

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 653 693 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94112798.7**

(51) Int. Cl.⁶: **G05F 3/26**

(22) Anmeldetag: **17.08.94**

(30) Priorität: **20.10.93 DE 4335687**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.95 Patentblatt 95/20

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Dressler, Klaus**
Weinstrasse 45
D-74369 Löchgau (DE)
Erfinder: **Koch, Andreas, Dipl.-Ing. (FH)**
Friedrich-Silcherstrasse 12
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(54) **Vorrichtung zur Regelung einer an einem Verbraucher abfallenden Spannung.**

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Regelung einer an einem Verbraucher, insbesondere eines elektromagnetischen Verbrauchers, abfallenden Spannung beschrieben. Zwischen Masse und Versorgungsspannung ist der Verbraucher und ein Stellglied in Reihe geschaltet. Erste Mittel stellen einen Iststrom bereit, der der am Verbraucher anliegenden Spannung entspricht. Zweite Mittel geben einen Sollstrom vor. Regelmittel geben abhängig von einem Vergleich des Iststroms mit dem Sollstrom eine Größe zur Beaufschlagung des Stellglieds vor.

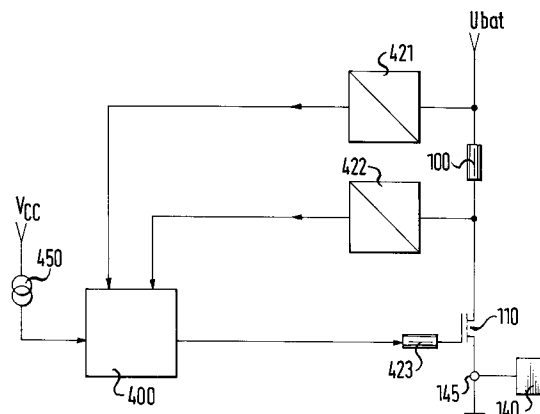


FIG. 1

EP 0 653 693 A2

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Regelung einer an einem Verbraucher abfallenden Spannung gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

Es sind Vorrichtungen zur Regelung einer Spannung bekannt, bei denen die Differenz zwischen einer Sollspannung und der gemessenen Spannung einem Regler zugeführt wird. Dieser Regler bildet eine Stellgröße zur Beaufschlagung eines Stellglieds.

Üblicherweise umfassen die verwendeten Regler Operationsverstärker und Kapazitäten. Insbesondere die Operationsverstärker erfordern einen sehr hohen Aufwand an Bauteilen und Applikation. So müssen herkömmliche Regler so eingestellt werden, daß sie stabil arbeiten.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art einen Spannungsregler bereitzustellen, der möglichst einfach aufgebaut ist. Diese Aufgabe wird durch die in dem unabhängigen Anspruch gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, daß der Spannungsregler nur sehr wenige leicht zu integrierende Bauteile aufweist. Ferner arbeitet der Spannungsregler stabil und neigt nicht zu Schwingungen. Insbesondere braucht der Regler nicht speziell ausgelegt werden. Die Dynamik des Reglers wird nur durch wenige Bauelemente bestimmt und ist damit leicht beherrschbar.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Darstellung der Schaltungsanordnung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Einrichtung zum Regeln der Spannung an einem Verbraucher, insbesondere an einem elektromagnetischen Verbraucher. Besonders vorteilhaft ist es, die erfindungsgemäße Einrichtung im Zusammenhang mit Brennkraftmaschinen einzusetzen, insbesondere bei der Zumes-

sung von Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine. Zu diesem Zweck kann dann in besonders vorteilhafter Weise ein Magnetventil zur Steuerung der Zumessung von Kraftstoff in die Brennkraftmaschine verwendet werden.

Hierbei ist es insbesondere bei kleinen Lasten erforderlich, daß kleinste Einspritzmengen möglichst exakt zugemessen werden. Hierzu ist es wiederum erforderlich, daß der Zeitpunkt, bei dem der Anker des bestromten Magnetventils eine Endlage erreicht, bekannt ist. Dieser Zeitpunkt wird üblicherweise mit "Begin of Injection Period" (BIP) bezeichnet. Dieser Zeitpunkt wird durch die Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Magnetventilstroms gewonnen. Der zeitliche Verlauf des Stroms wird bei konstanter Spannung dahingehend ausgewertet, ob dieser Verlauf einen Knick bzw. eine wesentliche Änderung des Differenzenquotienten des Stroms aufweist.

Üblicherweise ist vorgesehen, daß die am Magnetventil anliegende Spannung mittels eines Spannungsreglers auf einen konstanten Wert eingeregelt wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die im folgenden beschriebene Vorrichtung zur Ermittlung einer den Einspritzbeginn und/oder das Einspritzende charakterisierenden Größe verwendet wird. In diesem Fall handelt es sich bei dem Verbraucher um ein Magnetventil zur Festlegung der in eine Brennkraftmaschine eingespritzten Kraftstoffmenge. Die Vorrichtung wird dazu verwendet, die Spannung am Magnetventil zu regeln, um den Zeitpunkt ermitteln zu können, bei dem der Anker des Magnetventils seine Endlage erreicht.

In Figur 1 sind schematisch wesentliche Elemente einer Einrichtung zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung dargestellt. Ein Anschluß eines Verbrauchers 100 insbesondere eines elektromagnetischen Verbrauchers liegt an einer Spannungsversorgungseinrichtung (Ubat). Der zweite Anschluß des Verbrauchers 100 steht über ein Schaltmittel 110 und einen Sensor 145 mit Masse in Verbindung. Der Sensor 145 steht mit einer Auswerteschaltung 140 in Verbindung. Das Schaltmittel 110 ist vorzugsweise als Feldeffekttransistor realisiert.

Spannungsstromwandler 421 und 422 greifen, die an den Anschlüssen des Verbrauchers 100 anliegenden Potentialwerte ab. Die Spannungsstromwandler 421 und 422 beaufschlagen einen Block 400 mit je einem Strom I_H und I_L . Desweiteren steht der Block 400 über eine Stromquelle 450 mit einer Referenzspannung V_{CC} in Verbindung. Ein Ausgang des Blockes 400 steht über einen Gatewiderstand 423 mit dem Gate des Feldeffekttransistors 110 in Verbindung.

Der Block 40 vergleicht die Ströme I_H und I_L mit dem Sollstrom I_{Soll} und gibt ein Ansteuerstrom I_G zur Beaufschlagung des Schaltmittels 110 vor-

zugsweise gemäß der folgenden Formel vor:

$$I_G = K * (I_{Soll} + I_L - I_H)$$

Mit K ist ein Verstärkungsfaktor bezeichnet

In Figur 2 ist insbesondere der Block 400 detaillierter dargestellt. Bereits in Figur 1 beschriebene Elemente sind in Figur 2 mit entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

Als Spannungsstromwandler werden in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ohmsche Widerstände eingesetzt. Die Spannungsstromwandler beaufschlagen den Block 400, der im wesentlichen einen ersten Stromspiegel 410 und einen zweiten Stromspiegel 420 umfassen. Die Spannungsstromwandler beaufschlagen den ersten Stromspiegel 410 mit Strömen. Der erste Stromspiegel 410 ist wiederum mit einem zweiten Stromspiegel 420 verbunden. Dieser steht über einen Gatewiderstand 423 mit dem Gate des Feldeffekttransistors 110 in Verbindung.

Unter einem Stromspiegel versteht man üblicherweise die Zusammenschaltung zweier Halbleiterelemente in der Weise, daß ein Strom durch das eine Halbleiterelement einen entsprechenden oder proportionalen Strom durch das andere Halbleiterelement zur Folge hat. Werden für eine Stromspiegelschaltung zwei Transistoren verwendet, so bilden die beiden Schaltstrecken der Transistoren zwei Strompfade.

Bei dem ersten Stromspiegel 410 dient ein Transistor 440 als zweiter Strompfad und ein Transistor 445 als erster Strompfad. Die Potentiale an den beiden Anschlüssen des Verbrauchers 100 werden über die zwei Widerstände 421 und 422 abgegriffen. Der erste Widerstand 421 steht über einen Verknüpfungspunkt 449 mit dem Kollektor des Transistors 440 des zweiten Strompfades des ersten Stromspiegels in Verbindung. Der zweite Widerstand 422 steht über einen Verknüpfungspunkt 448 mit dem Kollektor des Transistors 445 des ersten Strompfades des ersten Stromspiegels in Verbindung.

Die Basis des Transistors 440 und die Basis des Transistors 445 sind über den Punkt 446 verbunden. Der Punkt 446 ist ferner mit dem Punkt 448 verbunden.

Bei dem zweiten Stromspiegel 420 bildet ein Transistor 430 den ersten Strompfad. Der Kollektor des Transistors 430 steht über den Punkt 438 mit dem Punkt 449 in Verbindung. Ein Transistor 435 bildet den zweiten Strompfad. Die Basis des Transistors 430 ist mit der Basis des Transistors 435 und dem Punkt 436 verbunden. Dieser Punkt 436 ist an dem Punkt 438 angeschlossen. Der Kollektor-Emitter-Strom des Transistors 430 wird dem Transistor 435 aufgeprägt.

Der zweite Strompfad steht über eine Stromquelle 450 mit einer Referenzspannung V_{CC} in Verbindung. Der Kollektor des Transistors 435 steht über den Verknüpfungspunkt 439 mit der Stromquelle 450, mit dem Gatewiderstand 423 und damit mit dem Gate des Feldeffekttransistors 110 in Verbindung.

Diese Einrichtung arbeitet als Spannungsregelung nun wie folgt. Die Potentialwerte an dem Verbraucher 100 werden durch die Widerstände 421 und 422 in Ströme gewandelt. Der erste Stromspiegel 410 bildet die Differenz der beiden Stromwerte. Dieser Iststrom stellt ein Maß für die am Verbraucher abfallende Spannung dar.

Mit diesem Iststrom wird der erste Strompfad des zweiten Stromspiegels 420 beaufschlagt. Dieser Strom wird gespiegelt und mit dem von der Stromquelle 450 gelieferten Sollstrom verglichen. Dieser von der Stromquelle 450 gelieferte Sollstrom dient als Sollwert. Mit dem Differenzstrom zwischen Sollstrom und Iststrom wird das Gate des Feldeffekttransistors beaufschlagt.

Der Sollstrom wird so gewählt, daß durch den zweiten Pfad des Stromspiegels 420 im eingeschwungenen Zustand ein Strom fließt, der dem von der Stromquelle 450 gelieferten Sollwert entspricht. Sind diese beiden Ströme gleich, das heißt die am Verbraucher 100 abfallende Spannung entspricht der Sollspannung, so fließt kein Gate-Strom und das Schaltmittel verbleibt in seiner Stellung.

Ist die am Verbraucher abfallende Spannung zu hoch, so fließt ein entsprechend höherer Strom durch den Stromspiegel, der wiederum bewirkt, daß das Gate entladen und das Schaltmittel gesperrt wird. Dies bewirkt, daß die Spannung am Verbraucher 100 abfällt. Entsprechendes gilt, wenn die Spannung am Verbraucher einen zu kleinen Wert annimmt. In diesem Fall fließt ein zu kleiner Strom durch den Stromspiegel und das Gate wird über den Gatestrom aufgeladen. Entsprechend wird der Feldeffekttransistor leitend bzw. ermöglicht einen stärkeren Stromfluß durch den Verbraucher.

Im wesentlichen wird also wie folgt vorgegangen. Die zu regelnde Spannung am Verbraucher 100 wird durch die Spannungsstromwandler 421 und 422 und den Stromspiegel 410 in einen Strom gewandelt. Der Stromspiegel 420 regelt die am Verbraucher abfallende Spannung auf den Sollstrom ein. Dies erfolgt dadurch, daß der vom ersten Stromspiegel 410 gelieferte Strom gespiegelt und im Verknüpfungspunkt 439 von dem Sollstrom subtrahiert wird. Dieser Differenzstrom wird zur Ansteuerung des Feldeffekttransistors verwendet. Das heißt, der Strom verändert die Gateladung und damit den Zustand des Feldeffekttransistors. Die Spannungsregelung ist eingeschwungen, wenn der sich im zweiten Strompfad einstellende Strom gleich dem von der Stromquelle gelieferten Strom

ist.

Zur Beeinflussung des der Gateladung und damit des Zustandes des Feldeffekttransistors sind nur sehr kleine Ströme erforderlich. Der zweite Stromspiegel dient dazu, den Iststrom an dieses Stromniveau anzupassen.

Als Alternative wäre auch denkbar, daß der Iststrom direkt mit dem Sollstrom verglichen wird. In diesem Fall würde dem zweiten Stromspiegel als Eingangsgröße der Differenzstrom zugeführt.

Der von der Stromquelle 450 bereitgestellte Strom entspricht der am Verbraucher abfallenden Spannung. Durch ändern des Stromwerts kann unmittelbar die Spannung am Verbraucher beeinflusst werden. Es besteht ein fester, vorzugsweise proportionaler Zusammenhang zwischen dem von der Stromquelle 450 gelieferten Strom und der am Verbraucher abfallenden Spannung. Daher ist durch die Stromquelle 450 eine variable Sollwertvorgabe für die am Verbraucher abfallende Spannung möglich.

Der zweite Stromspiegel arbeitet im wesentlichen als Regler mit Proportionalverhalten. Auf Grund der Kapazitäten zwischen Gate und Source bzw. zwischen Gate und Drain des Feldeffekttransistors 110 ergibt sich zusätzlich ein integrales Verhalten der Stromregelung.

Die Dynamik des Reglers wird im wesentlichen durch die Stromquelle und die Kapazitäten des Feldeffekttransistors 110 bestimmt. Die Dynamik ist daher sehr einfach beeinflussbar. Da keine Operationsverstärker verwendet werden ergeben sich keine Stabilitätsprobleme, das heißt der Regler neigt nicht zu Schwingungen.

Durch die Verwendung der Stromspiegel reduziert sich der Bauteileaufwand gegenüber einer Realisierung mit Operationsverstärkern erheblich. Desweiteren reduziert sich der Applikationsaufwand für den Regler, da die Regelparameter nicht eingestellt werden müssen.

Die in der Figur dargestellte Schaltung insbesondere die Stromspiegel 410 und 420 können leicht integriert werden. Alle Meßspannungen werden unmittelbar in Ströme umgewandelt. Dies bietet den Vorteil, daß am Eingang der integrierten Schaltung keine hohen Spannungen anliegen. Durch den Spannungsstromwandler ist eine hohe Gleichtaktunterdrückung möglich.

Die Auswerteschaltung bestimmt ausgehend von dem durch das Magnetventil 100 fließenden Strom den Zeitpunkt, bei dem der Anker des bestromten Magnetventils eine Endlage erreicht. Der zeitliche Verlauf des Stroms wird bei konstanter Spannung dahingehend ausgewertet, ob dieser Verlauf einen Knick bzw. eine wesentliche Änderung des Differenzenquotienten des Stroms aufweist. Während der Auswertung des Stroms bzw. während der Ermittlung des Schaltzeitpunktes wird

die Spannung am Magnetventil mittels der beschriebenen Vorrichtung auf einen konstanten Wert geregelt.

5 Patentsprüche

1. Vorrichtung zur Regelung einer an einem Verbraucher abfallenden Spannung, bei der zwischen Masse und Versorgungsspannung der Verbraucher und ein Stellglied in Reihe geschaltet sind, gekennzeichnet, durch erste Mittel, die einen Iststrom bereitstellen, der ein Maß für die am Verbraucher anliegende Spannung darstellt, mit einem zweiten Mittel zur Vorgabe eines Sollstroms, mit Regelmitteln, die abhängig von einem Vergleich des Iststroms mit dem Sollstrom eine Größe zur Beaufschlagung des Stellglieds vorgeben.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel wenigstens einen Stromspiegel umfassen, der einen Strom bereitstellt, der der am Verbraucher abfallenden Spannung entspricht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelmittel wenigstens einen Stromspiegel umfassen.
4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied mit der Differenz aus Iststrom und Sollstrom beaufschlagt wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Stellglied ein Feldeffekttransistor dient.
6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Verbraucher um ein Magnetventil zur Festlegung der in eine Brennkraftmaschine eingespritzten Kraftstoffmenge handelt und die Vorrichtung zur Ermittlung einer den Einspritzbeginn und/oder das Einspritzende charakterisierenden Größe eingesetzt wird.

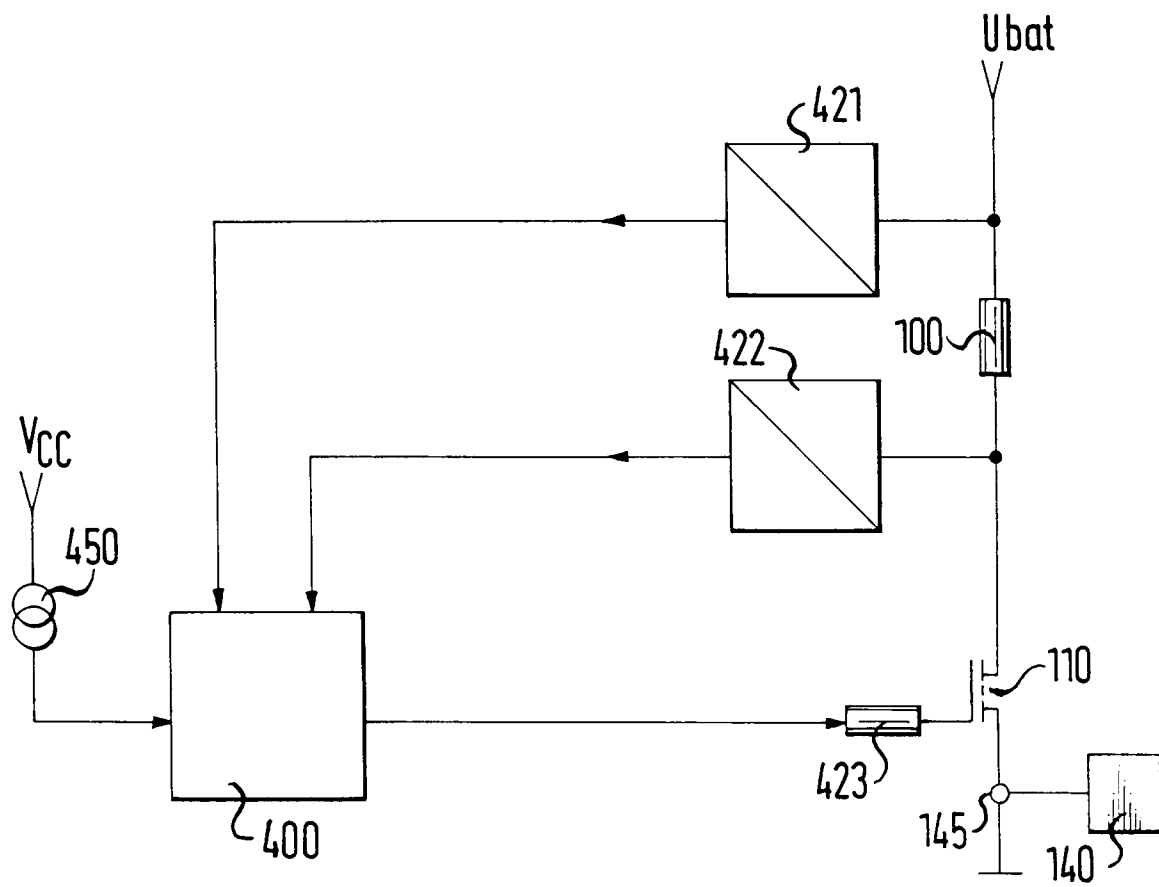


FIG. 1

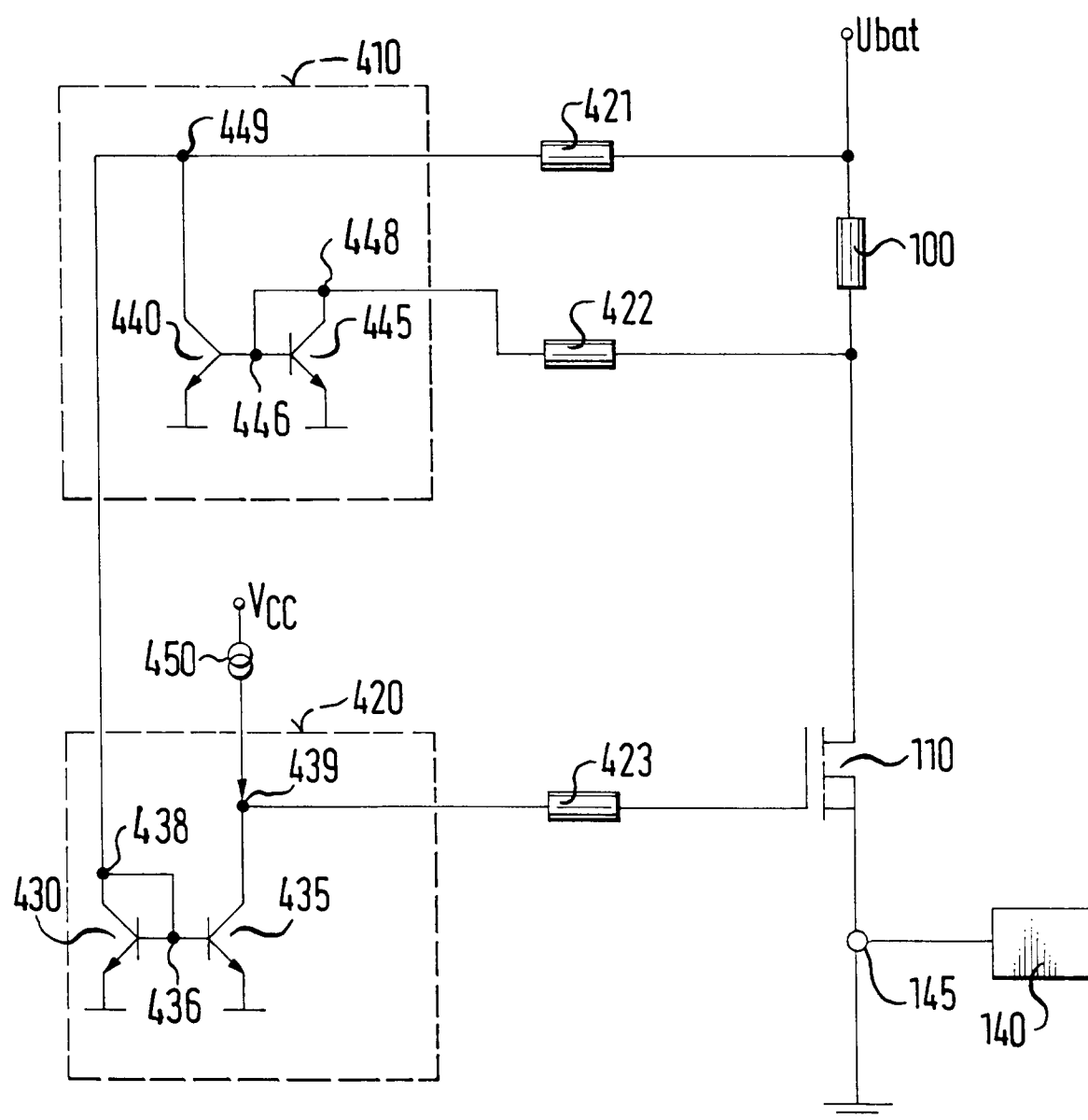


FIG. 2