

*Hülseberg, Dagmar; Rauer, Stefan; Bock, Bernhardt; Gens,
Wolfgang; Tümmler, Norbert :*

***Einsatzmöglichkeiten rechnergesteuerter Stellantriebe in der
Glasindustrie***

Zuerst erschienen in:

Silikattechnik : Zeitschr. für d. Gesteinshüttenwesen / Kammer der
Technik. - Berlin : Verl. Technik, ISSN 0037-5233, 40. Jg. (1989), 3,
S. 76 - 77

Einsatzmöglichkeiten rechnergesteuerter Stellantriebe in der Glasindustrie

Dagmar Hülsenberg (KDT), Stefan Rauer (KDT), Bernhardt Bock (KDT)

Technische Hochschule Ilmenau, Sektion Gerätetechnik, Wissenschaftsbereich Glas/Keramik-Technik

Wolfgang Gens, Norbert Tümmeler

Technische Hochschule Ilmenau, Sektion Elektrotechnik, Wissenschaftsbereich Steuerungstechnik und Leistungselektronik

Im Artikel wird der Vorteil dezentraler Antriebstechnik für Glasverarbeitungsmaschinen begründet. Es wird abgeleitet, welche Forderungen rechnergesteuerte permanent erregte Gleichstrommotoren und Drehstromasynchronmotoren für den Einsatz in der Glasindustrie erfüllen müssen. Es schließt sich die Erläuterung zweier konkreter Antriebssysteme einschließlich Achsrechner und Leistungsteil an. Der Einsatz wird für sechs verschiedene Anwendungsfälle kurz vorgestellt.

В статье обосновываются преимущества децентрализованных приводов для машин по обработке стекла. Приводятся условия по применению приводов постоянного тока и синхронного двигателя трёхфазного тока, управляемых микропроцессорами. Описываются две конкретные системы привода. Представляется применение этих систем для шести различных случаев.

The authors substantiate in this article the advantage of decentral driving technique by glass-forming machines. They derive the demands on computer-controlled permanently activated direct-current motors and three-phase current asynchronous motors on use in glass industry. Following them explanation of two real driving systems inclusive axial computers and performance part. They present shortly the use in six different cases.

Will man einen Prozeß automatisieren, ist neben vielen anderen Aufgaben eine Vielzahl von Bewegungen zu realisieren. Dazu benötigt man Antriebe.

Technischer Stand

Die heute in der Glasindustrie eingesetzten Formgebungs- und Verarbeitungsmaschinen sind in der Regel mit einem Zentralantrieb ausgerüstet. Getriebe verteilen die Bewegungen in der Maschine und passen diese an den jeweiligen Manipulator an. Eine solche Antriebstechnik bringt folgende Nachteile mit sich:

1. Alle Einzelbewegungen hängen von der Drehzahl des Zentralantriebs ab.
2. Die Einzelbewegungen können nur bedingt an sich ändernde Bedingungen angepaßt werden (Drehzahl, Drehmoment...).
3. Die große Vielfalt benötigter Bewegungen führt zu komplizierten Getriebekonstruktionen, die verschleiß- und wartungsintensiv sind.
4. In der Regel ist eine ständige Überwachung der Maschine durch den Anlagenfahrer erforderlich, der aufgrund seiner subjektiven Erfahrungen auf den Ablauf einwirkt.
5. Eine solche Antriebsstruktur bietet wenige Voraussetzungen für effektiven Einsatz von hierarchischen Steuerstrukturen.

Zielstellung

Die Automatisierung kompletter Linien und später einmal ganzer Betriebe und Anlagen von der Gemengebereitung bis zur Qualitätskontrolle erfordert die Einführung hierarchischer Steuerstrukturen und damit die Entflechtung der Prozesse und Aufgaben [1]. Für die Formgebungs- und Bearbeitungsmaschinen heißt das unter dem Gesichtspunkt der Antriebstechnik Entflechtung der Bewegungen und Durchsetzung eines dezentralen Antriebskonzeptes. Das Ziel muß sein: Dort, wo die Bewegung benötigt wird, ist ein Antrieb zu installieren. Der Antrieb wird von seinem Achsrechner gesteuert, und mit diesem Achsrechner kann programmtechnisch die Anpassung des Motors an den jeweiligen Manipulator vorgenommen werden.

Ein übergeordneter Leitreechner koordiniert und überwacht die Arbeit mehrerer Achsrechner und wird selbst von einem ihm wieder übergeordneten Maschinenrechner, der weitere Rechner (z. B. für Bildauswertung, Meßwertfassung, Fehlerdiagnose usw.) bedient, überwacht. Damit stehen die Antriebsmodule auf der untersten Ebene einer hierarchischen Steuerstruktur.

Gegenüber dem derzeitigen leistungsstarken Zentralantrieb sind in der Zukunft kompakte Antriebe mit verhältnismäßig geringer Leistung und hoher Dynamik erforderlich. Sie müssen allgemeine Manipulatorbewegungen, wie Greifen, Halten, Klemmen usw., realisieren; aber auch Transportbewegungen für Werkzeug und Werkstück, absolute Positionierbewegungen, wie Dosieren, Einschieben oder Kennzeichnen, und Positionierbewegungen, bei denen ein Werkzeug oder Werkstück einem Sensorsignal folgt, müssen möglich

sein. Zu diesen Forderungen kommen noch die speziellen Bedingungen eines Glasbetriebes, wie Hitze, Staubentwicklung, Feuchtigkeit, Wasser, Schmiermittel usw. dazu, denen der Antrieb im Einsatz ausgesetzt ist. Ein unbedingt zu beachtender Faktor ist der fertigungsbedingte Glasbruch. Da Glas eine hohe Druckfestigkeit aufweist, kann es zu erheblichen Zerstörungen an mechanischen Teilen kommen, wenn Glasbruch ins Getriebe oder in die Manipulatoren gelangt.

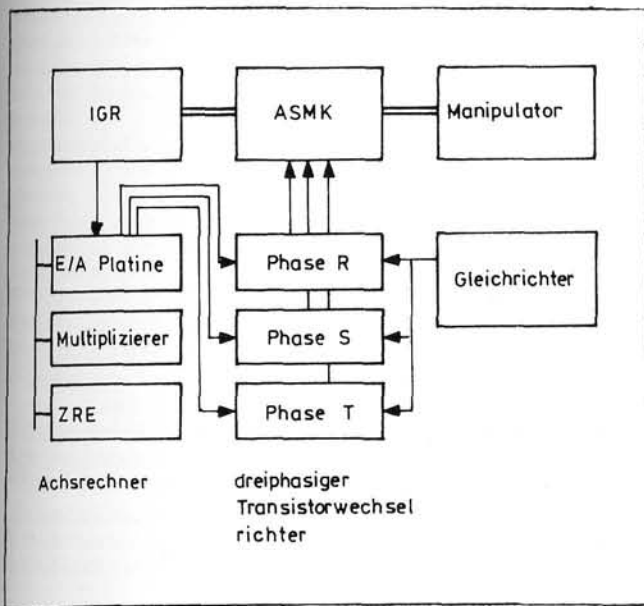
Antriebstechnik

Mit der Durchsetzung eines dezentralen Antriebssystems wird der Bedarf an Antriebsmodulen sprunghaft steigen. Daraus leitet sich die Forderung nach billigen, gut verfügbaren und einfach installierbaren Antriebsmodulen ab.

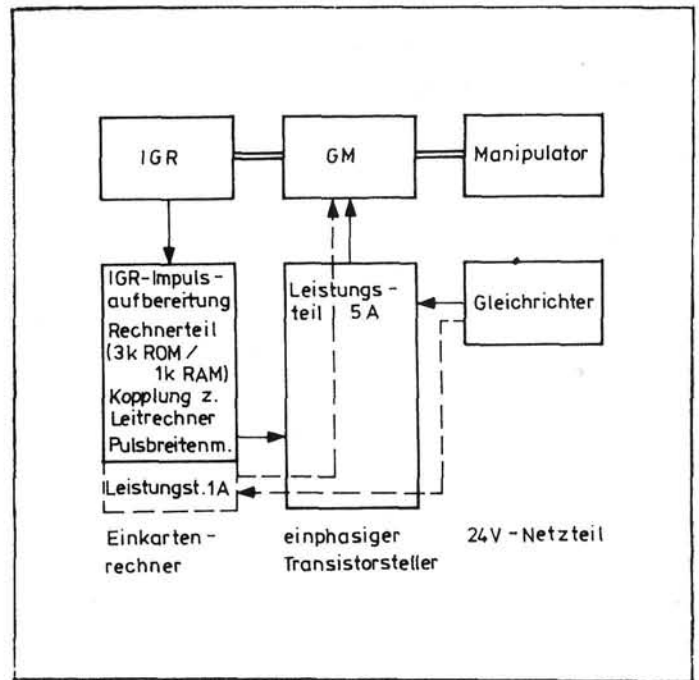
Hochwertige Stellantriebe werden gegenwärtig hauptsächlich mit permanent erregten Gleichstrommotoren realisiert. Wechselstrommotoren rücken aufgrund ihres günstigen Verhältnisses zwischen Drehmoment und Massenträgheitsmoment sowie Leistung und Masse bzw. Volumen, ihres größeren maximalen Drehmoments und ihrer höheren elektrischen und thermischen Robustheit immer mehr in das Interesse der Antriebstechnik. Der hohe Aufwand an Steuerungselektronik, besonders an Leistungselektronik, kennzeichnet den wesentlichsten Nachteil der Wechselstromantriebe [2]. Mit den genannten Antrieben lassen sich vielfältige Aufgaben erfüllen, z. B.

- Positionierantriebe, die es gestatten, bei hohen Drehzahlen und großen Drehmomenten exakt zu positionieren
- Stellantriebe, die eine stufenlose Drehzahlanpassung zwischen Werkzeug und Werkstück oder die Synchronisation zweier Glasmaschinen ermöglichen
- Antriebe, die im automatischen Betrieb eine hohe Wiederholgenauigkeit der Bewegung garantieren
- Antriebe, die sehr gute dynamische Eigenschaften im Hochlauf, beim Anhalten und bei Reversiervorgängen besitzen, um übliche Taktzeiten von 1 s zu realisieren
- Antriebe mit einer hohen Verschleißfestigkeit, um lange Standzeiten bei hohen Taktfrequenzen zu gewährleisten.

Es soll der Einsatz zweier Antriebssysteme, zum einen mit einem Gleichstrommotor, zum anderen mit einem Drehstromasynchronmotor mit Kurzschlußläufer, anhand eines im VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau — Stammbetrieb Ilmenau — realisierten Bearbeitungsautomaten erläutert werden. Der Automat dient zum Skalieren von Meß- und Vollpipetten [3]. Die Antriebe der Präzisionsdosierpumpe, der Kennzeichnungseinrichtung und eines je Takt um 90° drehenden Stationsrades waren mit Positionierantrieben aufzubauen. Während an der Präzisionsdosierpumpe (40 Nm) und an der Kennzeichnung (3 Nm) niedrige Drehmomente, hohe Drehzahlen (1400/2800 min⁻¹) und geringe Einbaumaße erforderlich waren, mußte der Stationsradantrieb ein hohes Drehmoment (50 Nm) bei niedriger Drehzahl (15 min⁻¹) bereitstellen. Die erforderlichen Positioniergenauigkeiten lagen im Bereich



1 Blockschaltbild des Antriebssystems mit Drehstromasynchronmotor



2 Blockschaltbild des Antriebssystems mit Gleichstrommotor.
Aufbau des Einkartenrechners

von 0,01 mm bei Dosierpumpe und Kennzeichnung sowie von 0,5° am Stationsrad.

Die für die beiden Antriebssysteme notwendige Stuerelctronik entwickelte der Wissenschaftsbereich „Steuerungstechnik und Leistungselektronik“ der TH Ilmenau. Die Steuerung des Drehstromasynchronmotors besteht aus einem aus einer K 1520-Standard-ZRE, einer Hardware-Multiplizierer-Platine und einer Ein/Aus-Platine aufgebauten Achsrechner, einem 3-Phasen-Transistorwechselrichter und einem ungesteuerten Gleichrichter (Bild 1). Standardisierte Drehstromasynchronmotoren stehen nur für Nennspannungen von 220/380 V zur Verfügung. Um den für den Aufbau des Leistungsteils notwendigen Aufwand zu minimieren, erhielten die Motoren eine modifizierte Statorwicklung mit einer Nennspannung von 12 V. Damit konnte die Forderung nach Schutzkleinspannung erfüllt und auf Maßnahmen der Potentialtrennung verzichtet werden. Der Aufbau des Wechselrichters war nicht an die Verfügbarkeit spannungsfester Leistungstransistoren gebunden. Durch Anpassung des technologischen Ablaufs konnte ein alternierender Betrieb der beiden Systeme erreicht werden, so daß die Steuerung nur einmal installiert werden mußte. Das Rückstellen der Motoren übernimmt ein unreguliertes Drehstromsystem mit verminderter Nennspannung (12 V).

Am Stationsrad kam ein roboterspezifischer Gleichstrommotor RSM 10.1 (2 Nm) mit vorgeschaltetem Stirnradgetriebe (1:26) zur Drehzahl- und Drehmomentanpassung zum Einsatz. Die Stuerelctronik setzt sich aus einem Einkartenrechner, einem 1-Phasen-Transistorsteller und einem ungesteuerten Gleichrichter zusammen (Bild 2). Beide Antriebssysteme gestatten eine Lage- und Drehzahlregelung. Auf der Grundlage der erfolgreichen Industrieerprobung der genannten Antriebskonzepte und der Verfügbarkeit der für Manipulatorbewegungen geeigneten Gleichstrommotoren (GMM, GMP, Nenndrehmoment bis 18 Nm für GMP 52) wurde das Antriebssystem weiterentwickelt. Es entstand ein kompaktes, zum K 1520-System kompatibles Antriebsmodul, das entsprechend der Leistung des Motors aus dem Einkartenrechner mit Leistungsteil 1 A für GMM-Motoren und GMP 32 oder aus dem Einkartenrechner mit separatem Leistungsteil 20 A für GMP 52 oder größer besteht. Der Einkartenrechner vereinigt die Baugruppen Mikrorechner mit Steuerlogik und Speicher (3 k ROM, 1 k RAM), Kopplung zum Leitreechner über den Systembus, IGR-Impulsaufbereitung, Vierfachung und Zählung sowie den Pulsbreitenmodulator mit auf der Platine integriertem Leistungsteil für Antriebe mit einem Motorstrom bis 1 A (siehe Bild 2). Es wurden digitale Regler, ein PID-Lageregler und ein PI-Drehzahlregler realisiert. Die Reglerkonstanten sind mit einem Serviceprogramm (MC 80) an den jeweiligen Einsatzort anpaßbar [4].

Weitere Anwendungsbeispiele

Diese Antriebsmodule werden bereits in verschiedenen Glasbearbeitungsmaschinen mit Erfolg angewendet:

- Kalibrierautomat für Fieberthermometer (VEB Thermometerwerk Geraberg)
Der Antrieb dient zum Drehen eines Spiegels entsprechend des von einer horizontal angebrachten CCD-Linienkamera gelieferten Meßsignals zur Lage der Kapillare im Hüllrohr, damit die Kapillare mit der Längsachse des Meßbereichs einer zweiten, vertikalen CCD-Linienkamera für die Bestimmung der Steighöhe zur Deckung gebracht werden kann.
- Kontrollautomat für Minihalogenlampen (VEB Glasverarbeitung Neuhaus)
Der Antrieb wird für die Regelung einer konstanten Drehzahl verwendet, mit der die Rohlinge zur Glasfehlererkennung an einer CCD-Kamera vorbeigeführt werden.
- Justagekarussell für Meßzylinder (VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau, Stammbetrieb Ilmenau)
Der Antrieb positioniert die Kennzeichnungseinrichtung zum Anbringen der Justiermarke.
- Ringeinheit für Meßkolben (VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau, Stammbetrieb Ilmenau)
Der Ringkopf fährt mit Hilfe des Antriebs in die Kennzeichnungslage.
- Schneidautomat für dünne Deckgläser (VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau, Stammbetrieb Ilmenau)
Hier dienen zwei Antriebe zum Vorschub und zum Positionieren des Glases bzw. zum Bewegen des Schneidwerkzeuges.

Literatur

- [1] Rauer, St.; Völker, U.: Skalierroboter für Meß- und Vollpipetten aus Glas. Dissertation (A), TH Ilmenau, 1985
- [2] Gens, W.; Hülsenberg, D.; Bock, B.: Rechnergesteuerter asynchroner Drehstromstellerantrieb für einen Roboter zur Glasbearbeitung. Fingerätetech. Ber. 37 (1988) 7, S. 294 ff.
- [3] Bock, B.; Hülsenberg, D.: Hierarchische Steuerungssysteme – Vorschläge für die Automatisierung in der Glasformgebung und -verarbeitung. Silikattechnik 38 (1987) 12, S. 409 ff.
- [4] Gens, W.; Berger, G.; Tümmler, N.; Wohlfarth, J.: Nutzungsunterlagen EKR 1 und Leistungsteile zur Steuerung von Gleichstrommotoren mit einer Nennspannung bis 24 V und einem Nennstrom bis zu 20 A. TH Ilmenau, 1987