



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 044 323 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.10.2003 Patentblatt 2003/44

(21) Anmeldenummer: **99953630.3**

(22) Anmeldetag: **28.08.1999**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/20, H01F 7/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02699

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/014395 (16.03.2000 Gazette 2000/11)

(54) **ELEKTROMAGNETISCHES EINSPRITZVENTIL**

ELECTROMAGNETIC INJECTION VALVE

INJECTEUR ELECTROMAGNETIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **02.09.1998 DE 19839863**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.10.2000 Patentblatt 2000/42

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **PHILIPP, Matthias**
D-71665 Vaihingen (DE)
- **HERRMANN, Bernd**
D-74343 Sachsenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 19 803 567	US-A- 3 942 485
US-A- 4 688 138	US-A- 5 291 170
US-A- 5 363 270	US-A- 5 574 617

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 044 323 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Einspritzventil mit Doppelspule, bei dem eine erste und zweite Magnetspule mit gleichen Kenngrößen auf dem selben Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden gemeinsam mit einer Speisespannung und deren andere Enden einzeln mit einem ersten und zweiten Schaltmittel einer elektronischen Ansteuerschaltung verbunden sind, wobei eine von der Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung parallel zur ersten Magnetspule geschaltet ist.

[0002] Ein derartiges elektromagnetisches Einspritzventil ist aus der DE-OS 2 306 007 bekannt. Bei dem bekannten elektromagnetischen Einspritzventil dienen zwei oder mehr Magnetspulen auf dem selben Magnetkreis und eine funktionell an diese Anordnung angepaßte elektronische Ansteuervorrichtung dazu, das Absperrorgan des Einspritzventils zu öffnen und zu schließen, indem durch eine erste Erregung eine das Absperrorgan aus seinem geschlossenen Zustand öffnende elektromagnetische Anziehungskraft, durch eine zweite Erregung eine das Absperrorgan, nachdem es einmal geöffnet wurde, in seinem geöffneten Zustand haltende elektromagnetische Anziehungskraft, und schließlich durch eine dritte Erregung ein entgegengesetzter magnetischer Fluß erzeugt wird, um den induzierten magnetischen Fluß zu löschen, damit das Absperrorgan aus seinem geöffneten Zustand geschlossen wird.

[0003] Allgemein ist bei einem elektromagnetischen Einspritzventil der Stromanstieg und damit auch der Kraftanstieg im Anker im wesentlichen durch die Induktivität und den Widerstand der Ventilschule und die Versorgungsspannung U_{Batt} der Spule bestimmt. Die Induktivität ergibt sich durch die Windungszahl der Spule und die Bauform des Magnetkreises. Im Kraftfahrzeug ist die Versorgungsspannung auf 12 Volt begrenzt. Heutige Anforderungen an die Einschaltzeit eines im Kraftfahrzeug eingesetzten elektromagnetischen Einspritzventils führten bei einfacher Ventilschule zu sehr hohen Strömen, die mit bisherigen Schalttransistoren und den vorhandenen Leitungswiderständen nicht realisiert werden können.

[0004] Bis heute wird der notwendige schnelle Strom- und Kraftanstieg im Einspritzventil beim Einschalten mit höherer Spannung aus einem Boosterkondensator, der mit einem Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter oder durch Recharge aufgeladen wird, erzielt. Der Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter ist bei Magnetkreisen mit hohen Wirbelstromverlusten notwendig, da hier ein Recharge mit der Induktivität des Ventils einen zu schlechten Wirkungsgrad hat. Außerdem würde der Recharge mit dem Ventil zu zu langen Ladezeiten des Boosterkondensators führen. Der Rechargestrom führt zu einer Erregung im Magnetkreis,

der die Sicherheit gegen Leckage und ungewolltes Öffnen des Ventils verringert.

Aufgaben und Vorteile der Erfindung

[0005] Somit ist es Aufgabe dieser Erfindung, ein zuverlässig arbeitendes elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil mit möglichst kurzen Ein- und Ausschaltzeiten und geringem Schaltungsaufwand zu erreichen.

[0006] Die obige Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventil dadurch gelöst, daß die beiden Magnetspulen gegenläufig gewickelt sind, so daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung die Schaltmittel während eines kompletten Öffnungs-Halte-Schließzyklus des Ventiles so ansteuert, daß

- in einer ersten Phase ein anfänglicher Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet, wobei beide Schaltmittel bei inaktiver Halteschaltung geschlossen sind und ein relativ langsamer Anstieg des durch die beiden Magnetspulen fließenden Stroms stattfindet,
- in einer zweiten Phase, die eine Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom durch die zweite Magnetspule durch Öffnung des zweiten Schaltmittels schnell abgeschaltet wird, während das erste Schaltmittel geschlossen und die Halteschaltung inaktiv bleibt,
- während einer dritten Phase, einer Haltephase, die Halteschaltung aktiviert und damit der Strom durch die erste Magnetspule auf eine Haltestromstärke abgesenkt wird, und
- in einer vierten Phase, die eine Schließphase ist, zum Schließen des Ventils wenigstens die Halteschaltung inaktiviert und das erste Schaltmittel geöffnet wird.

[0007] Durch die Doppelspule mit aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des Ventils, d.h. das Öffnen des Ventils in der zweiten Phase in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Spulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird jetzt durch die Dimensionierung der Löschspannung bestimmt. Schnelle Anstiegszeiten der Kraft sind damit ohne eine Erhöhung der Versorgungsspannung realisierbar. Die Ansteuerung des Einspritzventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe oder durch eine stromgeregelter Schaltendstufe realisierbar. Durch die Umkehrung des Differenzstroms beim Ausschalten ist es außerdem möglich, den Schließvorgang zu verkürzen. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung und Verbilligung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter können im Steuergerät entfallen. Dadurch ist die End-

stufe auch einfacher im Steuergerät integrierbar.

[0008] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen sowie in der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule deutlich, wenn diese Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung gelesen wird.

Zeichnung

[0009]

Figur 1 zeigt schematisch und in Form eines Blockschaltbilds eine bevorzugte Schaltung eines elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule in Verbindung mit Endstufen der Ansteuerschaltung; und

Figur 2A bis 2E zeigt Signalverläufe von in der Schaltung von Figur 1 auftretenden Signalen in Abhängigkeit von der Zeit, zur Erläuterung der Funktionsweise der in Figur 1 dargestellten Schaltung.

Ausführungsbeispiel

[0010] In der in Figur 1 dargestellten Schaltung ist mit 1 ein Ersatzschaltbild eines elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule dargestellt. Darin besteht der Magnetkreis des Einspritzventils 1 aus zwei gegenläufig gewickelten Magnetspulen SP1 und SP2. Beide Magnetspulen SP1, SP2 haben die selben Kenngrößen, d.h. Windungszahl, Induktivität L und Wicklungswiderstand R_{cu} , und ihre Kraftwirkung hebt sich aufgrund der gegenläufigen Wicklungsrichtung bei gleichem Strom ISP1, ISP2 auf. Beide Magnetspulen SP1 und SP2 sind mit ihrem einen Ende gemeinsam an eine Versorgungsspannung z.B. im Kraftfahrzeug Ubatt = 12 Volt gelegt. Ein erstes Schaltmittel S1, das symbolisch als einfacher steuerbarer Schalter dargestellt ist, liegt in Reihe zur ersten Magnetspule SP1, ist einer stromgeregelten Schaltendstufe 2 zugeordnet und wird von einem Ansteuersignal A1/2 derselben geöffnet und geschlossen. Im Stromkreis der ersten Magnetspule SP1 liegt ferner ein Strommessglied, das in Figur 1 ein in Reihe zum ersten Schaltmittel S1 liegender Widerstand R_{sens} ist, wobei die an diesem Widerstand R_{sens} abfallende Spannung proportional zu dem durch ihn fließenden Strom ISP1 des Stromkreises der ersten Magnetspule SP1 ist.

[0011] Parallel zum ersten Schaltmittel S1 und zum Strommessglied R_{sens} ist ein erstes Löschmittel, z.B. in Form einer Zenerdiode ZD1 mit der Zenerspannung U_{ZD1} , geschaltet. Alternativ kann eine RC-Löschung vorgesehen sein. Das erste Löschmittel ZD1 dient zum

schnellen Abschalten des Stroms ISP1 durch die erste Magnetspule SP1, wie nachstehend noch näher erläutert wird. Ferner liegt eine aus einem durch ein Ansteuersignal 1/1 von der stromgeregelten Schaltendstufe 2 öffnen- und schließbares Schaltmittel S/1 und einer Diode gebildete Halteschaltung parallel zur ersten Magnetspule SP1, die zum Halten des geöffneten Zustands des Einspritzventils bei geöffnetem ersten Schaltmittel S1 dient, wie nachstehend näher erläutert wird.

[0012] Außerdem liegt in Reihe zur zweiten Magnetspule SP2 ein zweites durch ein Ansteuersignal A2 öffnen- und schließbares Schaltmittel S2, dem ein zweites Löschmittel in Form einer Zenerdiode ZD2 parallel geschaltet ist. Das zweite Schaltmittel S2 wird von einer ungeregelten einfachen Schaltendstufe 3 betätigt. Die parallel zum zweiten Schaltmittel S2 liegende, als zweites Löschmittel dienende, Zenerdiode ZD2 dient zum schnellen Abschalten des Stroms ISP2 durch die zweite Magnetspule SP2, wie nachstehend erläutert wird.

[0013] Alternativ zu der in Figur 1 gezeigten bevorzugten Schaltungsausführung ist es auch möglich in anderen Ausführungen mit zwei einfachen Schaltendstufen ohne Stromregelung das Doppelspuleneinspritzventil 1 zu betreiben. Die nachstehend beschriebene Stromabsenkung der Haltephase ist dann allerdings nicht möglich.

[0014] Nachstehend werden Funktion und Wirkungsweise der beschriebenen und in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Schaltung des elektromagnetischen Doppelspuleneinspritzventils anhand des in Figur 2 dargestellten Signal-Zeitdiagramms beschrieben. In Figur 2A-2E sind die zeitlichen Abläufe jeweils des Ansteuersignals A2 für das zweite Schaltmittel (Figur 2A), des Ansteuersignals A1/2 für das erste Schaltmittel S1 (Figur 2B), des Ansteuersignals A1/1 für die Halteschaltung (Figur 2C), des Differenzstroms $I_d = ISP1 - ISP2$ der Ströme durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 (Figur 2D) sowie der Einzelströme ISP1, ISP2 durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 über einen gesamten in vier Phasen, Phase 1, Phase 2, Phase 3, Phase 4 unterteilten Öffnungs-Halteschließzyklus von einem Zeitpunkt t_0 bis zu einem Zeitpunkt t_6 dargestellt. Die nachstehende Beschreibung erfolgt in der Reihenfolge der Phase 1 bis zur Phase 4.

Ladevorgang, Phase 1; t_0 - t_1 :

[0015] Bei t_0 werden oder sind beide Schaltmittel S1, S2 eingeschaltet; A2 und A1/2 sind EIN (Figur 2A und B). Der Anstieg der Ströme ISP1, ISP2 erfolgt relativ langsam (Figur 2E). Der maximale Strom $I_{0-EIN} = Ubatt / R_{cu}$ ist bei $Ubatt = 12$ Volt kleiner als I_{0-AUS} beim Abschalten in Phase 2. Beide Spulen SP1, SP2, d.h. beide Schaltmittel S1, S2 müssen daher relativ früh vor dem eigentlichen Öffnen des Ventils 1 eingeschaltet werden. Der Strom in dieser Phase kann durch geeignete Wahl der Schließzeit vor Phase 2 (Öffnungszeit t_l) gesteuert

werden. Eine alternative Möglichkeit stellt die Stromregelung in beiden Spulen SP1, SP2 dar. Die Steigung des Stromanstiegs zum Zeitpunkt t_0 gibt die Zeitkonstante $\tau = L/R_{cu}$ an. Aufgrund der gleichen Kenngrößen und der gegensinnigen Wicklung der beiden Magnetspulen SP1, SP2 ist der Differenzstrom $I_d = I_{SP1} - I_{SP2} = 0$ (Figur 2D).

Öffnen des Ventils, Phase 2; t_1 - t_3 :

[0016] Zu Beginn zum Zeitpunkt t_1 wird der Strom I_{SP2} durch Öffnen von S2 durch A2 = AUS mit der einfachen Schaltendstufe 3 schnell mit Löschung durch die zweite Zenerdiode ZD2 abgeschaltet (Figur 2A). Der Stromgradient beim Abschalten zum Zeitpunkt t_1 wird durch $I_0 \cdot \text{AUS} = U_{ZD2}/R_{cu}$ und $\tau = L/R_{cu}$ bestimmt. Bei entsprechend hoher Löschspannung U_{ZD2} der Zenerdiode ZD2 ist dieser Stromgradient wesentlich höher als beim Einschalten. Der Strom I_{SP1} durch die Magnetspule SP1 bleibt auf Anzugsstromniveau I_0 -EIN eingeschaltet. Dies kann alternativ auch durch eine Stromregelung durchgeführt werden (vgl. Figur 2E). Der Kraftanstieg im Ventil ist proportional dem Quadrat des Differenzstrom $I_d = I_{SP1} - I_{SP2}$ und daher sehr schnell (kurze Einschaltzeit).

Haltephase 3 bei geöffnetem Ventil: t_3 - t_5 :

[0017] Der Differenzstrom I_d (Figur 2D) wird in der Haltephase mit der stromgeregelten Schaltendstufe 2, die den Stromregler 4 enthält, an der Magnetspule SP1 auf das Haltestromniveau abgesenkt und durch die Stromregelung zwischen I_d -Hmax und I_d -Hmin geregelt. Das Abschalten von S1 mit dem Ansteuersignal A1/2 erfolgt mit Stromlöschung durch die erste Zenerdiode ZD1. Auch hier gilt, daß eine entsprechend hohe Zenerspannung U_{ZD1} das Löschen und damit den Abschaltvorgang des Stroms I_{SP1} beschleunigt. Zum Halten des Haltestromniveaus wird die Halteschaltung, d. h. das Schaltmittel S1/1 durch das Ansteuersignal A1/1 geschlossen (Figur 2C) und S1 intermittierend geöffnet und geschlossen (Figur 2ß). Der Haltestrom I_{SP1-H} wird in Phase 3 zwischen $I_{SP1-Hmax}$ und $I_{SP1-Hmin}$ geregelt.

Schließen des Ventils; Phase 4, t_5 - t_6 :

[0018] Zum Schließen des Ventils wird entweder nur der Strom I_{SP1} durch die Magnetspule SP1 abgeschaltet oder, was in Figur 2 nicht dargestellt ist, zur Unterstützung des Schließvorgangs mit noch kürzeren Ausschaltzeiten der Strom I_{SP1} durch die Spule SP1 bei gleichzeitigem kurzen Einschalten des Stroms I_{SP2} durch die Magnetspule 2 abgeschaltet. Der Differenzstrom I_d und damit die Kraftwirkung werden dadurch umgekehrt.

[0019] Figur 2 zeigt außerdem in den Phasen 2, 3 und 4 die mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen erreich-

baren hohen negativen Stromgradienten, die durch die eingetragenen Zeitkonstanten τ symbolisiert sind.

[0020] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Doppelmagnetspule mit aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des elektromagnetischen Einspritzventils, d.h. sein Öffnen in der Phase 2 in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Magnetspulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird durch die Dimensionierung der Löschspannung bestimmt. Schnelle Anstiegszeiten der Kraft sind damit ohne die Versorgungsspannung hochsetzende Maßnahmen realisierbar. Die Ansteuerung des elektromagnetischen Einspritzventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe bzw., wie im o.b. bevorzugten Ausführungsbeispiel, mit stromgeregelter Schaltendstufe realisierbar. Durch Umkehrung des Differenzstroms I_d beim Ausschalten in Phase 4 ist es außerdem möglich den Schließvorgang zu verkürzen.

[0021] Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der Gleichspannungs-Gleichspannungsumrichter im Steuergerät entfallen. Dadurch läßt sich die Endstufe einfacher im Steuergerät integrieren.

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Einspritzventil (1) mit Doppelspule, bei dem eine erste und zweite Magnetspule (SP1, SP2) mit gleichen Kenngrößen auf demselben Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden gemeinsam mit einer Speisespannung (U_{batt}) und deren andere Enden einzeln mit einem ersten und zweiten Schaltmittel (S1, S2) einer elektronischen Ansteuerschaltung (2, 3) verbunden sind, wobei eine von der Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung (S1/1) parallel zur ersten Magnetspule (SP1) geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Magnetspulen (SP1, SP2) gegenläufig gewickelt sind, so daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung die Schaltmittel (S1, S2) während eines kompletten Öffnungs-Halte-Schließzyklus (t_0 - t_6) des Ventiles (1) so ansteuert, daß

- in einer ersten Phase (t_0 - t_1) ein anfänglicher Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet, wobei beide Schaltmittel (S1, S2) bei inaktiver Halteschaltung (S1/1) geschlossen sind, und ein relativ langsamer Anstieg des durch die beiden Magnetspulen fließenden Stroms (I_{SP1} , I_{SP2}) stattfindet,
- in einer zweiten Phase (t_1 - t_3), die eine Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom (I_{SP2}) durch die zweite Magnetspule (SP2) durch Öffnung des zweiten Schaltmittels (S2) schnell ab-

geschaltet wird, während das erste Schaltmittel (S1) geschlossen und die Halteschaltung (S1/1) inaktiv bleibt,

- während einer dritten Phase, einer Haltephase (t3-t5), die Halteschaltung (S1/1) aktiviert und damit der Strom (ISP1) durch die erste Magnetspule (SP1) auf eine Haltestromstärke (ISP1-H) abgesenkt wird, und
 - in einer vierten Phase (t5-t6), die eine Schließphase ist, zum Schließen des Ventils wenigstens die Halteschaltung (S1/1) inaktiviert und das erste Schaltmittel (S1) geöffnet wird.
2. Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ansteuerschaltung die durch die beiden Spulen (SP1, SP2) in der ersten Phase (t0-t1) fließenden Ströme durch die Bestimmung der Schließzeit der beiden Schaltmittel (S1, S2) einstellt.
3. Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ansteuerschaltung (2, 3) die durch die Magnetspulen (SP1, SP2) fließende Stromstärke in der ersten Phase (t0-t1) durch Regelung des durch beide Magnetspulen fließenden Stroms einstellt.
4. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem ersten Schaltmittel (S1) erste Löschmittel (ZD1) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das erste Schaltmittel (S1) erhöhen.
5. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem zweiten Schaltmittel (S2) zweite Löschmittel (ZD2) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das zweite Schaltmittel (S2) erhöhen und damit die Ventilöffnung zu Beginn der zweiten Phase (t1-t3) beschleunigen.
6. Einspritzventil nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Löschmittel jeweils eine Zenerdiode (ZD) aufweisen.
7. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) ein Strommeßglied (R_{sens}) vorgesehen ist, und die Ansteuerschaltung (2, 3) einen Stromregler (4) aufweist, der mit dem Strommeßglied (R_{sens}) verbunden ist, wenigstens zur Regelung des im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Stroms (ISP1).

8. Einspritzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Strommeßglied (R_{sens}) ein in Reihe zum ersten Schaltmittel (S1) geschalteter Widerstand ist.

9. Einspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom (ISP1) in der zweiten Phase (t1-t3) regelt.

10. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 7-9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom während der Haltephase (t3-t5) durch intermittierendes Aktivieren - Deaktivieren der Halteschaltung (S1/1) bei geschlossenem ersten Schaltmittel (S1) zwischen einem minimalen und maximalen Haltestrom (ISP1-H-min., ISP1-H-max.) regelt.

11. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ansteuerschaltung (2, 3) zu Beginn der vierten Phase (t5-t6) das zweite Schaltmittel (S2) beim Öffnen des ersten Schaltmittels (S1) kurzzeitig schließt.

Claims

1. Electromagnetic injection valve (1) with a double coil, in which a first and second solenoid (SP1, SP2) with identical characteristic variables are arranged on the same magnetic circuit, the one ends of which are jointly connected to a feed voltage (U_{batt}) and the other ends of which are individually connected to first and second setting means (S1, S2) of an electronic driving circuit (2, 3), a holding circuit (S1/1) which can be driven by the driving circuit being connected in parallel with the first solenoid (SP1), **characterized in that** the two solenoids (SP1, SP2) are wound in opposite directions so that their force effects cancel one another out when they have the same excitation current, and **in that** the driving circuit actuates the setting means (S1, S2) during a complete opening/holding/closing cycle (t0-t6) of the valve (1) in such a way that
- in a first phase (t0-t1), an initial charging process takes place with the valve closed, both the setting means (S1, S2) being closed when the holding circuit (S1/1) is inactive, and a relatively slow rise in the current (ISP1, ISP2) which flows through the two solenoids taking place,
 - in a second phase (t1-t3), which is an opening phase of the valve, the current (ISP2) through the second solenoid (SP2) is switched off

quickly by opening the second switching means (S2), while the first setting means (S1) remains closed and the holding circuit (S1/1) remains inactive,

- during a third phase, a holding phase (t3-t5), the holding circuit (S1/1) is activated and as a result the current (ISP1) through the first solenoid (SP1) is lowered to a holding current strength (ISP1-H), and
 - in a fourth phase (t5-t6), which is a closing phase, at least the holding circuit (S1/1) is deactivated in order to close the valve, and the first switching means (S1) is opened.
2. Injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the driving circuit sets the currents flowing through the two coils (SP1, SP2) in the first phase (t0-t1), by determining the closing time of the two switching means (S1, S2).
 3. Injection valve according to Claim 1, **characterized in that**, in the first phase (t0-t1), the driving circuit (2, 3) sets the strength of the current flowing through the solenoids (SP1, SP2) by regulating the current flowing through both solenoids.
 4. Injection valve according to one of Claims 1-3, **characterized in that** first extinguishing means (ZD1) which increase the current gradient when the current through the first switching means (S1) is switched off are connected in parallel with the first switching means (S1).
 5. Injection valve according to one of Claims 1-4, **characterized in that** second extinguishing means (ZD2) which increase the current gradient when the current through the second switching means (S2) is switched off, and thus accelerate the opening of the valve at the start of the second phase (t1-t3), are connected in parallel with the second switching means (S2).
 6. Injection valve according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the extinguishing means each have a Zener diode (ZD).
 7. Injection valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** a current measuring element (R_{sens}) is provided in the circuit of the first solenoid (SP1), and the driving circuit (2, 3) has a current regulator (4) which is connected to the current measuring element (R_{sens}), at least for regulating the current (ISP1) flowing in the circuit of the first solenoid (SP1).
 8. Injection valve according to Claim 7, **characterized**

in that the current measuring element (R_{sens}) is a resistor which is connected in series with the first switching means (S1).

9. Injection valve according to Claim 7 or 8, **characterized in that**, in the second phase (t1-t3), the current regulator (4) of the driving circuit (2, 3) regulates the current (ISP1) flowing through the magnetic circuit of the first solenoid (SP1).
10. Injection valve according to one of Claims 7-9, **characterized in that**, during the holding phase (t3-t5), the current regulator (4) of the driving circuit (2, 3) regulates the current flowing through the magnetic circuit of the first solenoid (SP1) by intermittently activating/deactivating the holding circuit (S1/1) between a minimum and maximum holding current (ISP1-H-min., ISP1-H-max.) when the first switching means (S1) is closed.
11. Injection valve according to one of the preceding claims, **characterized in that**, at the start of the fourth phase (t5-t6), the driving circuit (2, 3) briefly closes the second switching means (S2) when the first switching means (S1) are opened.

Revendications

1. Injecteur électromagnétique (1) à double bobine dans lequel une première et une seconde bobines magnétiques (SP1, SP2) avec des grandeurs caractéristiques identiques sont montées sur le même circuit magnétique, leurs extrémités étant, d'un côté, reliées ensemble à une tension d'alimentation (U_{batt}) et, de l'autre côté, reliées séparément à un premier et un second dispositifs de commutation (S1, S2) d'un circuit de commande électronique (2, 3), un circuit de maintien (S1/1) contrôlable par le circuit de commande étant monté parallèlement à la première bobine magnétique (SP1),
caractérisé en ce que
les deux bobines magnétiques (SP1, SP2) sont enroulées en sens inverse, de sorte que leurs effets dynamiques se compensent avec un même courant d'excitation, et que le circuit de commande contrôle les dispositifs de commutation (S1, S2) pendant un cycle ouverture-maintien-fermeture complet (t0-t6) de l'injecteur (1) de telle manière que :
 - dans une première phase (t0-t1), un processus de charge initial se produit avec l'injecteur fermé, les deux dispositifs de commutation (S1, S2) étant fermés avec le circuit de maintien (S1/1) inactif et une montée relativement lente du courant (ISP1, ISP2) circulant dans les deux bobines magnétiques ayant lieu,
 - dans une deuxième phase (t1-t3), qui est une

- phase d'ouverture de l'injecteur, le courant (ISP2) circulant dans la seconde bobine magnétique (SP2) est rapidement interrompu par l'ouverture du second dispositif de commutation (S2), tandis que le premier dispositif de commutation (S1) reste fermé et le circuit de maintien (S1/1) inactif,
- au cours d'une troisième phase, une phase de maintien (t3-t5), le circuit de maintien (S1/1) est activé et par conséquent (ISP1) le courant circulant dans la première bobine magnétique (SP1) réduit à une intensité de maintien (ISP1-H), et
 - dans une quatrième phase (t5-t6), qui est une phase de fermeture, au moins le circuit de maintien (S1/1) est désactivé et le premier dispositif de commutation (S1) ouvert pour fermer l'injecteur.
2. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit de commande règle les courants circulant dans les deux bobines (SP1, SP2) dans la première phase (t0-t1) en déterminant le moment de fermeture des deux dispositifs de commutation (S1, S2).
 3. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit de commande (2, 3) règle l'intensité circulant dans les deux bobines magnétiques (SP1, SP2) dans la première phase (t0-t1) en réglant le courant circulant dans les deux bobines magnétiques.
 4. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'** au premier dispositif de commutation (S1) sont connectés en parallèle des premiers dispositifs de compensation (ZD1) qui augmentent le gradient de courant lors de la désactivation du courant par le premier dispositif de commutation (S1).
 5. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'** au second dispositif de commutation (S2) sont connectés en parallèle des seconds dispositifs de compensation (ZD2) qui augmentent le gradient de courant lors de la désactivation du courant par le second dispositif de commutation (S2) et accélèrent ainsi l'ouverture de l'injecteur au début de la seconde phase (t1-t3).
 6. Injecteur selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** les dispositifs de compensation possèdent chacun une diode Zener (ZD).
 7. Injecteur selon l'une des revendications précéden-
- tes,
- caractérisé en ce que** dans le circuit électrique de la première bobine magnétique (SP1) est prévu un élément de mesure d'intensité (R_{sens}), et que le circuit de commande (2, 3) possède un régulateur d'intensité (4) qui est relié à l'élément de mesure d'intensité (R_{sens}), au moins pour la régulation du courant (ISP1) circulant dans le circuit électrique de la première bobine magnétique (SP1).
8. Injecteur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'élément de mesure d'intensité (R_{sens}) est une résistance connectée en série sur le premier dispositif de commutation (S1).
 9. Injecteur selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le régulateur d'intensité (4) du circuit de commande (2, 3) règle dans la deuxième phase (t1-t3) le courant (ISP1) circulant dans le circuit magnétique de la première bobine magnétique (SP1).
 10. Injecteur selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le régulateur d'intensité (4) du circuit de commande (2, 3) règle le courant circulant dans le circuit magnétique de la première bobine magnétique (SP1) entre des courants de maintien minimal et maximal (ISP1-H-min., ISP1-H-max.), pendant la phase de maintien (t3-t5), en activant et désactivant par intermittence le circuit de maintien (S1/1) avec le premier dispositif de commutation (S1) fermé.
 11. Injecteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** au début de la quatrième phase (t5-t6), le circuit de commande (2, 3) ferme brièvement le second dispositif de commutation (S2) en ouvrant le premier dispositif de commutation (S1).

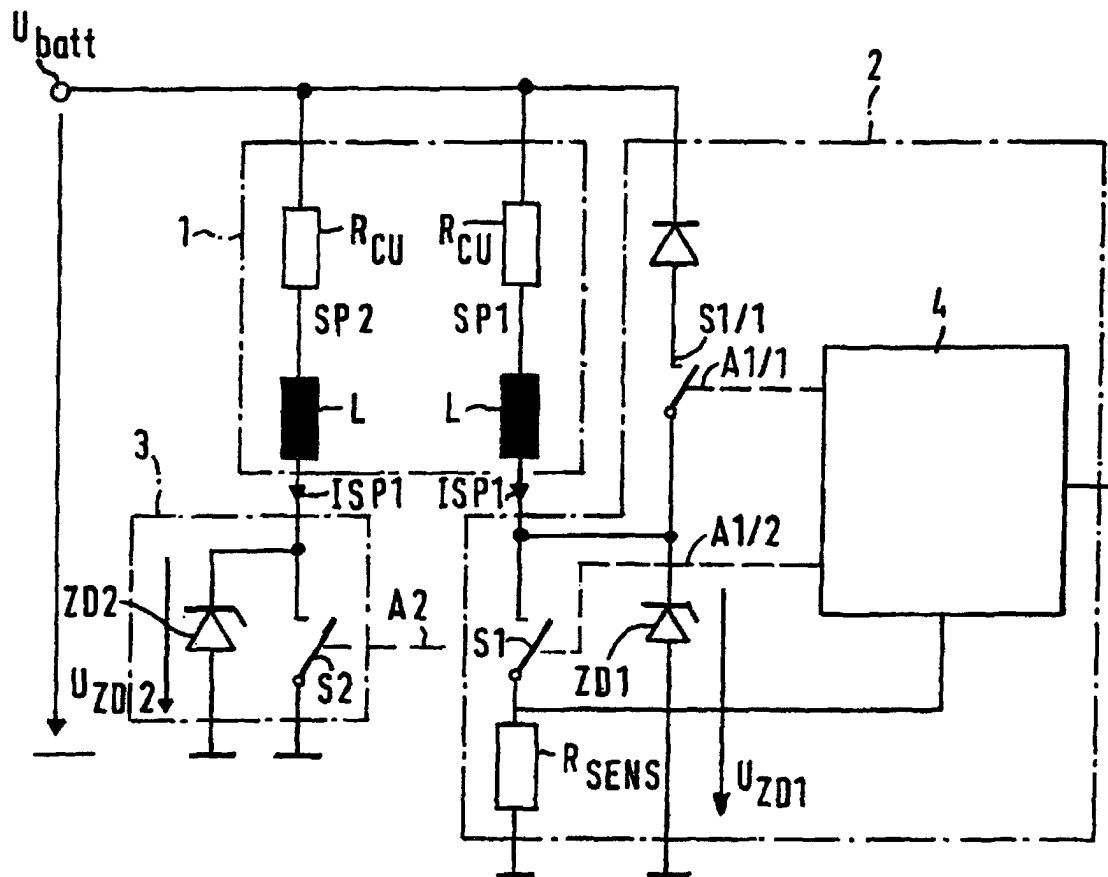


Fig. 1

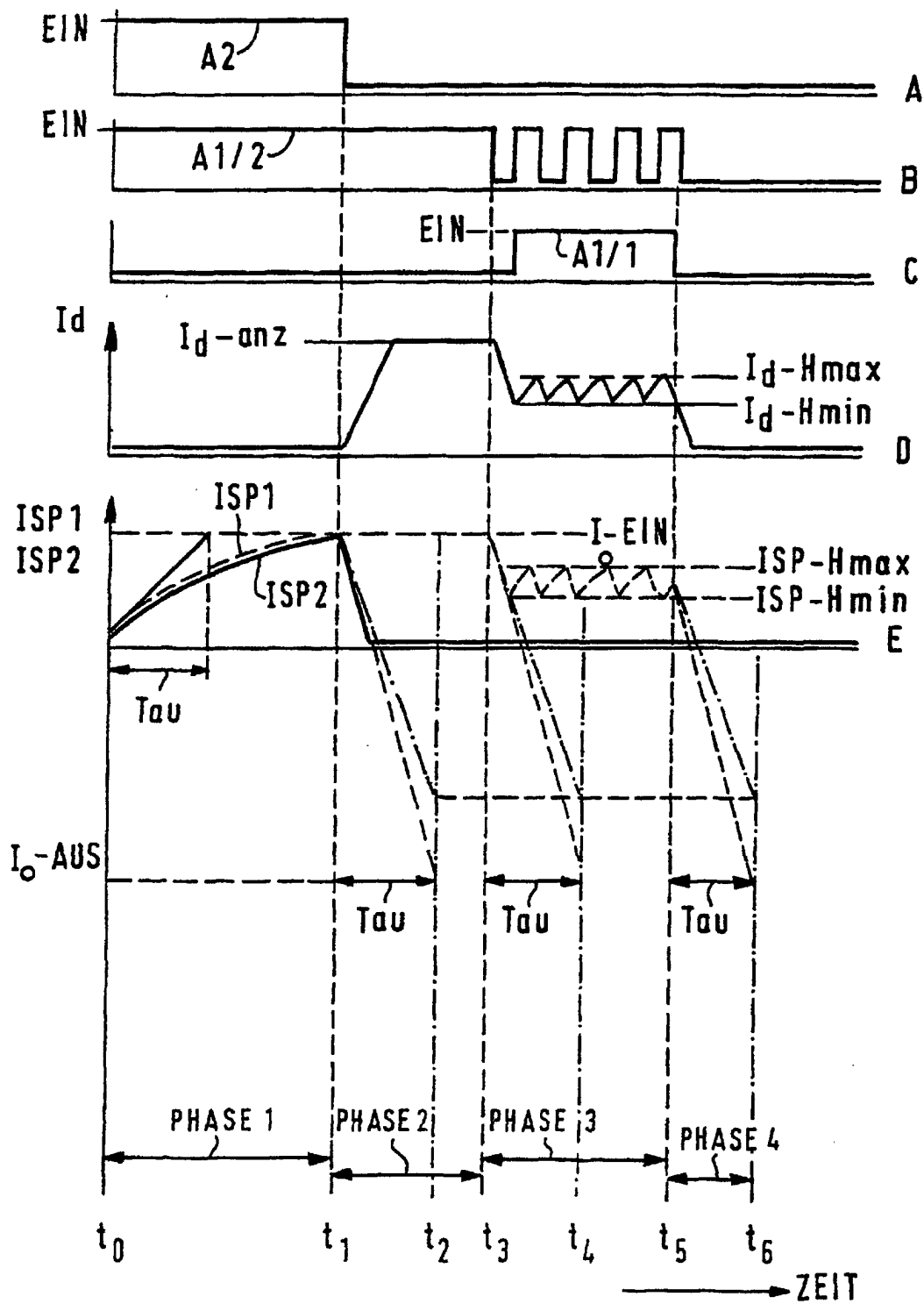


Fig. 2