

Berichte aus dem Maschinenbau

Heiko Baum, Wolfgang Backé

Systematik fluidtechnischer Schaltungen

Theoretische Einführung und Simulation von Praxisbeispielen

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2318-3

ISSN 0945-0874

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Wenn der Neuling die zahlreichen Schaltungsarten der Fluidtechnik kennenlernt, wird er angesichts der vielfältigen Varianten vermutlich zunächst kein durchgängiges System erkennen. Neben unterschiedlichen Druckversorgungen sind fluidtechnische Systeme sowohl mit Widerstandssteuerung als auch mit Verdrängersteuerung anzutreffen. Hinzu kommen die unterschiedlichen Arten der Regelung, die auf die jeweilige Anforderung abgestimmt sind.

In diesem Buch wird gezeigt, dass aus der Sicht der Fluidtechnik eine Systematik sehr wohl zu finden ist. Ausgehend von einer theoretischen Einführung in die Systematik fluidtechnischer Schaltungen wird das Thema anschließend anhand von Praxisbeispielen aus verschiedenen Einsatzgebieten – z. B. Schwermaschinenbau, Automobil-, Luftfahrt-, Maritim- und Bahntechnik – weiter vertieft.

Die Praxisbeispiele werden mit dem auf die Simulation fluidtechnischer Systeme spezialisierten Programm *DSHplus* nachgebildet und intensiv diskutiert. Die Praxisbeispiele sollen den Leser bei der Definition des notwendigen Detaillierungsgrades der Simulationsmodelle unterstützen und bieten einen Leitfaden zur Auswahl der benötigten Bauteile. Ausformulierte Rechenbeispiele geben dem Leser darüber hinaus Hilfestellungen zur Ermittlung der hydraulischen, mechanischen und auch regelungstechnischen Bauteilparameter. Abschließend werden die fertig aufgebauten Simulationsmodelle virtuell in Betrieb genommen und ausgewählte Arbeitspunkte der Systeme werden mittels moderner CAX-Analysewerkzeuge automatisiert überprüft.

Der Leser erhält durch die Praxisbeispiele einen Einblick in die Arbeitsschritte, die zum Aufbau eines Simulationsmodells notwendig sind, und gewinnt gleichzeitig ein Gefühl für die Wirkzusammenhänge fluidtechnischer Systeme, was ihm den Einstieg in das Thema erleichtern wird. Gerne können für das vertiefende Selbststudium die Simulationsmodelle und eine Lizenz für *DSHplus* bei FLUIDON angefragt werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Grundlagen der Steuerung fluidtechnischer Leistung	3
3 Widerstands- oder Ventilsteuerungen	4
3.1 Fluidtechnische Widerstände	5
3.1.1 Konstruktive Ausführung von fluidtechnischen Widerständen	7
3.1.2 Dynamische Widerstände	12
3.2 Druckaufbau in einem komplexen System	15
4 Widerstandssteuerungen mit aufgeprägtem Druck	18
4.1 Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Druckquellen	19
4.1.1 Konstantpumpe mit Druckbegrenzungsventil	20
4.1.2 Druckgeregelter Verstellpumpe	21
4.2 Druckversorgung bei unterschiedlich belasteten Verbrauchern (Load Sensing)	23
4.3 Systematik stetiger Widerstandssteuerungen mit konstanter Druckversorgung	27
4.4 Anwendung - Zweistufige Steuerventile als Widerstandssteuerung mit aufgeprägtem Druck	33
4.4.1 Verhalten im stationären Bereich	35
5 Widerstandssteuerungen mit aufgeprägtem Volumenstrom	41
5.1 Sonderfall: Brückenhalbglied B_V	43
5.2 Anwendungen	45
6 Grundlagen der verstellbaren Verdränger	48
6.1.1 Volumenstromverstellbare Verdränger	52
6.1.2 Radialkolbenbauart	59

6.1.3	Drehzahlveränderbare Konstantpumpe	61
6.2	Förderstrompulsationen.....	62
6.3	Wirkungsgrade von Verdrängereinheiten.....	70
6.4	Ermittlung der Behälteraufheizung.....	72
6.5	Temperaturerhöhung durch Drosselung	74
7	Verdrängersteuerung mit aufgeprägtem Volumenstrom	76
7.1	Offener und geschlossener Kreislauf.....	77
7.2	Räumliche Anordnung.....	78
7.3	Arten der Verstellung.....	79
7.4	Leistungsverteilung.....	80
7.5	Hydrostatische Antriebe von symmetrischen und ungleichflächigen Zylindern.....	83
7.6	Teilhydrostatisches Getriebe.....	85
7.7	Hydrostatisches Getriebe mit angehobenem Druckniveau.....	87
7.8	Hydrotransformatoren.....	91
8	Verdrängersteuerungen mit aufgeprägtem Druck.....	95
8.1	Anwendungsbeispiele.....	107
9	Praxisbeispiele zum Selbststudium.....	111
9.1	Praxisbeispiel 1: Widerstandsteuerungen mit aufgeprägtem Druck	114
9.1.1	Analyse des Bewegungsprofils.....	115
9.1.2	Analyse des Lastkollektivs	119
9.1.3	Berechnung der Zylinderparameter	121
9.1.4	Dimensionierung des Stetigventils.....	130
9.1.5	Dimensionierung der Pumpe.....	138
9.1.6	Dimensionierung des Druckbegrenzungsventils	145
9.1.7	Inbetriebnahme des Simulationsmodells.....	149
9.1.8	Berechnung der Verstärkung des Reglers.....	152

9.1.9	Analyse der Systemperformance	164
9.2	Praxisbeispiel 2: Widerstandsteuerungen mit aufgeprägtem Volumenstrom	168
9.2.1	Aufbau und Funktion einer Servolenkung	169
9.2.2	Parameterermittlung zum Lenkventil	173
9.2.3	Parametrierung der Hydraulikleitungen	178
9.2.4	Parametrierung des Lenkgetriebes	194
9.2.5	Simulation eines Lenkmanövers.....	195
9.3	Praxisbeispiel 3: Verdrängersteuerung mit aufgeprägtem Volumenstrom	200
9.3.1	Vorbereitung des Schaltungsbeispiels	200
9.3.2	Optimierung der Reglerparameter	204
9.3.3	Analyse der Systemdynamik.....	217
9.4	Praxisbeispiel 4: Verdrängersteuerung mit aufgeprägtem Druck.....	230
9.4.1	Diskussion der benötigten Detailtiefe des Simulationsmodells	231
9.4.2	Aufbau des hydraulischen Modellteils	234
9.4.3	Aufbau des mechanischen Modellteils	244
9.4.4	Aufbau des regelungstechnischen Modellteils	251
9.4.5	Diskussion der Simulationsergebnisse.....	254
10	Schlussbetrachtung.....	262
11	Literaturverzeichnis	264

