



## Patentanspruch:

Regleranordnung zur Positionierung schwach gedämpfter mechanischer Regelstrecken von Mehrmassensystemen mit einer von einem Motor angetriebenen ersten Masse, die ein motorseitiges Massenträgheitsmoment verkörpert, mit elastisch mit der ersten Masse sowie elastisch hintereinander gekoppelten weiteren Massen, die lastseitige Trägheitsmomente verkörpern, und mit Meßwertgebern an der äußeren zu positionierenden Massen sowie unmittelbar am Motor zur Erfassung bzw. Ableitung von Reglereingangsgroßen, wie beispielsweise Geschwindigkeit, wobei die Meßwertgeber ausgangsseitig über Verstärkerstufen sowie eine additive Verknüpfungsstelle mit dem Eingang eines unterlagerten Stromreglers in Verbindung stehen, dessen Ausgang mit einem Stromstellglied für den Motor gekoppelt ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß vom unmittelbar am Motor angeordneten Meßwertgeber Geschwindigkeits- und Wegausgänge und von jedem an jeder weiteren Masse angeordneten Meßwertgeber Geschwindigkeits-, Weg- und Beschleunigungsausgänge über die genannten Verstärkerstufen mit den Eingängen der additiven Verknüpfungsstelle des Reglers in Verbindung stehen.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Regleranordnung zur Positionierung schwach gedämpfter mechanischer Regelstrecken von Mehrmassensystemen. Sie findet Anwendung zur Positionierung von elektrischen Antrieben im wissenschaftlich-technischen Gerätebau, wo schwach gedämpfte mechanische Regelstrecken schnell und genau zu positionieren sind.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bereits eine Regleranordnung zur Pendeldämpfung eines elektrischen Antriebes mit einer elastischen angekoppelten Last bekannt (z. B. DE-AS 2354655), bei der eine Drehzahlregelung mit unterlagerter Stromregelung durchgeführt wird. Dem Stromregler wird als Sollwert die Differenz zwischen dem Ausgangssignal des Drehzahlreglers und einem aus der Drehzahldifferenz zwischen Antriebs- und Lastdrehzahl gebildeten und mit einem Gewichtungsfaktor belegten Signal zugeführt. Es ist weiter eine Anordnung zur Stabilisierung elastischer mechanischer Übertragungssysteme bekannt (DD-PS 142928), die aus mindestens zwei Massen bestehen, deren Drehzahl, Geschwindigkeit, Lage, Drehmoment und/oder Kraft gesteuert wird, indem jeder Masse ein Bewegungsmeßgeber und jeder Masse, die der Masse der Antriebsmaschine folgt, ein Belastungsmeßgeber zugeordnet sind, deren Meßwerte in jeweils einer Regelschleife auf einen Regler geschaltet sind, wobei die Regelschleifen nach dem an sich bekannten Prinzip der Kaskadenregelung zusammenwirken und die Führungsgrößen der Regelschleifen, wie üblich, begrenzt oder als definierte Funktion vorgegeben sind. Außerdem ist bekannt (DE-OS 2903819), die innere Schleife analog PID zu regeln, während die äußere Schleife über einen Mikrocomputer mit PID-Algorithmus erfolgt. Dabei ist auch eine hybride Kaskadenregelung möglich. Nachteilig ist die analoge innere Schleife. Darüberhinaus sind bei einem PID-Algorithmus für die äußere Schleife bei Mehrmassensystemen Dämpfung und Regelgeschwindigkeit nur begrenzt einstellbar.

Ferner ist die Einführung einer Beschleunigungs-Rückkopplung zur Dämpfung von elektromechanischen Servosystemen bekannt (z. B. DE-OS 2739220). Dieses Verfahren geht nicht von einem Mehrmassensystem aus, außerdem wird durch die Messung über einen Tachometer und ein Differenzierglied keine hohe Genauigkeit erreicht.

Allen genannten technischen Lösungen haftet der Mangel an, daß die Reglerstruktur nur eine Polverschiebung in geringen Grenzen in bezug auf Geschwindigkeit und Dämpfung im Reglerverhalten erlaubt, außerdem sind nur begrenzte Genauigkeiten der Positionierung erreichbar.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Positioniergenauigkeit und die Verkürzung der Positionierzeit.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit möglichst einfachen Mitteln eine Regleranordnung zu schaffen, die schneller und hochauflösender auf veränderte Soll- und Istwertbedingungen, insbesondere auf Führungs- und Störgrößen, reagiert. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Regleranordnung zur Positionierung schwach gedämpfter mechanischer Regelstrecken von Mehrmassensystemen mit einer von einem Motor angetriebenen ersten Masse, die ein motorseitiges Massenträgheitsmoment verkörpert, mit elastisch mit der ersten Masse sowie elastisch hintereinander gekoppelten weiteren Massen, die lastseitige Trägheitsmomente verkörpern, und mit Meßwertgebern an der äußeren zu positionierenden Masse sowie unmittelbar am Motor zur Erfassung bzw. Ableitung von Reglereingangsgroßen, wie beispielsweise Geschwindigkeit, wobei die Meßwertgeber ausgangsseitig über Verstärkerstufen sowie eine additive Verknüpfungsstelle mit dem Eingang eines unterlagerten Stromreglers in Verbindung stehen, dessen Ausgang mit einem Stromstellglied für den Motor gekoppelt ist, dadurch gelöst, daß vom unmittelbar am Motor angeordneten Meßwertgeber Geschwindigkeits- und Wegausgänge und von jedem an jeder weiteren Masse angeordneten Meßwertgeber Geschwindigkeits-, Weg- und Beschleunigungsausgänge über die genannten Verstärkerstufen mit den Eingängen der additiven Verknüpfungsstelle des Reglers in Verbindung stehen. Mit der Erfindung wird eine Reglerstruktur geschaffen, die definierte besondere Rückführungen als Reglereingangsgroßen aufweist. Unmittelbar am Motor werden Weg und Geschwindigkeit der Bewegung erfaßt, während an jeder lastseitigen Masse Geschwindigkeit, Weg und Beschleunigung der Bewegung ermittelt und als Reglereingangsgroßen zurückgeführt werden. An

an einer Meßstelle kleiner oder gleich der erfaßbaren Wegauflösung der nächst folgenden Meßstelle der hintereinander gekoppelt Massen sein.

Die erfindungsgemäße Reglerstruktur gestattet kompromißlos eine vollständige Erfassung des gesamten Energiezustandes der Regelstrecke und damit dynamisch eine vollständige Beeinflussung aller Freiheitsgrade des Modells.

Darüberhinaus ist gleichzeitig statisch die bleibende Regelabweichung beseitigt. Der Regelstrecke wird ein verbessertes dynamisches Verhalten aufgeprägt durch Erreichung einer höheren Resonanzfrequenz und verbesserten Dämpfungsverhaltens, was wiederum die Positioniergenauigkeit erhöht und die Positionierzeit senkt.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand einer in der Zeichnung dargestellten Regleranordnung zur Positionierung einer schwach gedämpften Regelstrecke eines Zweimassensystems als Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1: Zweimassenmodell

Fig. 2: Erfindungsgemäße Regleranordnung in Modelldarstellung

In Fig. 1 ist ein an sich bekanntes Zweimassenmodell mit Meßwertgebern dargestellt.

Ein Motor 1 treibt starr eine Masse 2 an, die das motorseitige Trägheitsmoment  $I_M$  verkörpert. Die Masse 2 ist elastisch (symbolisch angedeutet durch die Federkonstante  $c$ ), z. B. über ein Getriebe, verbunden mit einer Masse 3, die das längsseitige Trägheitsmoment  $I_L$  verkörpert. Auf die Massen 2, 3 wirken Reibungsmomente  $M_R$ . Unmittelbar am Motor 1 und mit diesem starr gekoppelt ist ein Meßwertgeber 4 angeordnet. Ein zweiter Meßwertgeber 5 befindet sich unmittelbar an der Masse 3.

In Fig. 2 ist das erfindungsgemäße Reglermodell dargestellt. Ein Zweimassensystem 6 gemäß Fig. 1 liefert fünf Reglereingangsgroßen für einen Regler 7, in welchem die Reglereingangsgroßen über Verstärkerstufen 8, 9, 10, 11, 12 mit Wichtungsfaktoren  $K_1 \dots K_5$  sowie über eine anschließende additive Verknüpfungsstelle 13 am Ausgang des Reglers 7 auf den Eingang eines unterlagerten PI-Stromreglers 14 gelangen. Der Ausgang des PI-Stromreglers 14 wirkt über ein nicht dargestelltes Stromstellglied auf die Regelstrecke des Zweimassenmodells 6 ein, indem der Erregerstrom des Motors 1 beeinflußt wird. Der Meßwertgeber 4 mißt unmittelbar am Motor die motorseitige Geschwindigkeit  $w_M$  und den motorseitigen Weg  $\phi_M$  der Bewegung, die über die Verstärkerstufen 11, 12 rückgeführt werden. Der Meßwertgeber 5 mißt hingegen unmittelbar an der Masse 3 die lastseitige Beschleunigung  $\dot{w}_L$ , die lastseitige Geschwindigkeit  $w_L$  sowie den lastseitigen Weg  $\phi_L$ , die über die Verstärkerstufen 8, 9, 10 rückgeführt werden. Die genannten verstärkten bzw. gewichteten Reglereingangsgroßen bilden nach additiver Verknüpfung den Sollwert für den PI-Stromregler 14 zur Linearisierung der Momentengroße. Die Rückführung des motorseitigen Weges dient der Verbesserung des statischen Verhaltens. Die Taktzeit für digitale Regler kann für die einzelnen Rückführungen gleich bzw. unterschiedlich sein. Zweckmäßig ist eine veränderte Taktzeit für  $w_M$  und  $\phi_M$ .

---

