



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.⁷: **F02P 17/12**

(21) Anmeldenummer: **00125290.7**

(22) Anmeldetag: 27.11.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- **Nohtse, Christoph**
38173 Veltheim/Ohe (DE)
- **Hoffmann, Alfredo**
38518 Gifhorn (DE)

(30) Priorität: **29.11.1999 DE 19957350**

(74) Vertreter: **Banzer, Hans-Jörg, Dipl.-Ing. et al**
Kraus & Weisert
Patent- und Rechtsanwälte
Thomas-Wimmer-Ring 15
80539 München (DE)

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt statt einer zeitlichen Steuerung des Primärstromes eine Regelung des Primärstromes. Ein Steuersignal (1) gibt hierbei den Sollwert des gewünschten Primärstroms

wieder. Das Steuersignal ist vorzugsweise pulsweitenmoduliert, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Sollwert des Primärstromes und die Dauer des Steuersignales die gewünschte Ladezeit angibt. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist neben einem Zündtransistor (Z) ein Ladetransistor (L) zur Regelung des Primärstroms vorgesehen.

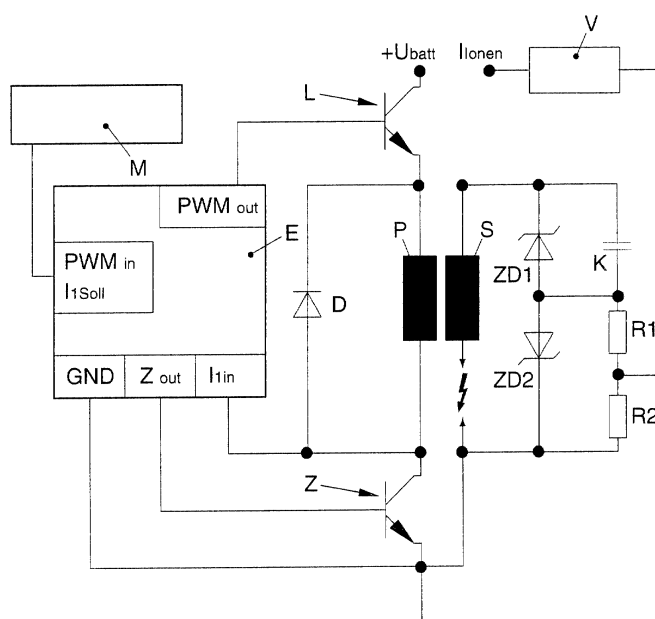


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

[0002] Bei Verbrennungsmotoren, insbesondere Ottomotoren, erfolgt eine Fremdzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Der hierfür erforderliche elektrische Funke wird durch eine Zündanlage erzeugt, die sicherstellt, daß das Kraftstoff-Luft-Gemisch bei allen Betriebsbedingungen im richtigen Zeitpunkt entzündet wird. Zur Erzeugung der Zündspannung werden üblicherweise Spulenzündanlagen eingesetzt, durch die die Batteriespannung, die üblicherweise 12 V beträgt, auf die Zündspannung, die im kV-Bereich liegt, transformiert wird. Hierfür wird in der Zündspule durch einen Stromfluß in der Primärwicklung ein Magnetfeld aufgebaut, üblicherweise verstärkt durch einen Eisenkern. Auf diese Weise wird in der Primärwicklung elektrische Energie in Form eines Magnetfeldes gespeichert. Zum Zündzeitpunkt wird der Stromfluß in der Primärwicklung unterbrochen. So bricht das Magnetfeld sehr schnell zusammen und erzeugt durch Induktion in der Sekundärwicklung der Zündspule die Zündspannung. Die Zündspannung führt dann an der Zündkerze zu einer Funkenbildung und damit zur Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches.

[0003] Zum Schließen bzw. Öffnen des Primärstromkreises und damit zum Bewirken eines Stromflusses bzw. zum Unterbrechen eines Stromflusses ist es bekannt, mechanische Unterbrecherkontakte oder Schalttransistoren zu verwenden. Weiterhin sind Schließwinkelregelungen bzw. Schließwinkelsteuerungen bekannt, die sicherstellen, daß der Primärstrom nur solange fließt, wie er zum Aufbau des Magnetfeldes in der Primärwicklung erforderlich ist. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, daß bei Änderungen der Drehzahl, der Batteriespannung oder des Widerstandes der Primärwicklung einerseits eine konstante Zündspannung zur Verfügung steht und andererseits die Verlustwärme in der Zündspule bei geringen Motordrehzahlen begrenzt wird.

[0004] Bei einer Schließwinkelsteuerung wird der Schließwinkel elektronisch proportional mit der Drehzahl so verändert, daß die Schließzeit, d. h. die Zeit, in der der Primärstrom fließt, annähernd konstant bleibt. Bei einer Schließwinkelregelung erfolgt zusätzlich eine Erfassung des tatsächlich fließenden Primärstroms, so daß bei Spannungsabsenkungen bzw. bei einer Erhöhung des Primärspulenwiderstandes der Schließwinkel zusätzlich vergrößert werden kann.

[0005] Die Primärwicklung der Zündspule ist üblicherweise so dimensioniert, daß ein möglichst schneller Anstieg des Primärstromes und damit verbunden eine möglichst schnelle Erzeugung des Magnetfeldes mög-

lich ist. Da die Zündspule jedoch nicht auf den sich aus dieser Spulendimensionierung ergebenden Ruhestrom ausgelegt ist, wird eine Strombegrenzung vorgenommen. Hierfür setzt eine Regelung des Strombegrenzungssystems ein, wenn ein vorgegebener Schließwinkel und damit ein vorgegebener Soll-Primärstrom erreicht ist. Eine solche Regelung kann insbesondere dadurch erfolgen, daß die Endstufe im Steuergerät ihren Widerstand erhöht oder den Primärstrom taktet.

[0006] Die beschriebenen Spulenzündanlagen gemäß dem Stand der Technik haben den Nachteil, daß eine rein zeitliche Ansteuerung der Zündspule über den entsprechenden Schließwinkel erfolgt. Abweichungen verschiedener Zündspulen von ihren Sollwerten, wie beispielsweise unterschiedliche Stromanstiegsgeschwindigkeiten, die zu einer unterschiedlich schnellen Aufladung der Spule führen, werden so nicht berücksichtigt. Trotz der genannten Steuerungs- und Regelungsverfahren kann es daher immer noch zu einer unnötigen Erzeugung von Verlustwärme im Steuergerät und in der Zündspule kommen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor anzugeben, welches den vorgenannten Nachteil vermeidet. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen angegebenen Merkmale gelöst. Weiterhin wird die Aufgabe bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6 durch die im Kennzeichen dieses Anspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

[0009] Im Gegensatz zu bekannten Verfahren, bei denen die Zündendstufen zeitlich angesteuert werden, erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Regelung des Primärstroms auf einen Sollwert, der durch ein Steuersignal angegeben wird. Dies hat den Vorteil, daß in der Zündendstufe die Verlustleistung stark reduziert wird.

[0010] Vorzugsweise ist das Steuersignal hierbei pulsweitenmoduliert, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Sollwert des Primärstroms signalisiert. Dieses hat verschiedene Vorteile. So lassen sich pulsweitenmodulierte Signale leicht erzeugen. Ebenso sind pulsweitenmodulierte Signale unempfindlich gegenüber Störungen, die im Motorraum auftreten können.

[0011] Weiterhin kann die gewünschte Ladezeit besonders vorteilhaft durch die Dauer des Steuersignals signalisiert werden.

[0012] Vorzugsweise kann die Regelung des Primärstroms nach Erreichen des Sollwertes durch wechselseitiges An- und Abschalten des Stromflusses zwischen der Batterie und der Masse erfolgen.

[0013] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, den Stromfluß zwischen Batterie und Masse auch beim Einschalten des Primärstroms an- und abzuschalten. Hierdurch werden Hochspannungsimpulse, die beim Einschalten

induziert werden, vermieden oder zumindest vermindert.

[0014] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß Regelungsmittel vorgesehen sind, die den Primärstrom auf einen Sollwert begrenzen, der durch ein Steuersignal wiedergegeben wird.

[0015] Das Steuersignal ist hierbei vorzugsweise pulsweitenmoduliert, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Sollwert des Primärstroms signalisiert.

[0016] Die gewünschte Ladezeit kann vorzugsweise durch die Dauer des Steuersignals signalisiert werden.

[0017] Die Regelungsmittel weisen vorzugsweise Schaltmittel auf, die mit der Primärwicklung der Zündspule in Reihe geschaltet sind, wobei durch ein Öffnen und Schließen der Schaltmittel der Ladevorgang der Spule unterbrochen und fortgesetzt wird.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schaltmittel einen Transistor aufweisen.

[0019] Vorzugsweise wird der Primärwicklung eine Diode parallel geschaltet, die während einer Unterbrechung des Ladevorgangs den Primärstromkreis schließt.

[0020] Schließlich ist vorzugsweise ein Kondensator vorgesehen, der sekundärseitig so angeordnet ist, daß er durch einen Zündimpuls aufgeladen wird und als Spannungsquelle für eine Ionenstrommessung in der Entladung dienen kann.

[0021] Weiter Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der weiteren Beschreibung und den Zeichnungen, die Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert.

[0023] In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 2 Kennlinien für die erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0024] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Von dem Motorsteuergerät M wird der Zündendstufe E ein pulsweitenmoduliertes Signal PMW_{in} zugeführt, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Primärstrom I_{1Soll} signalisiert und die Dauer des Signals die gewünschte Ladezeit wiedergibt. Ebenso kann jedoch auch ein Signal in digitaler Form mit entsprechendem Informationsgehalt der Zündendstufe zugeführt werden. Die Zündendstufe E regelt den Primärstrom dann auf den Wert, der durch das Steuersignal vorgegeben ist. Hierfür wird ein Ladetransistor L angesteuert, der primärseitig vor der Zündspule angeordnet ist. Wenn der Sollwert des Primärstromes erreicht ist, setzt die Regelung mittels des Ladetransistors ein, wobei bei Sperrung des Ladetransistors der Primärstromkreis über eine der Primärwicklung parallel ge-

schaltete Diode D geschlossen wird. Zum Ausschalten des Primärstroms ist ein weiterer Transistor Z vorgesehen, der ebenfalls von der Zündendstufe E angesteuert wird. Wird der Primärstrom durch den Transistor Z unterbrochen, so bricht das primärseitige Magnetfeld sehr rasch zusammen und erzeugt durch Induktion in der Sekundärwicklung S eine Hochspannung. Übersteigt diese die Überschlagsspannung, so springt ein Funke an der Zündkerze über, und es erfolgt die Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches zwischen den Elektroden der Zündkerze. Neben den Z-Dioden ZD1 und ZD2 ist sekundärseitig noch ein Kondensator K vorgesehen, der als Spannungsquelle für eine Ionenstrommessung zwischen den Elektroden der Zündkerze vorgesehen ist. Der Kondensator wird hierbei durch die Zündimpulse aufgeladen. Der Ionenstrom wird dann über einen aus den omschen Widerständen R1 und R2 gebildeten Spannungsteiler abgegriffen und einem Verstärker V zugeführt, der auch auf der Zündspule angeordnet werden kann um den Signalweg bis zum Verstärker V zu minimieren. Mit dem Verstärker V werden die Signale dann soweit verstärkt, daß sie auf dem Weg zum Motorsteuergerät M durch eventuell auftretende Störsignale nicht merklich gestört werden. Die Auswertung des Ionenstromsignales I_{Ionen} durch das Motorsteuergerät M ermöglicht dann beispielsweise eine Detektion des Klopfens des entsprechenden Motors oder eine Erkennung von Zündaussetzern.

[0025] Das Motorsteuergerät M weist unter anderem eine Kennlinie auf, die den Anschaltzeitpunkt in Abhängigkeit von der Batteriespannung angibt. Weiterhin ist ein Kennfeld vorgesehen, welches den Ladestrom in Abhängigkeit von Last und Drehzahl angibt. Eine Drehzahlkompensation, wie üblicherweise in Motorsteuergeräten vorgesehen, ist dagegen nicht mehr notwendig, wenn die Zeit des geregelten Betriebes lang genug ist. Weiterhin ist eine Lastdynamikkompensation als Faktor vorgesehen, wobei eine Multiplikation mit dem Ladestrom aus dem Grundkennfeld erfolgt.

[0026] In Fig. 2 sind schematisch das von dem Motorsteuergerät stammende Steuersignal, die Ansteuer-signale für den Ladetransistor L und den Zündtransistor Z sowie der Verlauf des Primärstroms dargestellt. Das Steuersignal 1 ist hierbei pulsweitenmoduliert, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Primärstrom signalisiert und die Dauer des Signals die gewünschte Ladezeit angibt. Nach Durchschalten des Zündtransistors Z zum Zeitpunkt Z1 wird die Primärspule aufgeladen. Um einen Hochspannungsimpuls beim Einschalten zu verhindern, wird der Primärstrom hierbei zunächst langsam erhöht. Hierfür wird der Ladetransistor L während der Zeitdauer L1 zunächst wiederholt kurzzeitig gesperrt und durchgeschaltet.

[0027] Nach dem gedämpften Einschalten des Primärstroms 4 steigt dieser zunächst näherungsweise linear bis zu einem durch das Steuersignal 1 vorgegebenen Sollwert an. Nach Erreichen dieses Sollwertes erfolgt dann die Regelung des Primärstroms während der

Zeitdauer L2 durch eine geeignete Ansteuerung des Ladetransistors L. Sperrt der Ladetransistor L, so fällt der Primärstrom ab. Da in diesem Fall jedoch der Primärstromkreis über die Diode D geschlossen wird, kann der Strom zunächst gemäß der Lenzschen Regel weiterfließen, so daß der Stromabfall gedämpft wird. Im Anschluß wird der Ladetransistor L wieder durchgeschaltet, so daß der Primärstrom wieder bis auf den vorgegebenen Sollwert ansteigen kann. Durch diese Regelung wird der Primärstrom bis zur Zündung zum Zeitpunkt Z2 auf den vorgegebenen Sollwert begrenzt.

[0028] Die Erfindung hat verschiedene Vorteile. So kann durch die Regelung des Primärstroms die Verlustleistung deutlich reduziert werden. Weiterhin ist die Einschaltfunkenunterdrückung ohne Verwendung einer HV-Diode möglich. Dieses wiederum ermöglicht es, auf einfache Art und Weise eine Ionenstrommessung vorzunehmen. Schließlich ist der Ladestrom batteriespannungsunabhängig, und es kann eine Drehzahldynamikkompensation entfallen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0029]

M	Motorsteuereinheit
E	Endstufe
L	Ladetransistor
Z	Zündtransistor
D	Freilaufdiode
P	Primärwicklung
S	Sekundärwicklung
ZD1	Z-Diode
ZD2	Z-Diode
K	Kondensator
R1	Widerstand
R2	Widerstand
V	Verstärker
L1	Einschaltfunkenunterdrückung
L2	Regelung des Primärstroms
Z1	Zünder ein
Z2	Zünder aus

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor, wobei elektrische Energie in einem Magnetfeld, das durch einen Primärstrom aufgebaut worden ist, gespeichert wird und wobei durch ein Unterbrechen des Primärstromes das Magnetfeld zusammenbricht und durch Induktion eine Hochspannung erzeugt wird, die zur Zündung verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Steuersignal (1) einen Sollwert für den Primärstrom angibt und mit einer Stromregelung der Primärstrom auf diesen Sollwert begrenzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuersignal (1) pulsweitenmoduliert ist, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Sollwert des Primärstroms angibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer des Steuersignals (1) die gewünschte Ladezeit angibt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Erreichen des Sollwertes des Primärstroms (L2) der Stromfluß von der Batterie zur Masse an- und abgeschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Einschalten des Primärstroms (L1) der Stromfluß von der Batterie zur Masse an- und abgeschaltet wird.

6. Vorrichtung zur Stromregelung einer Zündanlage für einen Verbrennungsmotor, wobei die Zündanlage eine Zündspule mit einer Primärwicklung (P) und einer Sekundärwicklung (S) sowie einen Zündunterbrecher (Z) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß Regelungsmittel (L, E) vorgesehen sind, denen ein Steuersignal (1) zugeführt wird, wobei das Steuersignal (1) einen Sollwert für den Primärstrom angibt und die Regelungsmittel (L, E) den Primärstrom auf diesen Sollwert begrenzen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuersignal pulsweitenmoduliert ist, wobei das Tastverhältnis den gewünschten Sollwert des Primärstroms angibt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer des Steuersignals die gewünschte Ladezeit angibt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelungsmittel Schaltmittel umfassen, die mit der Primärwicklung (P) in Reihe geschaltet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltmittel einen Transistor (L) umfassen.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß primärseitig eine Diode (D) vorgesehen ist, die parallel zur Primärwicklung (P) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß sekundärseitig ein Kondensator (K) vorgesehen ist, der derart angeordnet ist, daß er von einem Zündimpuls aufgela-

den wird und zur Messung des Ionenstroms zwischen den Elektroden der Zündkerze verwendet werden kann.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

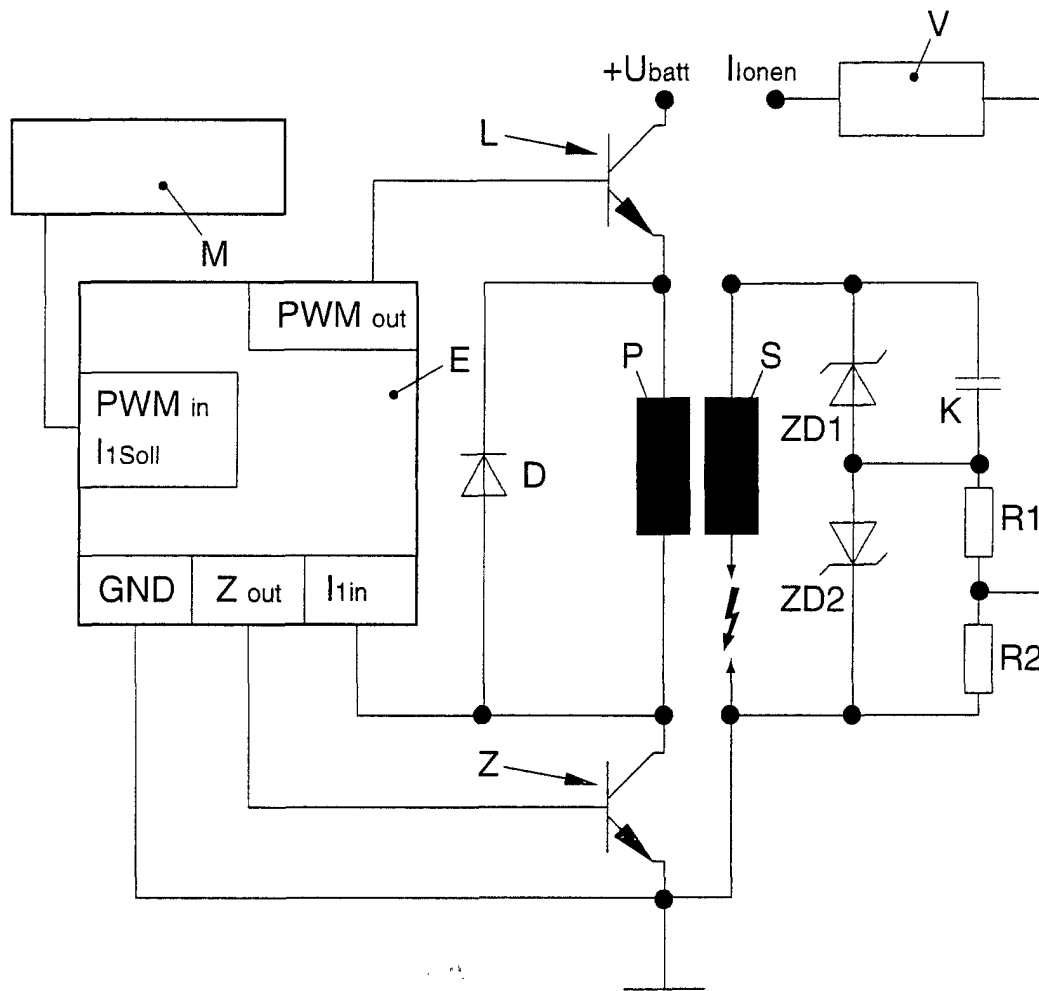


FIG. 1

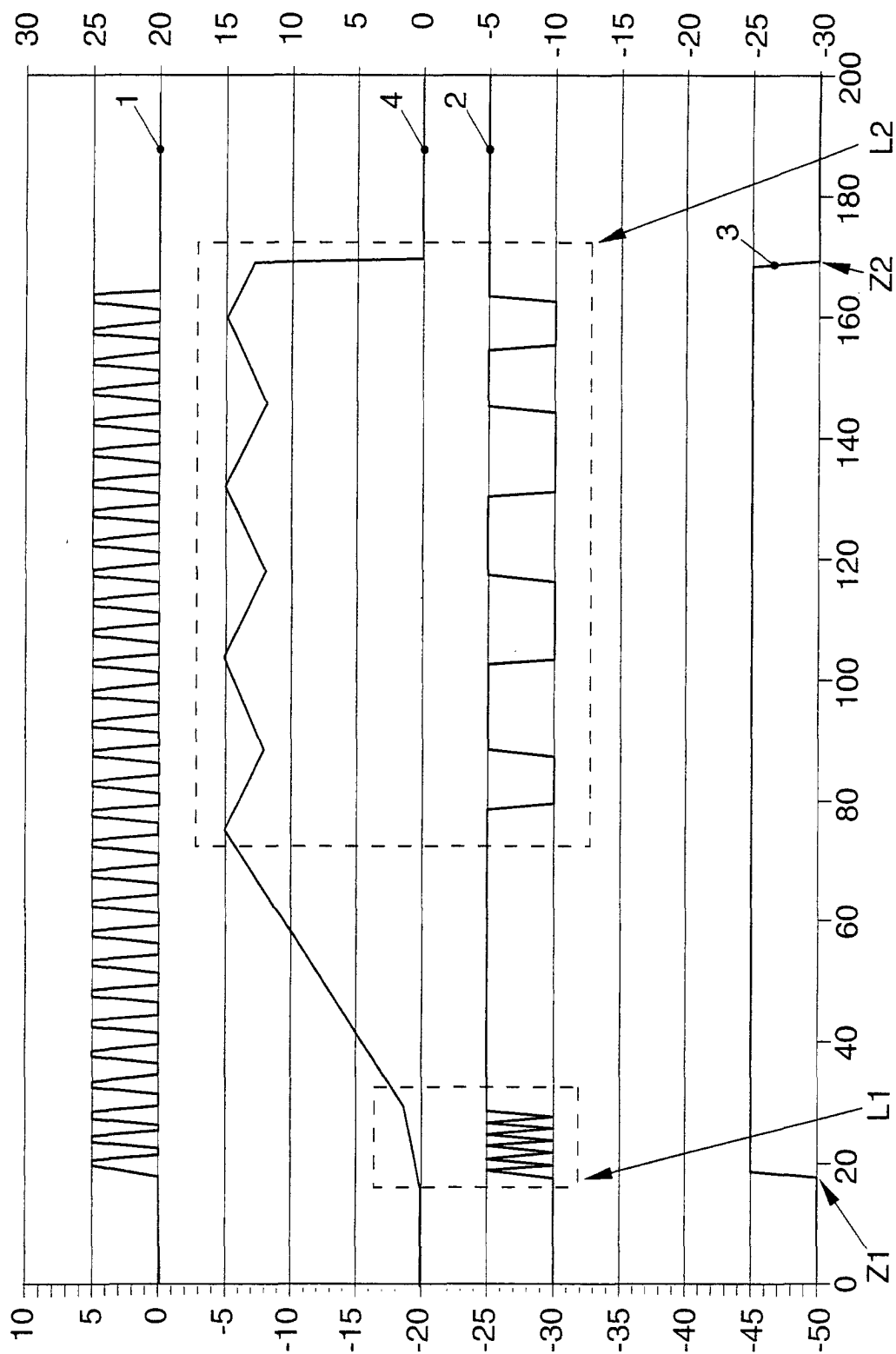


FIG. 2