



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 059 624 A1** 2008.06.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 059 624.2**

(22) Anmeldetag: **14.12.2006**

(43) Offenlegungstag: **19.06.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01F 7/18 (2006.01)**

**F02D 41/20 (2006.01)**

**F01N 3/10 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

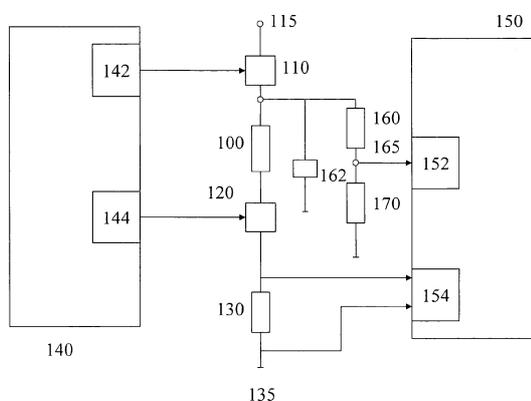
(72) Erfinder:

**Kaluza, Jan, 71034 Böblingen, DE; Kleinknecht, Horst, 74427 Fichtenberg, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils beschrieben. Einlesemittel schreiben eine Vielzahl von Messwerten für den Strom und/oder die Spannung in einen ersten Speicher zur Abbildung eines Verlaufs ein. Auswertemittel führen eine Zustandsanalyse und/oder eine Verlaufsanalyse durch. Bewertungsmittel korrigieren, ausgehend von der Zustandsanalyse und/oder der Verlaufsanalyse, wenigstens eine Steuergröße, die die Ansteuerung charakterisiert, und schreiben diese in einen zweiten Speicher ein. Steuermittel steuern, ausgehend von den Steuergrößen, eine Endstufe an.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils.

**[0002]** Zur Dosierung von Flüssigkeiten, wie beispielsweise Kraftstoff und/oder Flüssigkeiten, die in Verbindung mit einer Abgasnachbehandlung verwendet werden, werden üblicherweise elektromagnetische Ventile eingesetzt. Informationen darüber, ob das Ventil überlastet ist, ob es blockiert, oder ob die dosierte Menge der gewünschten Menge entspricht, liegen in dem Steuergerät, das die zugeordnete Brennkraftmaschine steuert nicht vollständig vor, da hierzu ein erheblicher Aufwand im Steuergerät notwendig ist. So ist in der Regel für jede Diagnose ein Stromwert oder eine Auswertung vorgesehen, die in der Regel als getrenntes Hardwarebauteil im Controller oder im Steuergerät angeordnet ist.

## Offenbarung der Erfindung

## Vorteile der Erfindung

**[0003]** Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind ein sicherer Betrieb und eine Diagnose eines elektromagnetischen Ventils möglich. Dadurch dass Einlesemittel eine Vielzahl von Messwerten für den Strom und/oder die Spannung in einen ersten Speicher zur Abbildung eines Verlaufs einschreiben, und Auswertemittel eine Zustandsanalyse und/oder eine Verlaufsanalyse durchführen, und Bewertungsmittel ausgehend von der Zustandsanalyse und/oder der Verlaufsanalyse wenigstens eine Steuergröße, die die Ansteuerung charakterisiert, korrigieren und in ein zweiten Speicher einschreiben, und das Steuermittel ausgehend von den Steuergrößen eine Endstufe ansteuert, ist ein sicherer Betrieb und Diagnose des Ventils möglich.

**[0004]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung beinhalten die Einlesemittel einen Digital/Analog-Wandler sowie einen DMA. Diese bieten den Vorteil, dass diese als kostengünstige Bausteine und/oder Software zur Verfügung stehen.

**[0005]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Auswertemittel und die Bewertungsmittel in einem Prozessor enthalten sind. Solche Prozessoren stehen kostengünstig zur Verfügung. Die Auswertemittel und Bewertungsmittel sind dabei vorzugsweise als Software realisiert, die kostengünstig entwickelt und programmiert werden können. Diese Elemente können dadurch in einfacher Weise an andere Ventile angepasst werden.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird der Stromverlauf

bzw. der Spannungsverlauf über der Zeit bzw. über die Winkelstellung einer Motorwelle in einen ersten Speicher eingelesen. Diese Daten werden von einem Prozessor verarbeitet. Der Prozessor verändert abhängig von diesen Daten die Steuergrößen und schreibt diese in einen zweiten Speicher ein.

**[0007]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Einlesemittel, der Prozessor und die Steuermittel als Elemente eines Controllers ausgebildet sind.

**[0008]** Die Zustandsanalyse ermittelt vorzugsweise Größen, wie eine Temperaturgröße, einen Haltestrom und/oder einen Offsetstrom. Diese Größen ermöglichen eine Aussage über den Zustand. Ausgehend von diesen Größen kann die Zerstörungsgefahr des Ventils oder ein möglicher Defekt des Ventils sicher erkannt werden.

**[0009]** Die Verlaufsanalyse ermittelt Größen die den Zeitpunkt des Öffners oder Schließens des Ventils charakterisieren. Ausgehend von diesen Größen ist eine Diagnose des Dosiervorgangs möglich. So sind diese Größen ein Maß dafür, ob die zu dosierende Flüssigkeit zum richtigen Zeitpunkt und in der korrekten Menge dosiert wurde.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Einlesemittel die Messwerte nicht über einen vollständigen Messzyklus erfassen, sondern wenn die Einlesemittel, die Messwerte in wenigstens einem Messfenster einlesen. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass für jede Größe, die ermittelt wird, ein Messfenster definiert ist. Dadurch ist es möglich Speicherplatz zu sparen bzw. die Messwerte mit kleineren zeitlichen Abstand abzuspeichern. Dadurch kann eine höhere Genauigkeit erzielt werden.

**[0011]** Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn der Beginn und das Ende des Messfensters ausgehend von einem erwarteten Auftreten eines Ereignisses vorgegeben wird.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0012]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in nachfolgender Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

**[0013]** [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm der wesentlichen Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**[0014]** [Fig. 2](#) den über der Zeit aufgetragenen Strom, der durch das Ventil fließt und

**[0015]** [Fig. 3](#) eine detaillierte Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0016] In der [Fig. 1](#) sind die wesentlichen Elemente einer Vorrichtung zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils dargestellt. Das Ventil ist mit **100** bezeichnet. Dieses steht über ein erstes Schaltmittel **110**, das auch als High-Side-Schalter bezeichnet wird, mit einem ersten Anschluss einer Spannungsversorgung **115** in Verbindung. Ferner steht das Ventil **100** über ein zweites Schaltmittel **120**, das auch als Low-Side-Schalter bezeichnet wird, und ein Strommessmittel **130** mit einem zweiten Anschluss **135** der Spannungsversorgung in Verbindung.

[0017] Das erste Schaltmittel **110** wird von einer Stromsteuerung **142** und das zweite Schaltmittel von einer Zumessteuerung **144** angesteuert. Die Stromsteuerung **142** und die Zumessteuerung **144** sind die wesentlichen Elemente einer Steuerung **140**. Prinzipiell kann auch vorgesehen sein, dass die Zumessteuerung das erste Schaltmittel **110** und die Stromsteuerung das zweite Schaltmittel **120** ansteuert. In diesem Fall ist auch die Anordnung verschiedener weiterer Elemente, wie zum Beispiel dem Strommessmittel **130** und der Freilaufmittel und/oder Löschmittel, abzuändern.

[0018] An einem Verbindungspunkt, zwischen dem Ventil **100** und dem ersten Schaltmittel **110**, ist ein Spannungsteiler, bestehend aus einem ersten Widerstand **160** und einem zweiten Widerstand **170**, mit dem zweiten Anschluss der Versorgungsspannung verbunden. Ferner steht dieser Punkt über eine Freilaufdiode **162** mit dem zweiten Anschluss der Versorgungsspannung in Verbindung. Der Verbindungspunkt **165** beaufschlagt eine Spannungserfassung **152** mit einem Signal.

[0019] Bei einer vereinfachten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Spannungsteiler entfällt und die Spannung am Anschluss **115** der Spannungsversorgung abgegriffen wird.

[0020] Die beiden Anschlüsse des Strommessmittels **130**, das vorzugsweise als Ohmscher Widerstand ausgebildet ist, gelangen zu einer Stromerfassung **154**. Die Spannungserfassung **152** und die Stromerfassung **154** bilden die wesentlichen Elemente einer Auswertung **150**.

[0021] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Ventil über eine High-Side-/Low-Side-Endstufe angesteuert. Dabei erfolgt die Bestromung des ersten Schaltmittels im Sinne einer Stromsteuerung und/oder Stromregelung. Das heißt die Bestromung des ersten Schaltmittels **110** ist derart gewählt, dass durch das Ventil ein vorgegebener Strom fließt. Die Regelung des Stroms durch das Ventil wird beispielsweise durch ein veränderbares Puls-Pause-Verhältnis eines Pulsweitenmodulierten Signals mit einer

bestimmten Frequenz bestimmt.

[0022] Dies bedeutet die Stromsteuerung **142** steuert das erste Schaltmittel derart an, dass sich die gewünschte Bestromung des Ventils ergibt. Die Bestromung ist im wesentlichen definiert durch die Stromwerte in den einzelnen Phasen, insbesondere durch den Anzugstrom zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 und/oder den Haltestrom in der Haltephase zwischen den Zeitpunkten T4 und T5. Ferner ist die Bestromung durch die Stromanstiege und Stromabfälle in den übrigen Phasen definiert.

[0023] Durch die Zumessteuerung **144** wird das zweite Schaltmittel derart angesteuert, dass die Zumessung zu einem bestimmten Zeitpunkt beginnt und zu einem bestimmten Zeitpunkt endet und damit eine bestimmte Menge an Flüssigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt zugemessen wird. Diese Zeitpunkte und diese Zeitdauer der Zumessung werden von einer übergeordneten Steuerung, abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine bzw. vom Zustand eines Abgasnachbehandlungssystems, vorgegeben. Durch die Zumessteuerung **144** werden im wesentlichen die Zeitpunkte, bei denen die Bestromung beginnt und/oder endet gesteuert.

[0024] Von der Auswerteschaltung **150** werden der Strom I, der durch das Ventil fließt, sowie die an dem Ventil anliegende Spannung U erfasst und ausgewertet. In [Fig. 2](#) ist beispielhaft der Stromverlauf einer Bestromung während eines Zumesszyklusses, das heißt einer Zumessung von Flüssigkeit mittels des Ventils, dargestellt. Zum Zeitpunkt T0 beginnt die Bestromung des Ventils. Das heißt sowohl der High-Side- als auch der Low-Side-Schalter werden geschlossen. Der Strom steigt bis zum Zeitpunkt T2 an. Zum Zeitpunkt T2 erreicht der Strom ein erstes Stromniveau, das auch als Anzugsstromniveau bezeichnet wird. Dieses Stromniveau ist derart gewählt, dass das Ventil sicher in die neue Endlage übergeht. Zum Zeitpunkt T1 erreicht das Ventil seine neue Endlage. Dies hat zur Folge, dass sich die Induktivität des Ventils ändert und damit ändert sich auch der Stromanstieg. Ausgehend von dieser Änderung der Induktivität und der damit verbundenen Änderung des Anstiegs des Stroms bei konstanter Spannung kann dieser Zeitpunkt T1 durch Auswerten des Stromverlaufs erkannt werden. Bis zum Zeitpunkt T3 wird der Strom durch das erste Schaltmittel derart gesteuert, dass es auf seinem Ansteuerniveau verbleibt.

[0025] Zwischen dem Zeitpunkt T2 und T3 befindet sich die Spule in ihrer Sättigung. In diesem Bereich wird vorzugsweise die Spulentemperatur, ausgehend von dem fließenden Strom und der anliegenden Spannung, mittels des Ohmschen Gesetzes berechnet. Hierzu ist erforderlich, dass sowohl die Spannung, die an der Spule anliegt, als auch der Strom, der durch die Spule fließt, bekannt sind.

**[0026]** Zwischen dem Zeitpunkt T3 und T4 fällt der Strom auf den Haltestrom der Spule ab. Dieser Wert ist so gewählt, dass das Ventil in seiner Position verbleibt. Dies bedeutet, das Ventil wird offen gehalten und durch das erste Schaltmittel wird der Strom so eingestellt, dass der Strom wiederum nahezu konstant bleibt. Durch die Absenkung des Stroms aus dem Haltestrom wird die Verlustleistung am Ventil abgesenkt und das Ventil wird nicht überhitzt.

**[0027]** Zum Zeitpunkt T5 endet die Bestromung, das heißt beide Schaltmittel werden geöffnet und der Strom fällt bis zum Zeitpunkt T6 auf den Wert Null ab. Aufgrund der mechanischen Trägheit benötigt die Ventilhülse noch eine gewisse Zeit, bis diese wieder ihre ursprüngliche Lage erreicht. Auch dieser Zeitpunkt kann wieder durch eine Auswertung des Stromverlaufs erfasst werden. Diese Ermessung erfolgt ähnlich wie bei Ermittlung des Schaltzeitpunktes zum Zeitpunkt T1. Nach dem Zeitpunkt T7 nimmt der Strom üblicherweise den Wert Null bzw. einen anderen definierten Wert an. Ab diesem Zeitpunkt können die Offset-Werte und die Messreihen abgeglichen werden. Nach dem Zeitpunkt T7 endet der Zumesszyklus.

**[0028]** In [Fig. 3](#) ist die Steuereinheit für das Ventil, die die Steuerung **140** und die Auswertung **150** umfasst, detaillierter dargestellt. Bereits in [Fig. 1](#) dargestellte Elemente sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Die dargestellte Steuereinheit kann als Hardwareeinheit, oder als Steuerverfahren, das von einem Prozessor abgearbeitet wird oder als Mischform realisiert sein.

**[0029]** Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Die an dem Verbindungspunkt **165** anliegende Spannung bzw. die an dem Strommessmittel **130** anliegende Spannung gelangen zu der Spannungserfassung **152** bzw. der Stromerfassung **154**. Die Stromerfassung und die Spannungserfassung sind bevorzugt als A/D-Wandler ausgebildet, die die momentan anliegenden Signale in ein digitales Signal umwandeln, das dem jeweiligen Spannungswert bzw. Stromwert entspricht.

**[0030]** Von einem DMA **200**, der auch als Direkt-Memory-Access bezeichnet werden kann, werden die Stromwerte und/oder Spannungswerte, die von der Stromerfassung **154** bzw. der Spannungserfassung **152** erfasst wurden, in einen Speicher **210** eingeschrieben. Bevorzugt ist vorgesehen, dass das DMA **200** als Programmstruktur realisiert ist.

**[0031]** Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass der erste Speicher **210**, der zweite Speicher und ein Rechner **310**, der die Programme abarbeitet, in einen Prozessor **300** integriert sind.

**[0032]** Um Daten auszutauschen stehen der erste

Speicher **210**, der DMA **200**, ein zweiter Speicher **220** und der Rechner über einen Datenbus **250** untereinander in Verbindung. Der erste Speicher **210**, der zweite Speicher **220** und der Rechner sind ferner mit einem Adressbus **240** verbunden. Der zweite Speicher **220** tauscht mit einer State-Machine **230** Signale aus. Diese beaufschlagt wiederum die Stromsteuerung **142** und die Zumesssteuerung **144** mit entsprechenden Signalen.

**[0033]** Die in dem zweiten Speicher **220** abgelegten Daten gelangen über die State-Machine **230** zu der Steuerung **140**, die die Schaltmittel **110** und **120** entsprechend ansteuert.

**[0034]** Die A/D-Wandler **152**, **154** und das DMA **200** können auch als Einlesemittel bezeichnet werden. Die State-Machine **230** und die Steuerung **140** können auch als Steuermittel bezeichnet werden. Die DMA **200**, die State-Machine **230**, die Auswertung **150** und die Steuerung **140** bilden zusammen ein Interface. Vorzugsweise sind diese Elemente Bestandteil eines Controllers.

**[0035]** Die eingehenden Werte bezüglich der Spannung U, die an dem Ventil anliegt, und/oder dem Strom I, der durch das Ventil fließt, werden durch die Spannungserfassung **152** bzw. die Stromerfassung **154** zeitgetriggert von einem analogen Signal in ein digitales Signal gewandelt. Die Digitalisierung erfolgt mittels Analog/Digital-Wandler, die die wesentlichen Elemente der Stromerfassung bzw. der Spannungserfassung bilden. Das DMA **200** schreibt die digitalisierten Signale zu bestimmten Zeitpunkten, d. h. zeitgetriggert in den ersten Speicher **210**. In dem Speicher **210** ist somit der Signalverlauf der Spannung und/oder des Stroms über der Zeit bzw. über der Winkelstellung abgelegt. Dabei kann vorgesehen sein, dass alle Werte über den gesamten Zumesszyklus, das heißt vom Zeitpunkt T0 bis deutlich nach dem Zeitpunkt T7 in festen Abständen abgelegt sind.

**[0036]** Bei einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass lediglich einzelne Messfenster definiert sind, innerhalb denen die Messwerte in den ersten Speicher **210** eingelesen werden. Das heißt es werden die Messwerte nur in den Bereichen eingelesen, die von Interesse sind und deren Verlauf den Einspritzvorgang charakterisiert. Hierzu ist vorgesehen, dass ausgehen von dem erwarteten Zeitpunkt oder Winkelstellung bei dem das Ereignis voraussichtlich auftritt der Beginn und das Ende des Messfenster definiert wird. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass als Beginn ein Zeitpunkt, der einen festen Wert vor dem erwarteten Zeitpunkt liegt als Beginn des Messfenster definiert wird. Als Ende des Messfenster wird ein Zeitpunkt der eine feste Zeit nach dem Beginn liegt, verwendet.

**[0037]** Bei einer weiteren Ausgestaltung kann auch

vorgesehen sein, dass für einen bestimmten Zeitraum nur ein oder mehrere Werte abgelegt sind. So ist es ausreichend, wenn im Zeitraum zwischen T4 und T5 lediglich ein Wert abgelegt wird. Im Zeitraum zwischen dem Zeitpunkt T0 und T2 sind mehrere Werte abgelegt, damit der Zeitpunkt T1, bei dem sich die Induktivität der Spule ändert, sicher erkannt werden kann. Entsprechend sind auch mehrere Werte zwischen den Zeitpunkten T6 und T7 abgelegt, um durch die Analyse des Stromverlaufs das Schließen des Ventils zu erkennen.

**[0038]** Durch eine geeignete Ausbildung bzw. Programmierung des DMA **200** kann die Einrichtung an beliebige Verbraucher, Stromverläufe, Spannungsverläufe und damit Anwendungen angepasst werden. Das heißt es ergibt sich eine sehr flexible Einrichtung, die damit auch kostengünstig eingesetzt werden kann.

**[0039]** Ausgehend von diesen im ersten Speicher **210** abgelegten Stromwerten berechnet der Rechner **310** des Prozessors **300** verschiedene Kenngrößen, die Dosierung von Flüssigkeiten mittels des Magnetventils charakterisieren. Dies bedeutet der Prozessor beinhaltet ein Auswertemittel, die ausgehend von den im ersten Speicher **210** abgelegten Verlauf für den Strom und/oder die Spannung eine Zustandsanalyse und/oder eine Verlaufsanalyse durchführen.

**[0040]** So ermittelt die Verlaufsanalyse beispielsweise den Zeitpunkt, ab dem das Ventil die Flüssigkeit fließen lässt bzw. den Fluss der Flüssigkeit unterbindet ermittelt. Diese Zeitpunkte werden auch als Öffnungszeitpunkt oder BIP bzw. als Schließzeitpunkt oder EIP bezeichnet. Neben diesen Zeitpunkten können auch noch weitere für den Einspritzvorgang charakteristische Zeitpunkte aus dem Strom und/oder Spannungsverlauf ermittelt werden.

**[0041]** Die Zustandsanalyse ermittelt beispielsweise den Widerstand der Spule. Hierzu ist es lediglich erforderlich, dass ein Strom/Spannungswert zum geeigneten Zeitpunkt eingelesen wird. Aus dem Widerstand wird vorzugsweise die Temperatur der Spule als Temperaturgröße ermittelt werden. Ferner können verschiedene Stromwerte und/oder Spannungswerte erfasst werden um die ordnungsgemäße Funktion des Ventils zu überprüfen. Ein solcher weiterer Wert ist die sogenannte Offsetspannung und/oder ein Offsetstrom, die am Ende oder kurz vor dem Zumesszyklus eingelesen werden. Ferner kann als weitere Größe der Wert des Haltestrom eingelesen werden.

**[0042]** Ausgehend von diesen Größen und weiteren Größen, die hier nicht näher ausgeführt sind, berechnet der Rechner **310** des Prozessors **300** die Dosierung charakterisierende Größen. Hierzu umfasst der Prozessor Bewertungsmittel. Diese bewerten die Er-

gebnisse der Verlaufsanalyse und/oder der Zustandsanalyse. Weichen die ermittelten Werte von vorgegebenen Werten ab, so korrigiert der Prozessor wenigstens eine der Steuergrößen, die die Ansteuerung charakterisieren.

**[0043]** Die Auswertemittel, die die Zustandsanalyse durchführen, die Bewertungsmittel, die ausgehend von der Zustandsanalyse und/oder der Verlaufsanalyse wenigstens eine Steuergröße korrigieren, sind vorzugsweise als Programm des Rechners **310** bzw. der Prozessors **300** realisiert.

**[0044]** Bei dem in [Fig. 2](#) dargestellten Beispiel mit einem High-Side und einem Low-Side-Schalter ist vorgesehen, dass einer der beiden Schalter zu Beginn des Zumesszyklus, das heißt zum Zeitpunkt T0 geschlossen, und zum Zeitpunkt T5 wieder geöffnet wird. Der zweite Schalter wird zum Zeitpunkt T0 für eine bestimmte Zeit, vorzugsweise bis zum Zeitpunkt T3 geschlossen und anschließend mit einem Pulsweitenmodulierten Signal, das durch sein Tastverhältnis und seine Frequenz definiert ist, angesteuert. Vom Zeitpunkt T6 bis zum Zeitpunkt T7 wird der erste Schalter kurz geschlossen, damit der Schließzeitpunkt erfasst werden kann. Als Steuergrößen werden von dem Prozessor die Zeitpunkte ab denen die Bestromung beginnen und enden soll sowie das Tastverhältnis vorgegeben. Alternativ kann an Stelle des Endes auch die Dauer als Steuergröße vorgegeben werden. Diese die Dosierung charakterisierenden Größen werden von dem Prozessor in dem zweiten Speicher **220** abgelegt.

**[0045]** Ausgehend von diesen im zweiten Speicher abgelegten Werten berechnet die State-Machine **230** Steuergrößen zur Beaufschlagung der Schaltmittel **110** und **120**. Dies erfolgt beispielsweise derart, dass die State-Machine ausgehend von dem Inhalt des zweiten Speichers **220** ein Verlauf über der Zeit oder der Winkelstellung des Zustandes der beiden Schaltmittel an die Steuerung **140** übermittelt. Die Steuerung **140** beaufschlagt dann die Schaltmittel **110** und **120** mit entsprechenden Ansteuersignalen. Diese State-Machine **230** und die Steuerung werden auch als Steuermittel bezeichnet und sind bei einer bevorzugten Ausgestaltung in dem Controller enthalten.

**[0046]** Erfindungsgemäß ist folgendes Vorgehen vorgesehen. Die Endstufe bestehend aus wenigstens einem Schaltmittel wird über ein Interface **320** von einem Prozessor angesteuert. In der beschriebenen Ausführungsform sind zwei Schaltmittel dargestellt, es kann auch nur ein Schaltmittel oder auch noch weitere Schaltmittel vorgesehen sein. Das Interface beinhaltet wenigstens einen Analog/Digital-Wandler sowie den DMA (Direkt Memory Access). Dieses Interface erfasst **320** die Spannung und/oder den Strom und schreibt in den ersten Speicher des Prozessors den Verlauf der Spannung und/oder des

Stroms ein. Ausgehend von einem gewünschten Ansteuerungsverlauf für das Ventil, der in dem zweiten Speicher des Prozessors abgelegt ist, bildet das Interface Ansteuersignale für die Schaltmittel. Der Prozessor wertet unabhängig von der Art der Endstufe die Signale aus und berechnet den gewünschten Ansteuerungsverlauf. Das Interface passt die Werte, die der Prozessor liefert oder benötigt an die Signale an, die die Endstufe benötigt oder liefert.

**[0047]** Dies bedeutet der Prozessor ist völlig unabhängig von der verwendeten Endstufe oder der verwendeten Spule. Entsprechendes gilt auch umgekehrt. Mit dem Prozessor kann jeder beliebige Verbraucher in jeder gewünschten Art und Weise angesteuert werden. Die Anpassung des Verbrauchers an den Prozessor und umgekehrt erfolgt über das Interface. Dieses muss an beide angepasst werden. Das Interface beinhaltet lediglich Analog/Digital Wandler und eine kleine Recheneinheit, die die Funktion der DMA bzw. der State-Machine übernimmt.

**[0048]** Ventile werden häufig zur Dosierung von flüssigen Medien in Brennkraftmaschinen eingesetzt. Da diese Ventile häufig in Motornähe bzw. in der Nähe von heißen Bauteilen, wie im Abgastrakt, eingesetzt werden, ist die thermische Belastung dieser Bauelemente sehr groß. Diese thermische Belastung beruht zum einen auf der Erwärmung durch die Brennkraftmaschine oder ihr zugeordnete Elemente, wie dem Abgassystem, bzw. durch Eigenerwärmung durch die Bestromung des Ventils in dessen Spule. Durch die Erwärmung verändert sich zum einen der Innenwiderstand der Spule und zum anderen kann im Extremfall eine Beschädigung oder gar eine Zerstörung der Spule auftreten. Durch die Veränderung des Innenwiderstands der Spule verändert sich auch das dynamische Verhalten des Ventils, wodurch wiederum die Dosierung der Flüssigkeit beeinflusst wird.

**[0049]** Um dies zu vermeiden, ist nun vorgesehen, dass die Temperatur des Ventils erfasst wird und die Ansteuerung bzw. die Bestromung des Ventils, abhängig von der Temperatur des Ventils, erfolgt. Dabei ist vorgesehen, dass im statischen Zustand, das heißt insbesondere zwischen den Zeitpunkten T2 und T3, der Strom während der Bestromung gemessen wird. Die Spannung, die an dem Ventil anliegt, ist in diesem Zustand bekannt bzw. wird ebenfalls gemessen. Ausgehend von dem Strom und der Spannung wird dann der Innenwiderstand der Spule bestimmt. Ausgehend von dem Innenwiderstand und dem bekannten Innenwiderstand bei Raumtemperatur wird die Temperatur der Spule ermittelt. Hierzu kann beispielsweise ein Kennfeld vorgesehen sein, in dem die Spulentemperatur abhängig vom Innenwiderstand abgelegt ist. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Temperatur ausgehend von den erfassten Größen berechnet wird. Ausgehend von dieser abgelegten Temperatur bzw. direkt vom ermittel-

ten Innenwiderstand wird nun die Ansteuerstrategie des Ventils verändert. Die Ansteuerstrategie wird zum einen in dem Sinne verändert, dass eine Beeinflussung der Temperatur erfolgt, zum anderen ist vorgesehen, dass die Ansteuerung derart verändert wird, dass die Einflüsse der Temperatur auf das Verhalten des Ventils kompensiert werden.

**[0050]** Zur Beeinflussung der Temperatur kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Bestromung temperaturoptimiert erfolgt. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, dass in der Anzugsphase, das heißt bis zum Zeitpunkt T3, eine kleinere Spannung oder ein kleinerer Stromanstieg gewählt wird. Dadurch wird die Temperaturbelastung des Ventils geringer, im Gegenzug verlangsamt sich das Öffnen des Magnetventils. Durch verändern einzelner oder mehrere Größen, die die Bestromung bestimmen wird die Temperatur beeinflusst.

**[0051]** Das veränderte dynamische Verhalten des Ventils, aufgrund der höheren Temperatur, wird durch ein Verkürzen und/oder ein Verlängern der Ansteuerung kompensiert. Ferner ist vorgesehen, dass auch die Einflüsse auf das dynamische Verhalten, die auf der temperaturoptimierten Bestromung des Ventils beruhen, ebenfalls durch Änderung der Ansteuerung kompensiert werden. Dies erfolgt wiederum dadurch, dass die Ansteuerzeit entsprechend verlängert und/oder verkürzt wird.

**[0052]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in bestimmten Betriebszuständen die Bestromung temperaturoptimiert erfolgt, das heißt die Bestromung erfolgt derart, dass möglichst wenig Verlustwärme entsteht. Insbesondere ist vorgesehen, dass eine solche temperaturoptimierte Bestromung erfolgt, wenn erkannt wird, dass die Temperatur größer als ein Schwellenwert ist bzw. dass der Innenwiderstand der Spule einen bestimmten Wert übersteigt. Dies ist besonders vorteilhaft, da eine temperaturoptimierte Bestromung üblicherweise zur Folge hat, dass sich die Schaltzeiten des Ventils oder andere, die dosierte Menge beeinflussende Größen verändern bzw. dass die Ansteuerung ungenauer wird. Daher erfolgt diese temperaturoptimierte Bestromung vorzugsweise nur dann, wenn sie notwendig ist.

**[0053]** Besonders vorteilhaft ist weiterhin, dass charakteristische Zeitpunkte und Stromwerte bei der Bestromung erfasst und bei der Ansteuerung berücksichtigt werden. So wird beispielsweise der Zeitpunkt, bei dem das Ventil öffnet, und/oder der Zeitpunkt, bei dem das Ventil schließt, erfasst. Diese beiden Zeitpunkte bestimmen wesentlich die dosierte Flüssigkeitsmenge. Durch Erfassen dieser Zeitpunkte kann die tatsächlich zugemessene Menge ermittelt werden. Weicht die Menge bzw. diese charakteristischen Werte von vorgegebenen Werten ab, erfolgt eine Korrektur der Ansteuerung, das heißt es erfolgt

eine entsprechende Korrektur durch die Zumesssteuerung **144**, das heißt die Zumessung wird verlängert, verkürzt und/oder um einen bestimmten Betrag verschoben. Durch diese Maßnahme werden zum einen Änderungen des Ventils, die auf der höheren Temperatur beruhen bzw. die auf einer temperaturoptimierten Bestromung beruhen, ermittelt und korrigiert. Dies bedeutet, ausgehend von den Werten für den Strom und/oder die Spannung werden die Zeitpunkte, bei denen das Ventil öffnet und/oder schließt, ermittelt. Diese Zeitpunkte werden dann zur Korrektur der Ansteuerung verwendet.

**[0054]** Insgesamt bedeutet dies, dass die Temperatur, insbesondere durch Auswerten des Stroms und der Spannung, die durch das Ventil fließt bzw. am Ventil anliegt, ermittelt und bei der Ansteuerung berücksichtigt wird. Dabei wird zum einen die Zumessung verändert, um Einflüsse zu korrigieren. Dies erfolgt vorzugsweise durch die Zumesssteuerung **144** und durch Steuerung des zweiten Schaltmittels **120**. Ferner erfolgt eine temperaturoptimierte Bestromung abhängig von der Temperatur. Diese erfolgt vorzugsweise durch entsprechende Steuerung über die Stromsteuerung **142** durch Steuerung des ersten Schaltmittels **120**.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils, mit Einlesemitteln, die eine Vielzahl von Messwert für den Strom und/oder die Spannung in einen ersten Speicher zur Abbildung eines Verlaufs einschreiben, mit Auswertemitteln, die eine Zustandsanalyse und/oder eine Verlaufsanalyse durchführen, mit Bewertungsmitteln, die ausgehend von der Zustandsanalyse und/oder der Verlaufsanalyse wenigstens eine Steuergröße, die die Ansteuerung charakterisiert, korrigieren und in ein zweiten Speicher einschreiben, und ein Steuermittel ausgehend von den Steuergrößen eine Endstufe ansteuern.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlesemittel einen Digital/Analog-Wandler sowie einen DMA beinhaltet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Auswertemittel und das Bewertungsmittel in einem Prozessor enthalten sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlesemittel, der Controller und das Steuermittel in einem Controller enthalten sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsanalyse eine Temperaturgröße, einen Haltestrom und/oder einen Offsetstrom ermitteln.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlaufsanalyse Größen ermittelt, die den Zeitpunkt des Öffnens oder Schließens des Ventils ermitteln.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlesemittel, die Messwerte in wenigstens einem Messfenster einlesen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn und das Ende des Messfensters ausgehend von einem erwarteten Auftreten eines Ereignisses vorgegeben wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



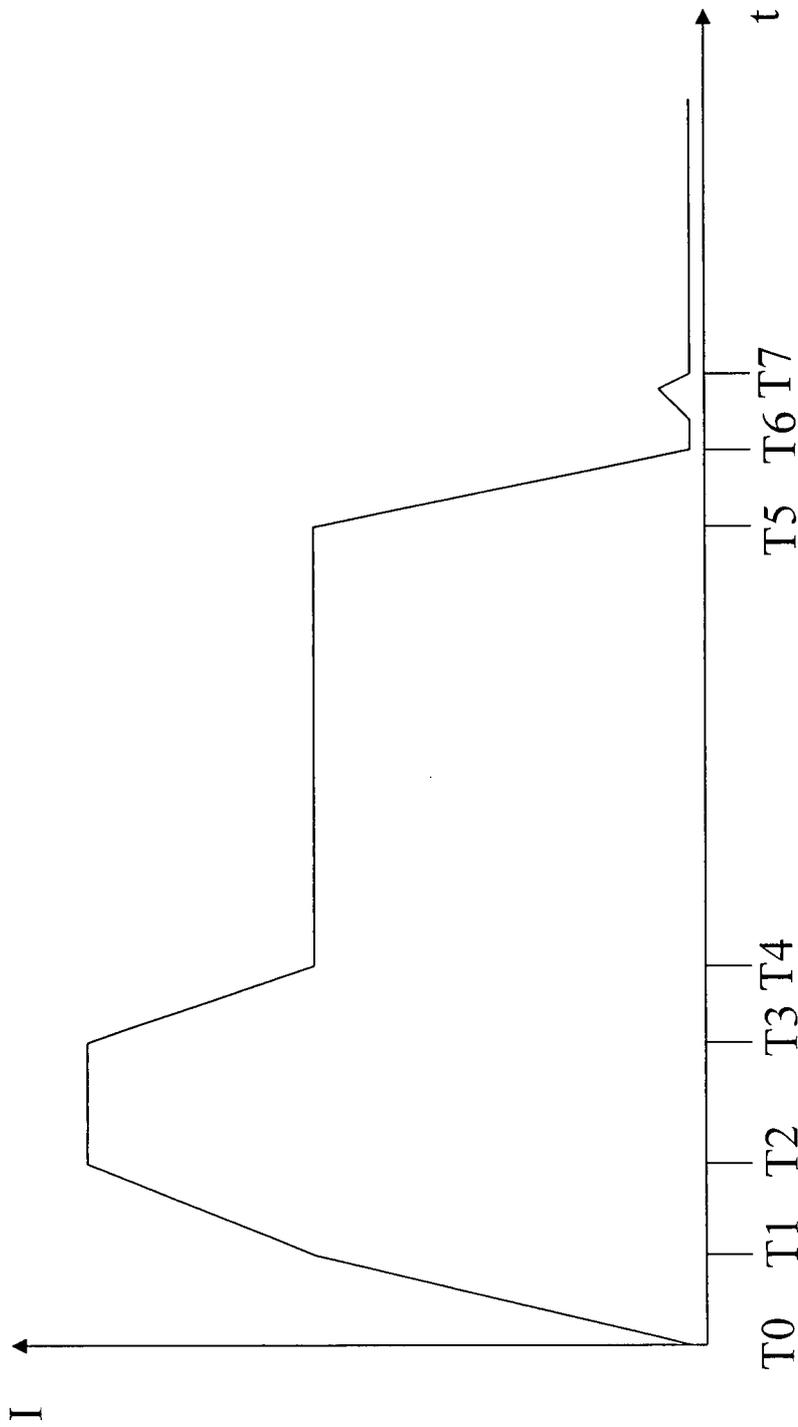


Fig. 2

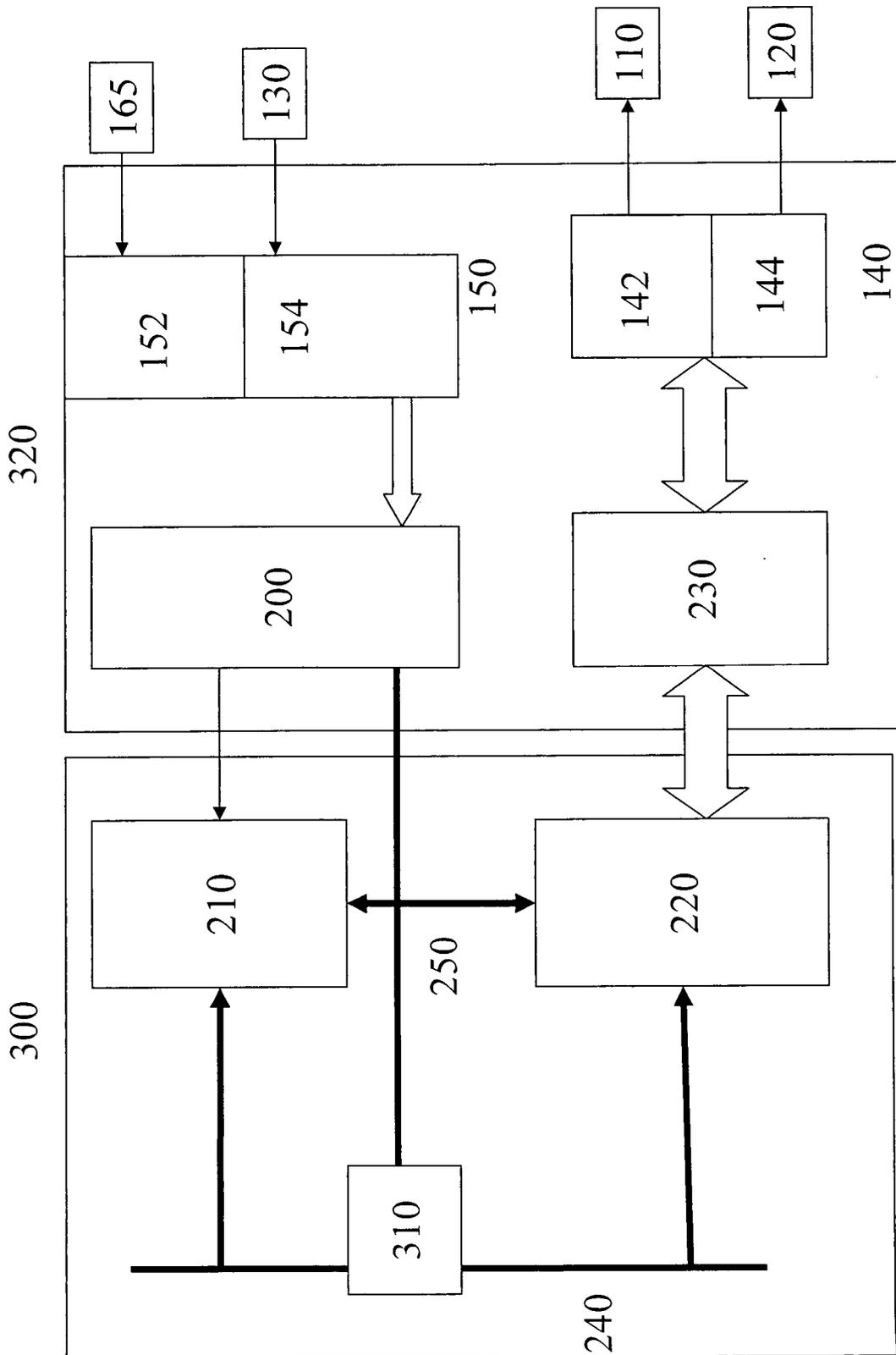


Fig. 3