

Zusammenfassung

Die primäre Verdrängersteuerung kann in vielen Bereichen der hydraulischen Antriebstechnik als eine energiesparende Alternative zur Ventilsteuerung eingesetzt werden. Viele Antriebsaufgaben erlauben es, die spezifischen Vorteile des hydrostatischen Getriebes auszunutzen. Diese bestehen in der Möglichkeit, kinetische Energie des Antriebs beim Abbremsen zurückzugewinnen. Darüberhinaus gelingt es in vielen Fällen, durch die zahlreichen Schaltungsmöglichkeiten der Verdrängersteuerung technologische Vorteile zu erzielen.

In der vorliegenden Arbeit werden insbesondere die Schaltungsvarianten der Kombination einer Servopumpe mit einem Differentialzylinder aufgezeigt und im Hinblick auf ausgewählte Antriebsaufgaben bewertet. Es wird eine mathematisch fundierte Systematik der Schaltungsentwicklung aufgebaut, die auf der Beschreibung der Leistungsumsetzung in den hydraulischen Bauteilen basiert. Mit dieser Systematik gelingt es, die Vielzahl der Schaltungsvarianten darzustellen und nach Merkmalen zu sortieren.

Die wichtigsten Bauteile der Schaltungen sind der Hydrotransformator, der Differentialzylinder und die Servopumpe. Die Auswirkungen der typischen Eigenschaften dieser zentralen Komponenten auf das statische und dynamische Verhalten des Gesamtsystems wird eingehend untersucht. Der Einfluß der Nichtlinearitäten des Differentialzylinders auf das dynamische Verhalten der Strecke wird analytisch beschrieben. Im Vergleich zu der Kombination eines Differentialzylinder mit einem Ventil vereinfachen sich die Berechnungen im Falle des hydrostatischen Getriebes erheblich durch das lineare stationäre Kennlinienfeld der Servopumpe. Aus den Ergebnissen dieser Überlegungen lassen sich wichtige Entscheidungskriterien ableiten, die bei dem Aufbau des hydrostatischen Getriebes beachtet werden sollten.

Es zeigt sich, daß insbesondere die Art des Leckageausgleichs, der in der Regel über eine Druckregelung realisiert wird, entscheidend die Eigenschaften des Gesamtsystems beeinflusst. Die Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten von Schaltung und Druckregelstrategie lassen nur wenige allgemeingültige Aussagen

zu. Es kann jedoch festgestellt werden, daß eine Summendruckregelung im allgemeinen die besseren Ergebnisse liefert.

Speziell für die Regelung dieses Summendruckes in einem geschlossenen Getriebe wird der Prototyp eines zweistufigen Druckniveauventils vorgestellt. Das gewünschte Druckniveau kann als eine elektrische Führungsgröße vorgegeben werden, so daß eine einfache Anpassung des Druckniveaus an die Betriebsbedingungen des Getriebes vorgenommen werden kann.

Mit der Hilfe der digitalen Simulationstechnik wird das dynamische und statische Verhalten verschiedener, ausgewählter Schaltungen nachgebildet und somit die wichtigsten physikalischen Zusammenhänge und die entscheidenden Nichtlinearitäten der Regelstrecke verdeutlicht. Es zeigt sich, daß die aus der hydraulischen Antriebstechnik hinlänglich bekannten Regelstrategien auch auf die hydrostatischen Getriebe übertragbar sind.

Schließlich wird an Hand von zwei sehr unterschiedlichen Antriebsaufgaben die Einsparungspotentiale der primären Verdrängersteuerung quantifiziert. Die Untersuchungen zeigen, daß sich bei der Ausnutzung der schaltungstechnischen Vielfalt direkte Produktivitätssteigerungen ergeben. Es wird deutlich, daß es ein lohnendes Ziel bleibt, bei hydraulischen Antrieben alle Möglichkeiten der Energieeinsparung auszuschöpfen.

Die bestehenden Einsparungspotentiale unterstreichen zudem die Dringlichkeit, die Verstelldynamik von Servopumpe noch weiter zu verbessern, damit die Vorteile der primären Verdrängersteuerung auch bei Aufgaben mit noch höheren dynamischen Anforderung ausgenutzt werden können.