

Die konventionelle Ansteuerung von Zylindern am Drucknetz erfolgt durch das Drosseln des Netzdruckes mit Ventilen auf den von der Last am Zylinder bestimmten Lastdruck. Eine Energierückspeisung vom Zylinder ins Drucknetz ist nicht möglich.

Für die energiesparende Ansteuerung von Zylindern am Drucknetz, bei der es gilt die prinzipbedingten Drosselverluste, die bei einer Ventilsteuerung erzeugt werden, vollständig zu vermeiden, oder so weit möglich zu reduzieren, sind in der vorliegenden Arbeit Schaltungskonzepte entwickelt und untersucht worden.

Bei der Reduzierung der Drosselverluste wird der Wärmeeintrag ins System verkleinert und die erforderliche Kühlleistung verringert.

In einer kurzen, systematischen Zusammenstellung wird eingangs auf die wichtigsten Details, die bei der Auslegung eines Drucknetzes nach energetischen Gesichtspunkten berücksichtigt werden müssen, wie Druckerzeugung, Energietransport und Speicherung, eingegangen.

Die entwickelten Konzepte zur energiesparenden Ansteuerung von Zylindern am Drucknetz lassen sich in drei Gruppen einteilen:

I - Die Druckdifferenz zwischen Netz- und Lastdruck wird durch eine Transformation der hydraulischen Energie, in Druck und Volumenstrom, ohne prinzipbedingte Drosselverluste, ausgeglichen.

II - Die Druckdifferenz zwischen Netz- und Lastdruck wird durch eine stufenweise Anpassung der wirksamen Zylinderfläche an die erforderliche Fläche, reduziert. Der Lastdruck wird so größer.

III - Die Druckdifferenz zwischen Netz- und Lastdruck wird durch Anpassung des Netzdruckes an den Lastdruck, und somit an die anliegende Last, reduziert.

I: Auf der Basis des sekundärgeregelten Motors sind für Zylinder großer Leistung Einheiten zur Energieumformung entwickelt worden. Die hydraulische Energie wird einem Drucknetz entnommen und ohne prinzipbedingte Drosselverluste auf das von der Last am Zylinder bestimmte Druckniveau transformiert. Diese Energieumformer werden als Hydro-Transformatoren bezeichnet. Neben der energiesparenden Leistungsentnahme aus einem Drucknetz kann ein Hydro-Transformator zur Druckerhöhung, als geregelter Druckübersetzer, und zum Rückspeisen von Energie vom Verbraucher ins Drucknetz eingesetzt werden. Mit der Entwicklung des Hydro-Transformators ist es jetzt möglich, analog zur Sekundärregelung von verstellbaren Motoren auch Zylinder, deren Wirkflächen nicht stufenlos verstellt werden können wie das Schluckvolumen der Motoren, ohne Drosselorgane im Leistungsteil am Drucknetz zu betreiben.

Hierzu wurde eine Systematik der Hydro-Transformatoren erstellt und das Energieflußdiagramm für den Vierquadrantenbetrieb gezeigt.

Zur stationären und dynamischen Untersuchung eines ausgewählten Transformators wurden Komponenten, unter besonderer Berücksichtigung des Einzelwirkungsgrades, des dynamischen Verhaltens und des Druck- und Drehzahlbereiches ausgewählt. Die Komponenten wurden untersucht und in einem Prüfstand zu einem Hydro-Transformator zusammengestellt.

Aus den stationären Messungen des Transformators wurde ein Wirkungsgradkennfeld erstellt.

Das dynamische Verhalten wurde optimiert und der Transformator für eine Zylinderansteuerung eingesetzt.

Das Verhalten des Zylinders mit Transformator im Lageregelkreis wurde untersucht, optimiert und diskutiert.

Erforderliche Sicherheitseinrichtungen wurden diskutiert und entwickelt.

II: Eine Reduzierung der Drosselverluste ist bei Zylindern mit unterschiedlich großen Wirkflächen, wie Differentialkolbenzylindern und Eilgangzylindern möglich. Wenn jede Wirkfläche einzeln mit einem 3/3-Wegeventil angesteuert wird, kann durch Einspeisen des Verdrängungsvolumenstromes (Differentialkolbenschaltung) in das Drucknetz eine Reduzierung der Drosselverluste erreicht werden.

Weitere Vorteile der voneinander unabhängigen Ansteuerung der Zylinderflächen ist die Möglichkeit das Druckniveau in den Kammern anzuheben, um die Steifigkeit zu erhöhen, oder das Druckniveau abzusenken. Die Ventile können direkt am Zylinderanschluß montiert werden. Lange Rohrleitungsvolumina, die zusätzlich das Kammervolumen vergrößern und die Steifigkeit verkleinern würden, entfallen. Die Ventile können in ihrer Nenngröße auf die Zylinderflächen angepaßt werden. Drucksprünge im Zylinder können beim Reversieren vermieden werden.

III: In der Mobilhydraulik ist zur Energieeinsparung bei Mehrfachantrieben am Drucknetz das Prinzip des Load-Sensings entwickelt worden.

Die Drosselverluste werden durch Anpassung des Netzdruckes an den aktuellen Verbraucherdruck reduziert.

Die Weiterentwicklung von elektrisch angesteuerten Ventilen und der Drucksensoren ermöglichen in Verbindung mit der Elektronik eine Verlagerung der Steuerungslogik und der Regelung von der Hydraulik zur Elektrik.

So können komplexere Regel- und Steueralgorithmen eingesetzt werden. Der Hardwareaufwand bei den Ventilen wird reduziert die hydraulischen Steuerleitungen werden durch elektrische Signalleitungen ersetzt.

Hier wird das konventionelle Load-Sensing-System dem elektrohydraulischen Load-Sensing gegenübergestellt und Entwicklungsmöglichkeiten diskutiert.