

Es steht nun eine Software zur Verfügung, die beschleunigungsoptimierte Bewegungsverläufe nicht nur für mechanische Kurven anbietet, sondern auch für Servosteuerungen nutzbar macht. Diese Steuerungen stellen Funktionen zur Verfügung, um beliebig vorgebbare Stützpunktstabellen zu interpolieren. Werden die Tabellen nicht empirisch ermittelt, sondern von der Software zur Bewegungsoptimierung berechnet, so führt auch der Servoantrieb Bewegungen mit einer Qualität und Dynamik aus, die bisher nur von mechanischen Kurven erreicht wurde.

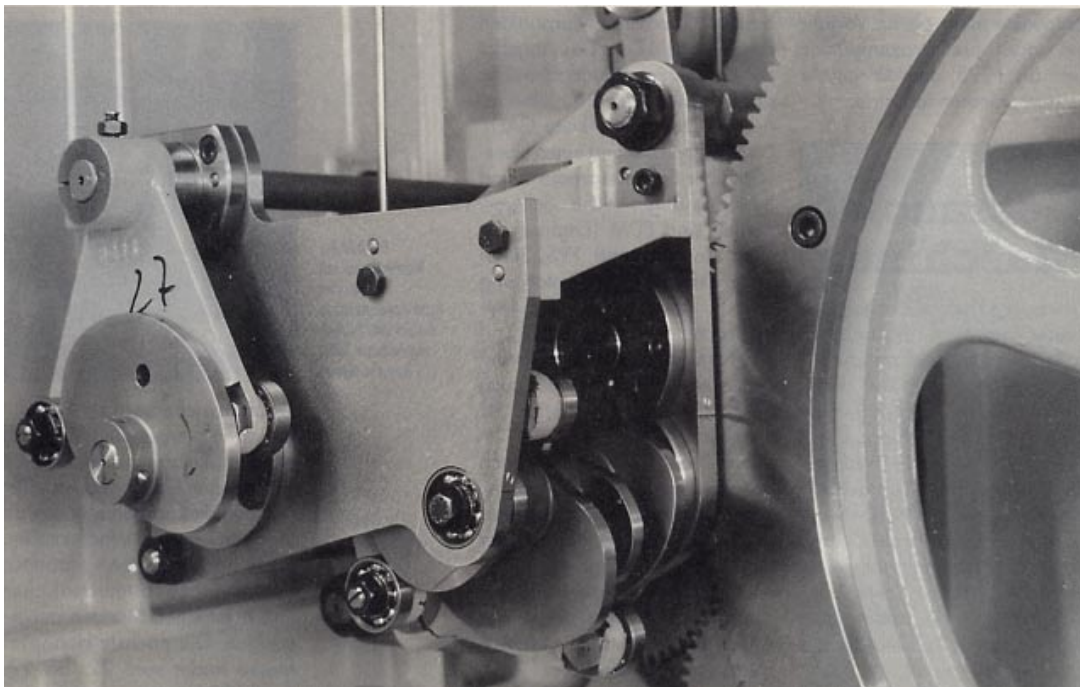
### **Software optimiert Bewegungsabläufe**

Wie wichtig die Bewegungsauslegung für die Maschinenleistung ist, verdeutlichen drei Lösungsalternativen für eine bestimmte Bewegungsaufgabe. Dabei wird ein Schieber über einen Hub von 80 Millimeter hin- und herbewegt. Zwischen den einzelnen Bewegungen steht der Schieber jeweils für eine bestimmte Zeit still, woraus sich die Bewegungsabfolge "Hub vorwärts, Rast, Hub ruckwärts, Rast" ergibt. Die erste Lösungsvariante benutzt das ruckbehaftete VDI-Bewegungsgesetz "Einfache Sinuslinie". Bei der einfachen Sinuslinie treten an den Abschnittsgrenzen Sprünge in der Beschleunigung auf. Solche Unstetigkeiten in den Ableitungen tragen besonders zur Schwingungsanregung und damit zur Unruhe des Mechanismus bei. Die zweite Variante verwendet das Bewegungsgesetz "Polynom 7. Ordnung", das nicht in der VDI-Richtlinie 2143 enthalten ist. Die Verläufe für die Beschleunigung, die Antriebsleistung und die Ruckfunktion haben keine Sprünge und verlaufen sehr viel "weicher" und harmonischer als bei der ersten Lösung. Daß diese Lösung eine wesentliche Verbesserung der Dynamik in der Maschine verspricht, zeigen insbesondere die Berechnungen der Fourieramplituden beider Lösungsansätze. Je schneller die Amplituden mit steigender Ordnung abnehmen, desto höhere Drehzahlen sind möglich, bevor störende Schwingungen auftreten.

### Drei Lösungen für Bewegungsauslegung

Eine dritte Lösung kann über die bei Servoantrieben bisher übliche Rampenprogrammierung bereitgestellt werden. Nach dynamischen Gesichtspunkten ist diese aber mit Abstand die schlechteste Alternative, da je Abschnitt vier Beschleunigungssprünge auftreten und weil die Fourieranalyse störende Amplituden bei noch höheren Harmonischen hervorbringt als bei der ersten Lösungsvariante. In der Zusammenfassung zeigt das Beispiel, daß die Laufruhe und die Taktleitung von Maschinen mit Servoantrieben, die bisher über Rampen programmiert wurden, durch den Einsatz einer modernen Servosteuerung mit Stützpunktinterpolation und durch die Vorgabe beschleunigungsoptimierter Bewegungsverläufe mit Hilfe einer speziell für diesen Zweck entwickelten Software erheblich gesteigert werden kann.

Es sind heute leistungsfähige Achskoppelsysteme verfügbar, die über die Schnittstellen des PC's optimierte Bewegungsverläufe übernehmen. Mit Hilfe verschiedener Funktionen können Optionen wie Positionierung, elektronisches Getriebe oder elektromechanische Kurvenscheibe sowie 2-Achsen-Bahnsteuerung in die Realität umgesetzt werden. Und mit dem PC können Bewegungsabläufe an das Achskoppelsystem übertragen werden.



**Voraussetzung für die Bewegungsoptimierung ist eine Software. Diese muß graphisch-interaktiv eine einfache und gezielte Manipulation der Bewegungsabläufe zulassen. Und zwar bei gleichzeitiger automatischer Kontrolle von Kollisionsbedingungen und Extremwerten von Geschwindigkeit und Beschleunigung.**