



(12)

(21) Aktenzeichen: **10 2011 106 903.1**
 (22) Anmeldetag: **08.07.2011**
 (43) Offenlegungstag: **21.06.2012**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **25.04.2013**

(51) Int Cl.: **H01M 10/44** (2011.01)
B60L 11/18 (2011.01)
H02J 7/00 (2011.01)

(66) Innere Priorität:
10 2010 054 808.1 16.12.2010

(73) Patentinhaber:
**VOLKSWAGEN Aktiengesellschaft, 38436,
Wolfsburg, DE**

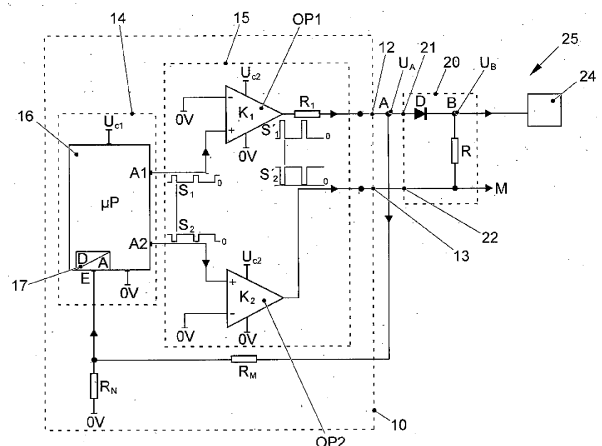
(72) Erfinder:
Mahdjour, Hooshir, Dr., 14059, Berlin, DE;
Heddergott, Ronald, 16321, Bernau, DE; Broecker,
Marco, 13359, Berlin, DE; Elsholz, Lutz, 13403,
Berlin, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2009 025 303 A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation und ein fahrzeugseitiges Steuergerät**

(57) **Hauptanspruch:** Vorrichtung (10) zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug (F) und einer Ladestation (L) zur Erzeugung einer Pilotfunktion, umfassend eine Auswerteeinheit (14) und Steuereinheit (15) und zwei Spannungsausgänge (12, 13), wobei der erste Spannungsausgang (12) über einen Pilotleiter (PL) mit einem Spannungseingang (21) einer fahrzeugseitigen Vorschaltel Elektronik (20) verbindbar ist und der zweite Spannungsausgang (13) über eine Messeitung (ML) mit einem Spannungseingang (22) für eine Fahrzeugmasse (M) der Vorschaltel Elektronik (20) verbindbar ist, wobei mittels der Auswerte- und Steuereinheit (14, 15) ein PWM-Signal erzeugbar ist, das über einen Ausgangswiderstand R1 am ersten Spannungsausgang (12) anliegt und auswertbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswerte- und Steuereinheit (14, 15) zwei monopolare PWM-Signale (S'1, S'2) erzeugbar sind, die zueinander invers sind, wobei das erste PWM-Signal (S'1) an dem ersten Spannungsausgang (12) anliegt und das zweite PWM-Signal (S'2) an dem zweiten Spannungsausgang (13) anliegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation sowie ein fahrzeugseitiges Steuergerät.

[0002] Der Einsatz von Elektrofahrzeugen nimmt stetig zu, wobei die Ladung von deren Traktionsbatterie geregelt werden muss. Dabei soll nachfolgend unter Elektrofahrzeug ein reines Elektrofahrzeug als auch ein Plug-In-Hybrid-Fahrzeug verstanden werden.

[0003] Dabei sind verschiedene Ladebetriebsarten möglich. So sind beispielsweise Ladebetriebsarten **1** bis **4** für Elektrofahrzeuge bekannt. Die Spezifikationen der für die vorliegende Erfindung relevanten Ladebetriebsarten **2** bis **4** sind bereits in IEC 6185.1-1 festgelegt worden. Bei der Ladebetriebsart **2** erfolgt der Anschluss des Elektrofahrzeugs an das ein- oder dreiphasige Wechselstromnetz unter Verwendung genormter Steckdosen und Verwendung von Netz- und Schutzleiter gemeinsam mit einer Steuerungs- und Führungsfunktion (kurz: Pilotfunktion) zwischen dem Elektrofahrzeug und dem Stecker oder Steuergerät im Kabel. Bei der Ladebetriebsart **3** handelt es sich um einen direkten Anschluss des Elektrofahrzeugs an das Wechselstromnetz unter Verwendung einer typgebundenen Ladestation, in die eine Pilotfunktion integriert ist, welche mit dem Wechselstromnetz verbunden wird. Bei der Ladebetriebsart **4** handelt es sich um einen indirekten Anschluss des Elektrofahrzeugs an das Wechselstromnetz unter Nutzung eines externen Ladegeräts in der Ladestation, in die eine Pilotfunktion integriert ist, welche mit dem Wechselstromnetz verbunden wird.

[0004] Ein Pilotstromkreis ist die hauptsächliche Steuervorrichtung zur Realisierung der Pilotfunktion, wenn das Elektrofahrzeug bei den Ladebetriebsarten **2**, **3** und **4** an die öffentliche oder private Ladestation angeschlossen ist. Der Pilotstromkreis ist eine elektronische Vorrichtung, die sicherstellt, dass die für die Ladebetriebsart erforderlichen Bedingungen bezüglich der Sicherheit oder Datenübertragung erfüllt werden.

[0005] Die Pilotfunktion hat festzustellen, ob ein definitionsgemäßer Verbraucher (hier ein Elektrofahrzeug) mit dem öffentlichen oder privaten Stromnetz verbunden ist. Wird festgestellt, dass ein anderer Verbraucher als ein Elektrofahrzeug angeschlossen ist, kann das Laden verhindert werden. Dabei wird ein bipolares Signal mit Pulsweitenmodulation (kurz: PWM) an den Verbraucher gesendet.

[0006] Aus der DE 10 2009 025 303 A1 ist ein Verfahren zur Kommunikation mit einem Elektrofahrzeug bekannt, umfassend folgende Schritte:

- Generieren eines ersten vorbestimmten Gleichspannungspegels auf einem Pilotleiter;
- Erkennen des Bestehens einer elektrischen Verbindung mit einem Elektrofahrzeug durch Erfassen eines zweiten vorbestimmten Gleichspannungspegels auf dem Pilotleiter;
- Aussenden eines Auslösesignals auf dem Pilotleiter;
- Erfassen eines Fahrzeugidentifikationssignals auf dem Pilotleiter; und
- Freigabe der Stromversorgung auf einem Leistungsleiter.

[0007] Dabei weist ein Pilotstromkreis bzw. eine Vorrichtung zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation zur Erzeugung einer Pilotfunktion eine Auswerte- und Steuereinheit und zwei Spannungsausgänge auf. Dabei ist der erste Spannungsausgang über einen Pilotleiter mit einem ersten Spannungseingang einer fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik verbunden. Der zweite Spannungsausgang ist über eine Masseleitung mit einem zweiten Spannungseingang für eine Fahrzeugmasse der Vorschalt elektronik verbunden. Die Vorrichtung weist weiter einen Oszillator zur Erzeugung eines bipolaren PWM-Signals auf, wobei das bipolare PWM-Signal über einen Widerstand auf den ersten Spannungsausgang gegeben wird. Dabei wird durch eine Messeinheit die Spannung am ersten Spannungsausgang ausgewertet. Die fahrzeugseitige Vorschalt elektronik weist eine Diode auf, deren Anode mit einem ersten Spannungseingang verbunden ist. Die Kathode der Diode ist über einen Widerstand mit der Fahrzeugmasse verbunden, die an dem zweiten Spannungseingang anliegt. Parallel zu dem Widerstand sind weitere zu- oder abschaltbare Widerstände angeordnet. Eine Messeinheit erfasst dabei die Spannung an der Kathode der Diode und wertet diese aus. Dabei kann die Vorrichtung zur Kommunikation durch Auswertung der Höhe der Spannung am ersten Ausgang den resultierenden Widerstand in der Vorschalt elektronik ermitteln, der zur Codierung des Ladezustands dient. Anhand einer negativen Spannung bei der negativen Phase des bipolaren PWM-Signals kann auf das Vorhandensein der Diode geschlossen werden. Die Vorschalt elektronik ermittelt hingegen einen Tastgrad des PWM-Signals, mittels dessen die Strombelastbarkeit der Ladestation codiert wird.

[0008] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation zur Erzeugung einer Pilotfunktion zu schaffen, die einen geringeren schaltungstechnischen Aufwand bedingen sowie ein hierfür geeignetes fahrzeugseitiges Steuergerät bereitstellen.

[0009] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der

Ansprüche 1, 3 und 9. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Hierzu umfasst die Vorrichtung zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation zur Erzeugung einer Pilotfunktion eine Auswerte- und Steuereinheit und zwei Spannungsausgänge, wobei der erste Spannungsausgang über einen Pilotleiter mit einem Spannungseingang einer fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik verbindbar ist, und der zweite Spannungsausgang über eine Masseleitung mit einem Spannungseingang für eine Fahrzeugmasse der Vorschalt elektronik verbindbar ist, wobei mittels der Auswerte- und Steuereinheit ein PWM-Signal erzeugbar ist, das über einen Ausgangswiderstand R1 am ersten Spannungsausgang anliegt und auswertbar ist, wobei mittels der Auswerte- und Steuereinheit zwei monopolare PWM-Signale erzeugbar sind, die zueinander invers sind, wobei das erste PWM-Signal an dem ersten Spannungsausgang anliegt und das zweite PWM-Signal an dem zweiten Spannungsausgang anliegt. Hierdurch wird bei gleicher Funktionalität der Schaltungsaufwand reduziert, insbesondere da nur eine Betriebsspannung von beispielsweise 12 V zur Verfügung gestellt werden muss und somit alle Schaltungselemente zur Erzeugung einer zweiten Betriebsspannung von beispielsweise -12 V entfallen können, was Kosten, Platz und Gewicht einsparen hilft. Außerdem wird die Ausstrahlung der EMV-Störung stark reduziert, weil sich die durch die beiden antisymmetrischen monopolaren PWM-Signale erzeugten gegenseitigen elektromagnetischen Wellen in kurzer Entfernung von der Ladeleitung kompensieren.

[0011] In einer Ausführungsform wird mittels der Auswerteeinheit, die beispielsweise als Mikroprozessor ausgebildet ist bzw. einen solchen beinhaltet, ein PWM-Signal erzeugt, das mittels der Steuereinheit in die zwei inversen PWM-Signale umsetzbar ist. Die Steuereinheit beinhaltet dabei insbesondere Leistungselemente, wie beispielsweise Treiber oder Verstärker, um eine ausreichende Leistung an den Spannungsausgängen zur Verfügung zu stellen.

[0012] Bei einem Tiefpegel des ersten PWM-Signals am ersten Spannungsausgang wird die Spannung ausgewertet, wobei bei einer Spannung kleiner als ein Schwellwert auf das Vorhandensein einer Diode in der fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik geschlossen wird und bei einer Spannung größer als der Schwellwert auf das Fehlen der Diode geschlossen wird. Der Schwellwert liegt dabei nahe bei 0 V, da bei einer vorhandenen Diode die Spannung am ersten Spannungsausgang gleich dem Tiefpegel sein muss (also 0 V), wobei bei über den Schwellwert Messfehler bzw. geringe Spannungsoffsets berücksichtigt werden können.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform wird bei einem Hochpegel des ersten PWM-Signals die Höhe der ersten Ausgangsspannung erfasst und daraus ein Ladezustand des Elektrofahrzeugs ermittelt. Bei einem Hochpegel leitet eine Diode in der fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik, so dass sich ein Spannungsteiler zwischen einem Ausgangswiderstand der Vorrichtung und einem Eingangswiderstand der Vorschalt elektronik bildet, wobei der Eingangswiderstand der Vorschalt elektronik mit seinem Wert den Ladezustand des Elektrofahrzeugs codiert.

[0014] In der fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik wird die Spannung an der Kathode der Diode über einen Zeitraum größer als die erweiterte Periodendauer abgetastet, wobei bei einem dauerhaft positiven Abtastwert auf eine monopolare PWM-Ansteuerung der Vorrichtung geschlossen wird und bei einem nicht dauerhaft positiven Abtastwert auf eine bipolare PWM-Steuerung geschlossen wird. Somit kann die fahrzeugseitige Vorschalt elektronik sowohl mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen als auch mit Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik kommunizieren.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform wird anhand der Spannung an der Kathode die Pulsdauer bestimmt. Die Pulsdauer bzw. der Abtastgrad (Pulsdauer/Periodendauer) codiert dabei die ladestationsseitige Strombelastbarkeit.

[0016] Die Auswertung zur Ermittlung der Periodendauer in der fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik bzw. einer nachgeschalteten Auswerteeinheit ist dabei abhängig davon, ob durch die Vorrichtung eine bipolare oder eine monopolare PWM-Ansteuerung erfolgt. Bei einer bipolaren PWM-Ansteuerung wird die Pulsdauer als Zeitdauer zwischen einer steigenden und einer fallenden Flanke bestimmt, wohingegen bei einer monopolaren PWM-Ansteuerung die Pulsdauer als Zeitdauer zwischen einer fallenden und einer steigenden Flanke ermittelt wird.

[0017] Die fahrzeugseitige Auswerteeinheit kann prinzipiell in die Vorschalt elektronik integriert sein oder aber in einem Steuergerät, beispielsweise einem Ladesteuergerät, integriert sein.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Fig. zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) eine Verschaltung einer Vorrichtung zur Kommunikation zwischen einer Ladestation und einem Elektrofahrzeug mit einer fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik,

[0020] [Fig. 2](#) einen beispielhaften Verlauf zweier monopolarer PWM-Signale, die zueinander invers sind,

[0021] **Fig. 3** eine schematische Schaltungsanordnung einer Steuereinheit in einer alternativen Ausführungsform,

[0022] **Fig. 4** eine schematische Schaltungsanordnung einer Steuereinheit in einer weiteren alternativen Ausführungsform,

[0023] **Fig. 5a–Fig. 5d** schematische Spannungsverläufe für die beiden monopolaren PWM-Signale, die Spannung am ersten Spannungsausgang und die Spannung an der Kathode der Diode in der Vorschalt elektronik,

[0024] **Fig. 6** ein Flussdiagramm zur Auswertung der Spannung vom ersten Spannungsausgang,

[0025] **Fig. 7** ein Flussdiagramm zur Auswertung der Spannung an der Kathode,

[0026] **Fig. 8** eine Verschaltung einer Vorrichtung zur Kommunikation zwischen einer Ladestation und einem Elektrofahrzeug mit einer fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik (Stand der Technik) und

[0027] **Fig. 9a, Fig. 9b** schematische Spannungsabläufe für ein monopolarer und ein bipolarer Spannungssignal (Stand der Technik).

[0028] Bevor die Erfindung näher erläutert wird, wird zunächst anhand der **Fig. 8** bzw. den **Fig. 9a** und **Fig. 9b** der Stand der Technik bzw. einige Begrifflichkeiten erläutert.

[0029] **Fig. 9a** zeigt eine monopolare Pulsfolge, welche in der Regel bei der PWM in verschiedenen Anwendungen benutzt wird. Es lassen sich Informationen durch die Größe des Tastgrades – das Verhältnis der Pulsdauer t_p zur Periodendauer T – zwischen dem Sender und dem Empfänger übertragen. Durch die Steuerung und Änderung des Tastgrads können also gemäß den übertragenen Informationen physikalische Effekte beeinflusst werden. Die Pulse sind zwischen 0 und einem vordefinierten positiven Wert U_p , also monopolar, wie in **Fig. 9a** dargestellt.

[0030] Beim Laden eines Elektrofahrzeugs werden gemäß IEC 61851-1 zwei Pegel um die Masse der Messelektronik benötigt, um zusätzlich feststellen zu können, dass kein anderer Verbraucher außer einem Elektrofahrzeug angeschlossen ist. Diese zwei Pegel werden in der Regel in Form einer bipolaren PWM eingesetzt, wie in **Fig. 9b** dargestellt. Die PWM-Oszillation erfolgt bipolar um die Masse 0 V. Die bipolare PWM-Oszillation (z. B. 1 kHz, ± 12 V) wird entweder in der Ladestation erzeugt (Ladebetriebsart 3) oder von einem Steuergerät in der Ladeleitung (Ladebetriebsart 2) gesendet. Die in der Norm IEC 61851-1 definierten Ladezustände werden durch Spannungsmessung ermittelt, was später noch näher erläutert wird.

Durch Verwendung einer hohen Signalspannung (z. B. von 12 V) soll die Störfestigkeit des Nutzsignals zur Bestimmung des Ladezustands erhöht werden.

[0031] In der **Fig. 8** ist schematisch eine Verschaltung einer Vorrichtung 10 zur Kommunikation zwischen einer Ladestation L und einem Elektrofahrzeug F mit einer fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik 20 dargestellt. Die Vorrichtung 10 umfasst einen Oszillator 11 zur Erzeugung eines bipolaren PWM-Signals (siehe auch **Fig. 9b**), wobei das PWM-Signal über einen Ausgangswiderstand R_1 an einen ersten Spannungsausgang 12 ausgegeben wird. An einem zweiten Spannungsausgang 13 liegt Masse Man. Die Spannung U_A am Punkt A ist gleich der Spannung am ersten Spannungsausgang 12 und wird einer Auswerfe- und Steuereinheit zugeführt. Der zweite Spannungsausgang 13 ist in **Fig. 8** als außerhalb der Vorrichtung 10 dargestellt, kann aber über die Vorrichtung 10 geführt werden.

[0032] Die fahrzeugseitige Vorschalt elektronik 20 umfasst eine Diode D und einen Widerstand R, der zwischen Kathode der Diode D und Fahrzeugmasse liegt, die nachfolgend vereinfacht auch als Masse M bezeichnet wird. Die Spannung U_B am Punkt B bzw. der Kathode der Diode D wird dann ausgewertet, wobei die Auswertung innerhalb der Vorschalt elektronik 20 oder wie dargestellt außerhalb stattfinden kann. Über die Größe des Widerstands R wird der Ladezustand des Elektrofahrzeugs F codiert, d. h. dieser ist einstellbar veränderbar. Die Vorschalt elektronik 20 umfasst einen ersten Spannungseingang 21 und einen zweiten Spannungseingang 22. Dabei ist der erste Spannungsausgang 12 über einen Pilotleiter PL mit dem ersten Spannungseingang 21 verbunden. Entsprechend ist der zweite Spannungsausgang 13 mit dem zweiten Spannungseingang 22 über eine Masseleitung ML verbunden. Des Weiteren ist dargestellt, wie eine Spannungsphase L1 und ein Nullleiter über ein Ladekabel LK von der Ladestation L zum Elektrofahrzeug F geführt sind. Wie bereits erwähnt, kann dabei die Vorrichtung 10 im Ladekabel LK oder in der Ladestation L angeordnet sein.

[0033] Laut IEC 61851-1 muss in der fahrzeugseitigen Vorschalt elektronik 20, wie in **Fig. 8**, eine Diode D vorhanden sein. Mit Hilfe der Diode D sollen andere Verbraucher, die nicht Elektrofahrzeuge F sind, erkannt werden. Zudem soll mit deren Hilfe erkannt werden, ob nicht ein Elektrofahrzeug F, sondern ein anderer Mechanismus den Pilotkontakt (erster Spannungsausgang 12) und die Masse elektrisch verbindet. Dazu können durch die Vorrichtung 10 in der Ladestation (Ladebetriebsart 3) oder in der Ladeleitung (Ladebetriebsart 2) die Spannungspegel des oberen und des unteren Rechtecksignals der bipolaren PWM-Oszillation am Punkt A, zwischen dem Widerstand R_1 und der Diode D, ständig abgetastet und gemessen werden (siehe **Fig. 8**). Die

Spannungsabtakungen und -messungen des oberen Rechtecksignals liefern die Spannungsamplitude am Punkt A und liefern den Ladezustand des Fahrzeugs. Die Spannungsabtakungen und -messungen des unteren Rechtecksignals am Punkt A sind dazu da, das Vorhandensein der Diode D festzustellen. Ist die Spannung innerhalb der definierten tolerierbaren Messfehler gleich -12 V , deutet das auf die Existenz der Diode D hin, sonst ist die Diode D nicht vorhanden. Der Grund ist, dass die negative Spannung auf der Anode der Diode siegt. Dadurch fließt kein Strom durch die Diode und am Widerstand R_1 erfolgt kein Spannungsabfall. Ist die Diode nicht vorhanden, stattdessen aber ein linearer Widerstand, sind die Absolutwerte der Spannungen am Punkt A kleiner als 12 V .

[0034] Die Werte der Widerstände R und R_1 sind von IEC 61851-1 vorgegeben. Aus dem Wert des Widerstands R auf der Fahrzeugseite kann auf der Ladestationsseite ermittelt werden, ob das Fahrzeug angeschlossen und ob es bereit zum Laden ist. Durch die Pulsbreitenmessung am Punkt B zwischen der Diode D und dem Widerstand R ist das Fahrzeug in der Lage, die Strombelastbarkeit der Ladestation zu ermitteln.

[0035] Eine bipolare PWM-Oszillation zwischen $+12\text{ V}$ und -12 V setzt für die ladestationsseitige Mess- und Steuerelektronik die Nutzung zweier Betriebsspannungen von $+12\text{ V}$ und -12 V voraus. Der Einsatz solcher Betriebsspannungen erhöht den Aufwand für die Transformatoren und die Elektronik der Netzteile, vor allem hinsichtlich des Gewichts, des Volumens und der Kosten.

[0036] In der [Fig. 1](#) ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung **10** dargestellt, wobei gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen wie in [Fig. 8](#) aufweisen. Dabei sind aus Übersichtsgründen die Spannungsphase L1 und der Nullleiter N nicht dargestellt.

[0037] Die Vorrichtung **10** umfasst eine Auswerteeinheit **14** und eine Steuereinheit **15**. Die Auswerteeinheit **15** umfasst einen Mikroprozessor **16** mit einer Betriebsspannung U_{C1} . Der Mikroprozessor **16** weist zwei Ausgänge A1, A2 auf sowie einen Eingang E, an dem ein Analog/Digital-Wandler **17** angeordnet ist. Der erste Spannungsausgang **12** ist dabei über einen Messwiderstand R_M auf den Eingang E zurückgekoppelt, wobei der Messwiderstand R_M über einen weiteren Widerstand R_N gegen Masse M bzw. 0 V geschaltet ist. Die Widerstände R_M und R_N bilden einen Spannungsteiler, so dass die Eingangsspannung am Eingang E begrenzt werden kann. Die Steuereinheit **15** umfasst zwei Operationsverstärker OP1, OP2, die jeweils eine Versorgungsspannung U_{C2} aufweisen. Ein Ausgang des ersten Operationsverstärkers OP1 ist über den Ausgangswiderstand $R1$ mit dem ersten Spannungsausgang **12** der Vorrichtung **10** verbun-

den. Ein Ausgang des zweiten Operationsverstärkers OP2 ist mit dem zweiten Spannungsausgang **13** verbunden. Die "+"-Eingänge der Operationsverstärker OP1, OP2 sind mit den Ausgängen A1, A2 des Mikroprozessors **16** verbunden. Die "-"-Eingänge der Operationsverstärker OP1, OP2 liegen auf Masse M bzw. 0 V .

[0038] Der Mikroprozessor **16** erzeugt an seinen Ausgängen A1, A2 zwei monopolare PWM-Signale S1, S2, die zueinander invers sind. Invers bzw. gegenphasig meint dabei, dass, wenn S1 seinen Hochpegel aufweist, S2 Null ist und wenn S1 Null ist, S2 seinen Hochpegel aufweist (siehe [Fig. 2](#)). Die Signale S1, S2 werden durch die Operationsverstärker OP1, OP2 verstärkt, die als Komparatoren geschaltet sind. Ein Verstärker ist deshalb notwendig, da die Betriebsspannung U_{C1} üblicherweise kleiner als die notwendige Ausgangsspannung von beispielsweise 12 V ist. Wenn $U_{C1} = U_{C2}$ ist, ist zwar keine Verstärkung notwendig, aber dann dienen die Operationsverstärker als Leistungsendstufen bzw. Treiber, um eine ausreichende Leistung zur Verfügung zu stellen.

[0039] An den Ausgängen der Operationsverstärker OP1, OP2 liegen zwei PWM-Signale S'1, S'2 an, wobei S'1 über den Ausgangswiderstand $R1$ am ersten Spannungsausgang **12** und S'2 am zweiten Spannungsausgang **13** anliegt.

[0040] Bei einem Hochpegel von S'1 (entsprechend S'2 Null) wird der Ladezustand des Elektrofahrzeugs F erfasst. Aufgrund der positiven Spannung an der Anode der Diode D ist diese leitend. Die Spannung S'1 fällt dann über der Reihenschaltung von $R1$ und R ab, die einen Spannungsteiler bilden. Anhand der Höhe der Spannung U_A kann dann die Auswerteeinheit **14** den Widerstand R bestimmen, wobei der Wert des Widerstandes R vom Elektrofahrzeug F in Abhängigkeit vom Ladezustand eingestellt wird.

[0041] Bei einem Hochpegel von S'2 (entsprechend S'1 Null) ist die Diode D hingegen gesperrt. Da dann kein Strom fließen kann, muss S'2 über der Diode abfallen, d. h. die Spannung U_A muss Null bzw. kleiner als ein Schwellwert sein. Ist hingegen keine Diode D vorhanden, so kann ein Strom fließen und die Spannung U_A ist größer Null. Dies ist in [Fig. 5c](#) als gestrichelte Linie dargestellt.

[0042] In der Vorschaltелеktronik **20** wird die Spannung U_B erfasst und in einer Auswerteeinheit **24** ausgewertet, wobei aus dem Tastgrad bzw. der Pulsdauer die Stromtragfähigkeit der Ladestation ermittelt wird. Diese Information wird durch die Vorrichtung **10** codiert. Die Pulsdauer wird dabei als Zeitdauer zwischen einer fallenden und einer steigenden Flanke ermittelt (siehe [Fig. 5d](#)). Vorschaltелеktronik **20** und Auswerteeinheit **24** bilden ein Steuergerät **25**.

[0043] Die Auswerteeinheit **14** und die Steuereinheit **15** sind in **Fig. 1** als zwei Subsysteme der Vorrichtung **10** dargestellt. Dabei sei angemerkt, dass diese auch als integrierte Einheit ausgebildet sein können. Alternativ können die Auswerteeinheit **14** und/oder die Steuereinheit **15** als verteilte Systeme mit mehreren räumlich getrennten Komponenten ausgebildet sein.

[0044] In der **Fig. 3** ist eine alternative Ausführungsform dargestellt, wobei die nicht dargestellte Auswerteeinheit **14** nur einen Ausgang A1 aufweist, an dem das Signal **51** bereitgestellt wird. Die Steuereinheit **15** weist wieder zwei Operationsverstärker OP1, OP2 auf, wobei der Ausgang des ersten Operationsverstärkers OP1 über den Ausgangswiderstand R1 mit dem ersten Spannungsausgang **12** der Vorrichtung **10** verbunden ist. Der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers OP2 ist mit dem zweiten Spannungsausgang **13** verbunden. Dabei ist der Ausgang A1 der Auswerteeinheit **14** mit dem "+"-Eingang des ersten Operationsverstärkers OP1 und dem "-"-Eingang des zweiten Operationsverstärkers OP2 verbunden. Der "-"-Eingang des ersten Operationsverstärkers OP1 liegt auf 0 V oder Masse und der "+"-Eingang des zweiten Operationsverstärkers OP2 liegt auf der Betriebsspannung U_{C2} der Operationsverstärker OP1, OP2. Die Referenzspannung muss dabei in Abhängigkeit der Amplitude von S1 gewählt werden. Ist beispielsweise das Signal S1 maximal U_{C1} (Betriebsspannung der Auswerteeinheit), so wird statt U_{C2} U_{C1} als Referenzspannung an den "+"-Eingang des zweiten Operationsverstärkers OP2 angelegt. Durch die Schaltung wird der Signalaufbereitungsaufwand in der Auswerteeinheit **14** ohne Mehraufwand für die Steuereinheit **15** reduziert.

[0045] In der **Fig. 4** ist eine weitere alternative Ausführungsform dargestellt, wobei die Auswerteeinheit **14** wieder nur das Signal S1 am Ausgang A1 zur Verfügung stellt. Dabei ist der Ausgang A1 der Auswerteeinheit **14** mit jeweils einem digitalen Inverter **18** verbunden, wobei der obere Inverter mit einem weiteren Inverter **18** verbunden ist, dessen Ausgang mit dem Ausgangswiderstand R1 verbunden ist. Die Inverter **18** dienen dabei zur Spannungsanhebung von S1 auf S'1 sowie zur Leistungsanhebung. Bedarfsweise kann noch jeweils eine Treiberstufe zwischen den Ausgängen der Inverter **18** und den Spannungsausgängen **12**, **13** geschaltet werden, um einen ausreichend hohen Ausgangsstrom von beispielsweise 12 mA zu gewährleisten. Dabei sei angemerkt, dass die Laufzeitunterschiede durch die Inverter **18** vernachlässigbar sind.

[0046] Das Fehlen von Signal S2 hat den Vorteil, dass nur ein Oszillator zur Erzeugung des PWM-Signals benötigt wird. Wird ein Mikroprozessor zur Erzeugung des PWM-Signals eingesetzt, wird er von

der Erzeugung von einem zusätzlichen Signal S_2 entlastet.

[0047] In der **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm zur Auswertung der Spannung U_A dargestellt. Ist S1 auf dem Hochpegel, wertet die Auswerteeinheit **14** die Amplitude aus und ermittelt daraus den Ladezustand bzw. Ladestatus des Elektrofahrzeuges F. Die Auswerteeinheit **14** nimmt dann Anpassungen vor, um den Ladevorgang auf den Ladestatus des Elektrofahrzeuges F vorzunehmen.

[0048] Ist S1 auf dem Tiefpegel, wird ausgewertet, ob $U_A > 0$ bzw. $U_A > U_g$ ist, wobei U_g ein Schwellwert größer Null ist, der Messfehler und Ähnliches berücksichtigt. Ist U_A nicht größer Null (bzw. größer U_g), so wird auf das Vorhandensein der Diode D geschlossen. Andernfalls wird auf das Fehlen der Diode D geschlossen und der Ladestrom unterbrochen. Die Abtastungen erfolgen vorzugsweise in der Mitte der Hoch- bzw. Tiefpegel, wodurch auch Laufzeitprobleme minimiert sind.

[0049] Von der fahrzeugseitigen Vorschaltелеktronik **20** wird das Signal U_B an die nachgeschaltete Stufe, z. B. an das Ladegerät, weitergegeben, um durch die Bestimmung des Tastgrads von S'1 die ladestationsseitige Strombelastbarkeit nach IEC 61851-1 zu ermitteln. Die Sendung der PWM mit den festgelegten Tastgraden ist die Aufgabe der Auswerteeinheit **14**. Ist S'1 auf dem Hochpegel (U_{C2}), ist S'2 im Nullpegel (0 V), wie in **Fig. 5a** und **Fig. 5b** dargestellt. In diesem Fall leitet die Diode D und der Pegel von U_B wird kleiner als U_{C2} . Je nach dem Wert von R ändert sich U_B von 2,6 V bis 8,3 V. Infolgedessen wird sich eine Signalform ergeben, wie in **Fig. 5d**. Zur Bestimmung des Tastgrads von S'1 soll die Spannung U_B ständig mit einer Abtastrate f viel größer als die Taktfrequenz $1/T$ von S'1, z. B. mehr als 10 kHz, abgetastet werden. Dabei liefern die Zeitmessungen zwischen zwei hintereinander fallenden Flanken oder zwei hintereinander steigenden Flanken die Periodendauer T von S'1. Aus der Zeitmessung zwischen einer fallenden und der anschließenden steigenden Flanke ergibt sich die Pulsdauer t_p . Aus dem Tastgrad als Verhältnis von t_p und T lässt sich die ladestationsseitige Strombelastbarkeit bestimmen.

[0050] Das Verfahren mit monopolarer PWM der Erfindung zwingt, im Bezug auf das konventionelle Kommunikationsverfahren mit bipolarer PWM, eine geringe Änderung in der fahrzeugseitigen Signalabtastung zur Bestimmung des Tastgrads.

[0051] Beim konventionellen Verfahren wird die Pulsdauer t_p durch die Zeitmessung zwischen einer steigenden und der anschließenden fallenden Flanke ermittelt. Beim vorliegenden Verfahren wird, im Gegensatz zum konventionellen Verfahren, t_p durch die

Zeitmessung zwischen einer fallenden und der anschließenden steigenden Flanke ermittelt.

[0052] Das fahrzeugseitige Steuergerät sollte in der Lage sein, bipolare und monopolare PWM-Signale zu erkennen und voneinander zu unterscheiden. Diese Unterscheidung ist sehr wichtig, damit das Laden von Verschiedenen Ladestationen erfolgen kann, unabhängig davon, ob eine bipolare oder eine monopolare PWM-Kommunikation stattfindet.

[0053] Zur Unterscheidung wird der große Unterschied zwischen den Signalen U_B mit bipolarer und monopolarer PWM genutzt. Bei der bipolaren PWM hat das Signal von U_B die Form von Signal S'1 (siehe Fig. 5b), dessen Tiefpegel gleich 0 V ist. Im Gegensatz dazu hat das Signal U_B bei der monopolaren PWM die Form des Signals in Fig. 5d. Das Signal ist immer positiv, deshalb gibt es keine Überschneidung durch die Zeitachse. Zur Erkennung, welches dieser PWM-Signale gesendet wird, soll das fahrzeugseitige Steuergerät für eine vordefinierte bestimmte Zeitdauer T_n größer als die erwartete. Periodendauer (1 kHz), z. B. für 10 ms (10 Perioden), das Signal U_B abtasten. Ist U_B während der Abtastdauer stets positiv, handelt es sich um eine monopolare PWM. Sonst handelt es sich um eine bipolare PWM.

[0054] In Fig. 7 ist der Algorithmus zur Bestimmung, ob es sich um eine monopolare oder bipolare PWM handelt, in Form eines Flussdiagramms dargestellt. Es zeigt auch das Verfahren zur Bestimmung des Tastgrads von S'1 und folglich der ladestationsseitigen Strombelastbarkeit. Im Falle der Erkennung einer monopolaren PWM soll t_p , wie oben beschrieben, durch die Zeitmessung zwischen einer fallenden und der anschließenden steigenden Flanke ermittelt werden. Im Falle der Erkennung einer bipolaren PWM soll t_p durch die Zeitmessung zwischen einer steigenden und der anschließenden fallenden Flanke ermittelt werden. Dies erfordert eine sehr geringe Änderung in der Software des fahrzeugseitigen Steuergeräts.

[0055] Durch dieses Verfahren ist die Abwärtskompatibilität des fahrzeugseitigen Steuergeräts 25 mit Ladestationen mit bipolarer PWM gewährleistet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug (F) und einer Ladestation (L) zur Erzeugung einer Pilotfunktion, umfassend eine Auswerteeinheit (14) und Steuereinheit (15) und zwei Spannungsausgänge (12, 13), wobei der erste Spannungsausgang (12) über einen Pilotleiter (PL) mit einem Spannungseingang (21) einer fahrzeugseitigen Vorschaltel Elektronik (20) verbindbar ist und der zweite Spannungsausgang (13) über eine Messeleitung (ML) mit einem Spannungseingang (22) für ei-

ne Fahrzeugmasse (M) der Vorschaltel Elektronik (20) verbindbar ist, wobei mittels der Auswerte- und Steuereinheit (14, 15) ein PWM-Signal erzeugbar ist, das über einen Ausgangswiderstand R1 am ersten Spannungsausgang (12) anliegt und auswertbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Auswerte- und Steuereinheit (14, 15) zwei monopolare PWM-Signale (S'1, S'2) erzeugbar sind, die zueinander invers sind, wobei das erste PWM-Signal (S'1) an dem ersten Spannungsausgang (12) anliegt und das zweite PWM-Signal (S'2) an dem zweiten Spannungsausgang (13) anliegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswerteeinheit (14) ein PWM-Signal (S1) erzeugbar ist, das mittels der Steuereinheit (15) in die zwei inversen PWM-Signale (S'1, S'2) umsetzbar ist.

3. Verfahren zur Kommunikation zwischen einem Elektrofahrzeug (F) und einer Ladestation (L) zur Erzeugung einer Pilotfunktion, mittels einer Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 sowie einer fahrzeugseitigen Vorschaltel Elektronik (20), die eingangsseitig eine Diode (D) aufweisen kann, wobei bei vorhandener Diode deren Anode mit dem ersten Spannungsausgang (12) der Vorrichtung (10) verbunden ist, wobei die Kathode der Diode (D) über einen Widerstand (R) mit der Fahrzeugmasse (M) verbunden ist, die mit dem zweiten Spannungsausgang (13) der Vorrichtung (10) verbunden ist, wobei mit der Auswerte- und Steuereinheit (14, 15) die Spannung (UA) am ersten Spannungsausgang (12) der Vorrichtung (10) ausgewertet wird und mit einer fahrzeugseitigen Auswerteeinheit (24) die Spannung (UB) an der Kathode der Diode (D) ausgewertet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Tiefpegel des ersten PWM-Signals (S'1) am ersten Spannungsausgang (12) die Spannung (UA) ausgewertet wird, wobei bei einer Spannung (UA) kleiner als ein Schwellwert (U_g) auf das Vorhandensein der Diode (D) geschlossen wird und bei einer Spannung (UA) größer als der Schwellwert U_g auf das Fehlen der Diode (D) geschlossen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Hochpegel des ersten PWM-Signals (S'1) die Höhe der ersten Ausgangsspannung (UA) erfasst und daraus ein Ladezustand des Elektrofahrzeugs ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (UB) an der Kathode der Diode (D) über einen Zeitraum größer als die erwartete Periodendauer abgetastet wird, wobei bei einem dauerhaft positiven Abtastwert auf eine monopolare PWM-Ansteuerung geschlossen wird und bei einem nicht dauerhaft positiven

Abtastwert auf eine bipolare PWM-Ansteuerung geschlossen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der Spannung (UB) an der Kathode die Pulsdauer (tp) bestimmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer erfassten monopolaren PWM-Ansteuerung die Pulsdauer (tp) durch eine Zeitmessung zwischen einer fallenden und einer steigenden Flanke der Spannung (UB) ermittelt wird.

9. Fahrzeugseitiges Steuergerät (**25**) zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8, umfassend eine Auswerteeinheit (**24**) und eine fahrzeugseitige Vorschalt elektronik (**20**) zur Kommunikation mit einer Ladestation (L), wobei die fahrzeugseitige Vorschalt elektronik (**20**) eine Diode (D) umfasst, deren Anode an einem ersten Spannungseingang (**21**) angeordnet ist und deren Kathode über einen Widerstand (R) mit einer Fahrzeugmasse (M) verbunden ist, die mit einem zweiten Spannungseingang (**22**) verbunden ist, wobei die Auswerteeinheit (**24**) die Spannung (UB) an der Kathode der Diode (D) auswertet und eine Pulsdauer (tp) eines PWM-Signals erfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (**24**) eingerichtet ist, anhand der Spannung eine monopolare oder bipolare PWM-Ansteuerung zu erfassen und ein zugeordnetes Bestimmungsverfahren für die Pulsdauer (tp) auszuwählen, wobei bei einer bipolaren PWM-Ansteuerung die Pulsdauer (tp) als Zeitdauer zwischen einer steigenden und einer fallenden Flanke bestimmt wird und bei einer monopolaren PWM-Ansteuerung die Pulsdauer (tp) als Zeitdauer zwischen einer fallenden und einer steigenden Flanke ermittelt wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

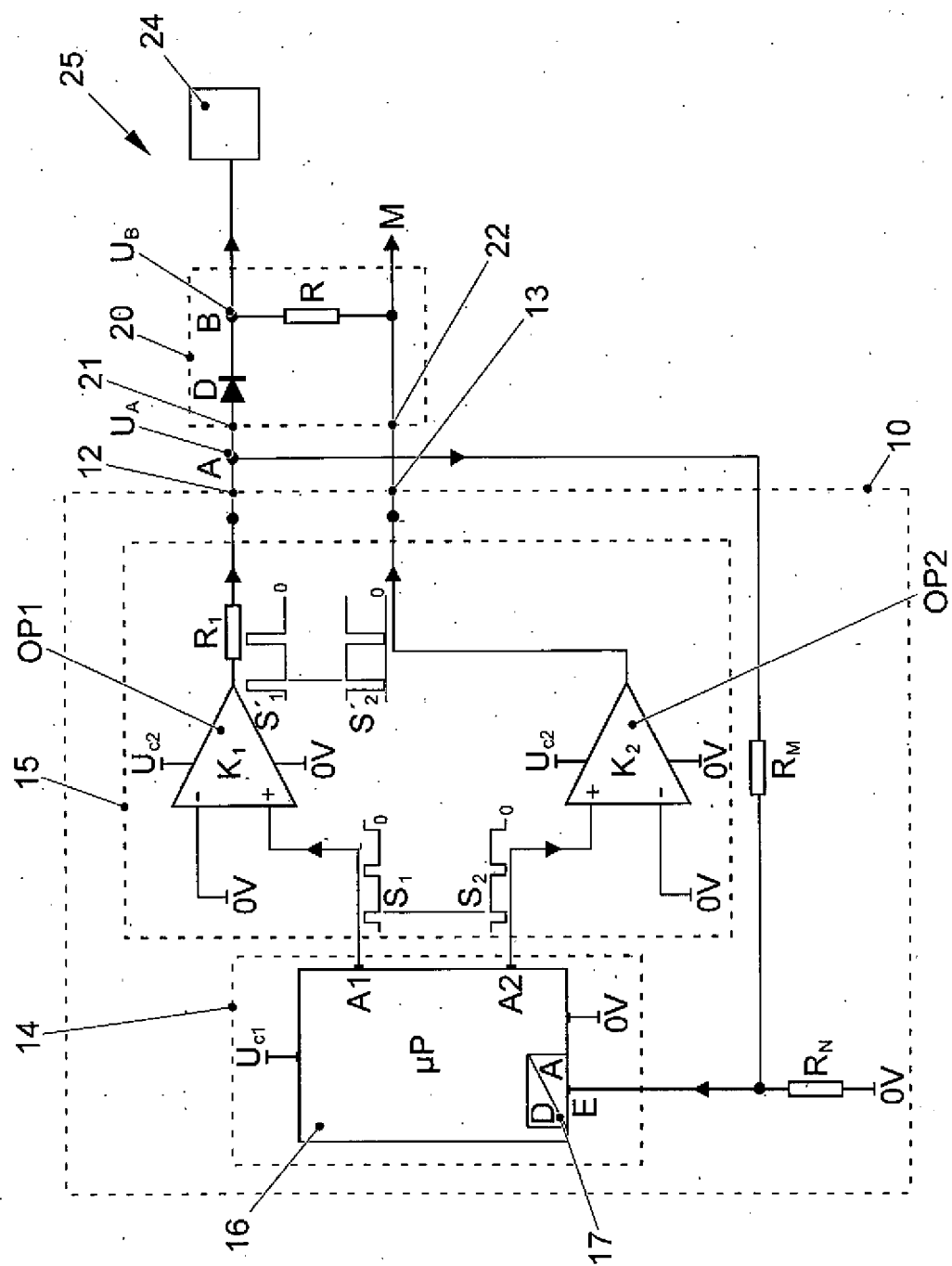


Fig. 1

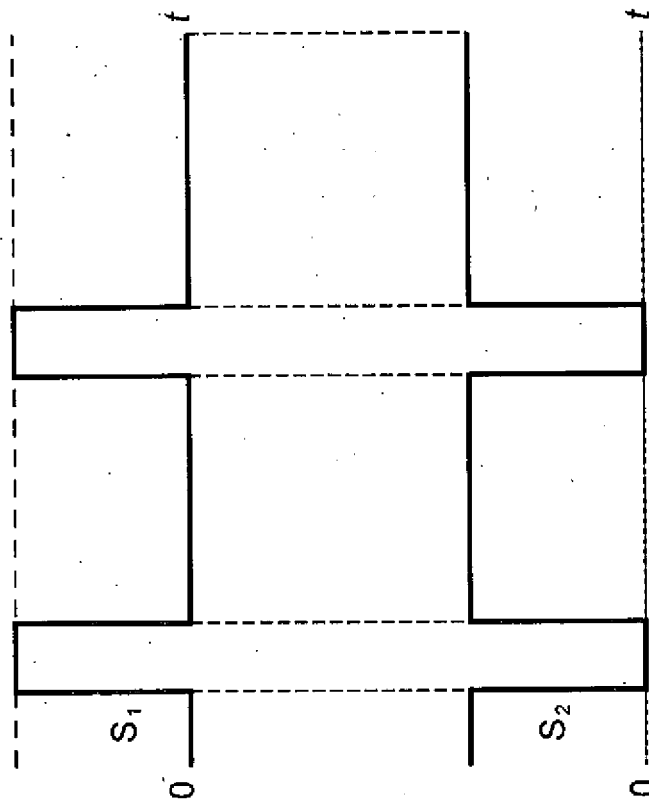


FIG. 2

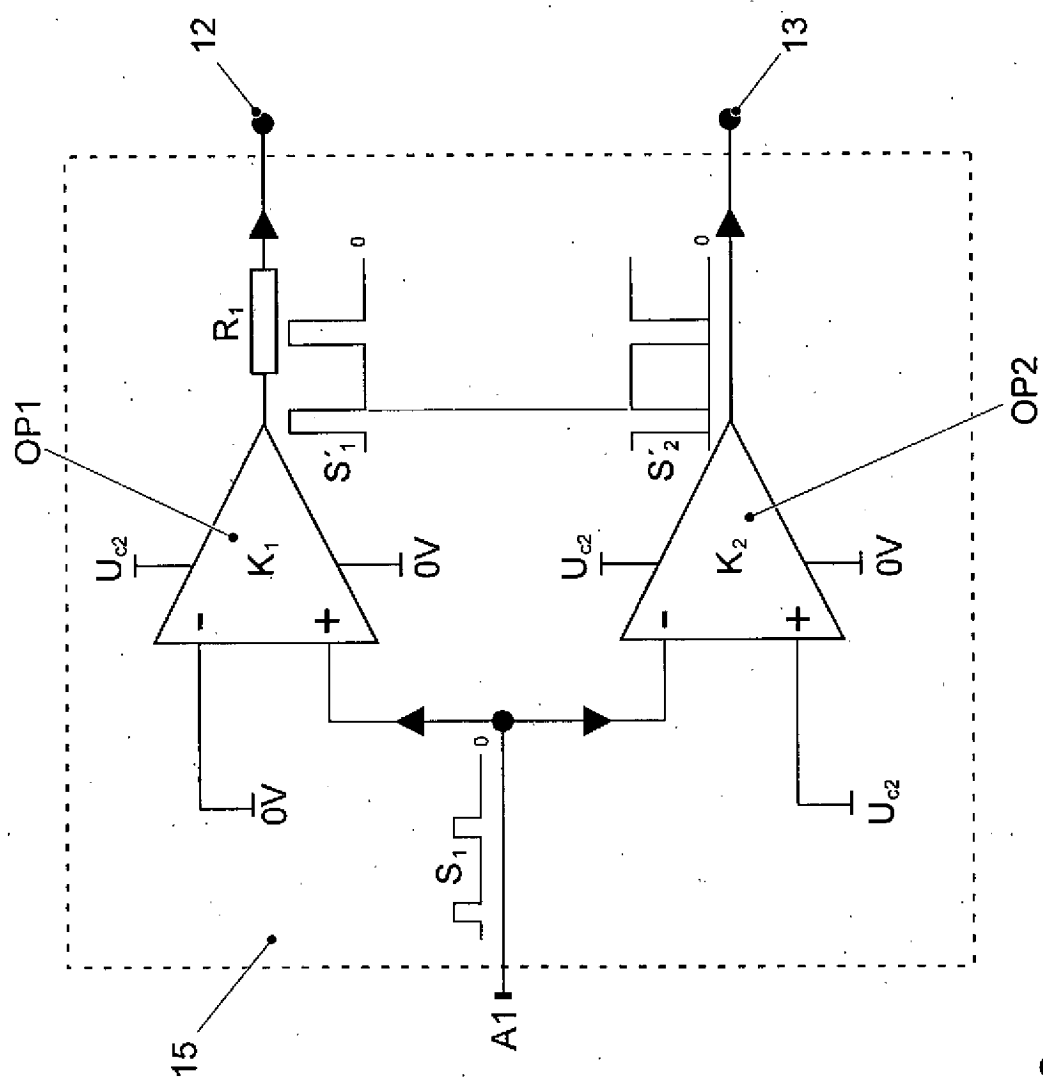


FIG. 3

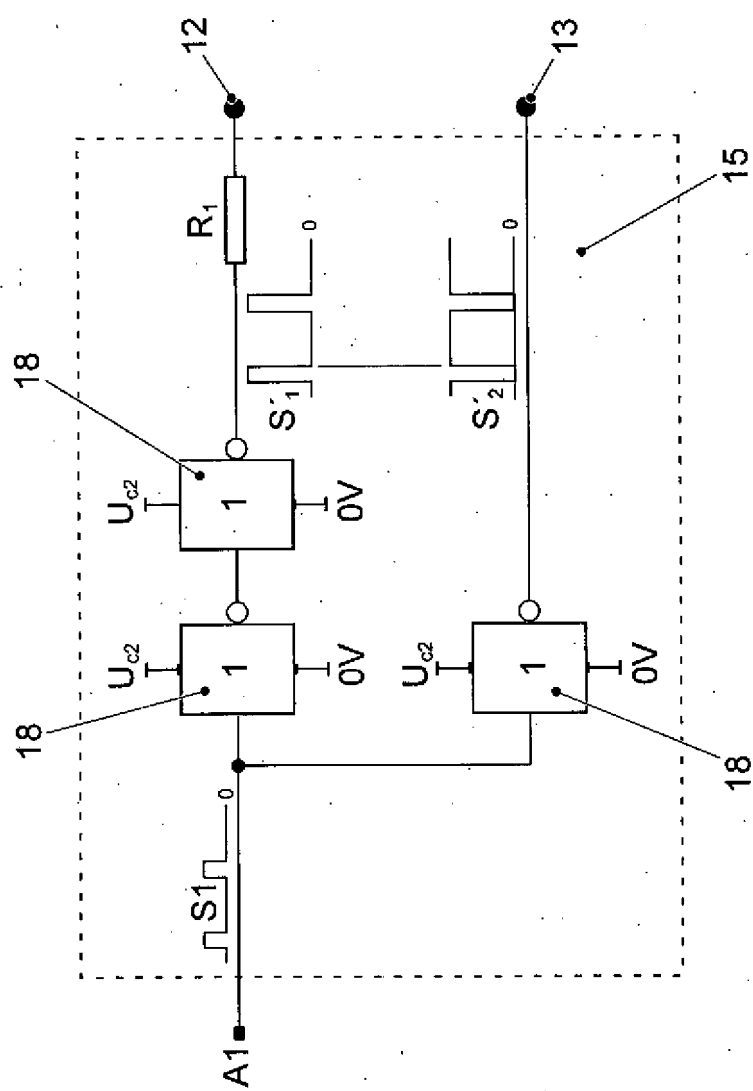


FIG. 4

FIG. 5d

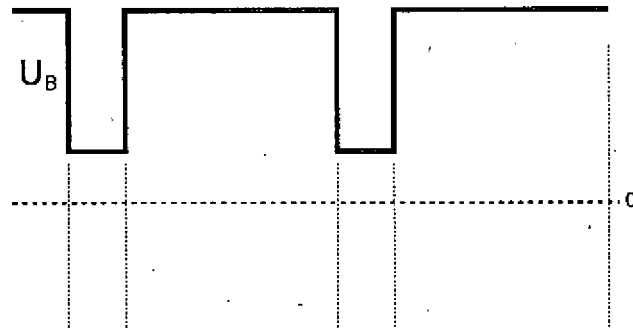


FIG. 5c

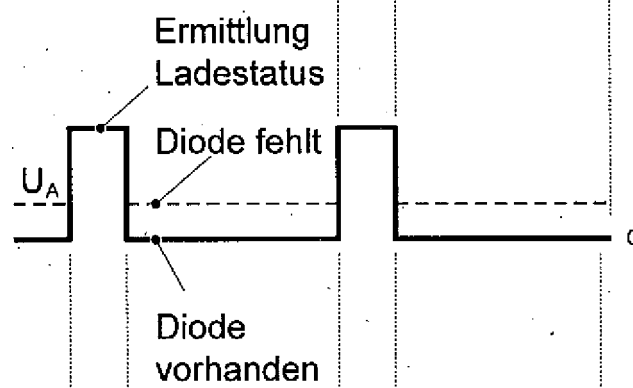


FIG. 5b

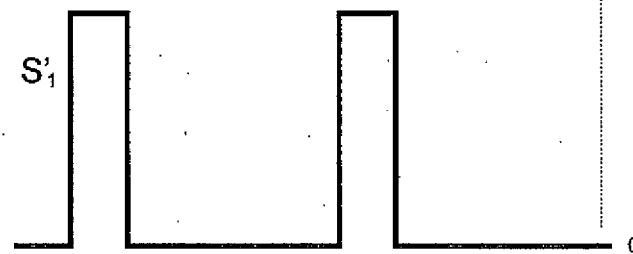
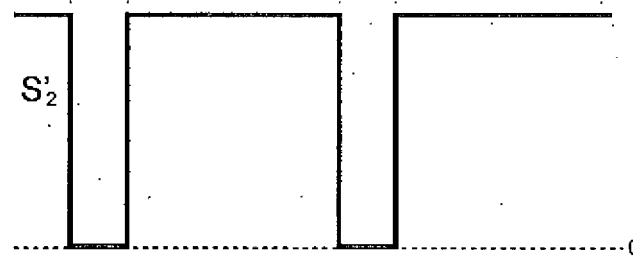


FIG. 5a



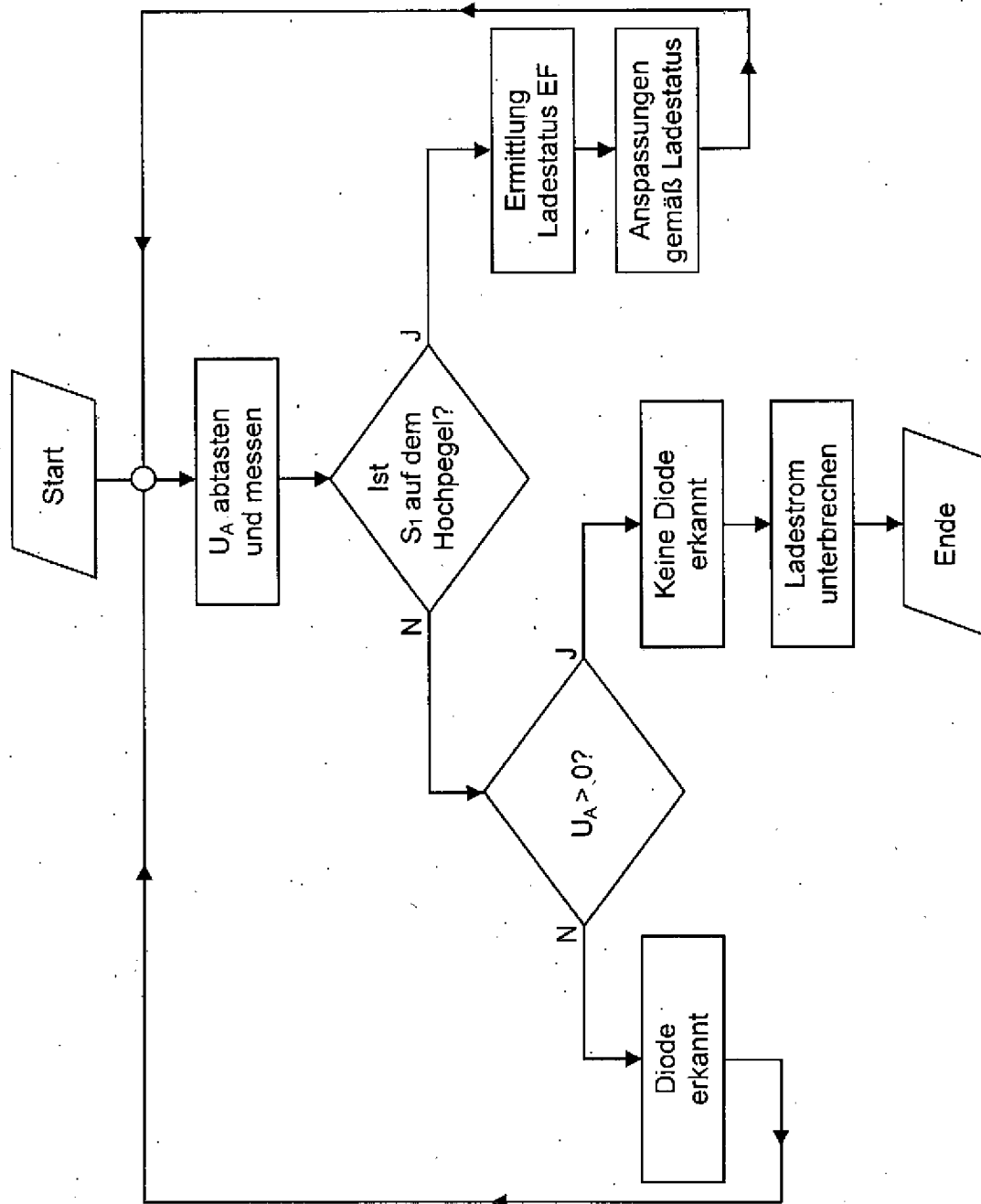


FIG. 6

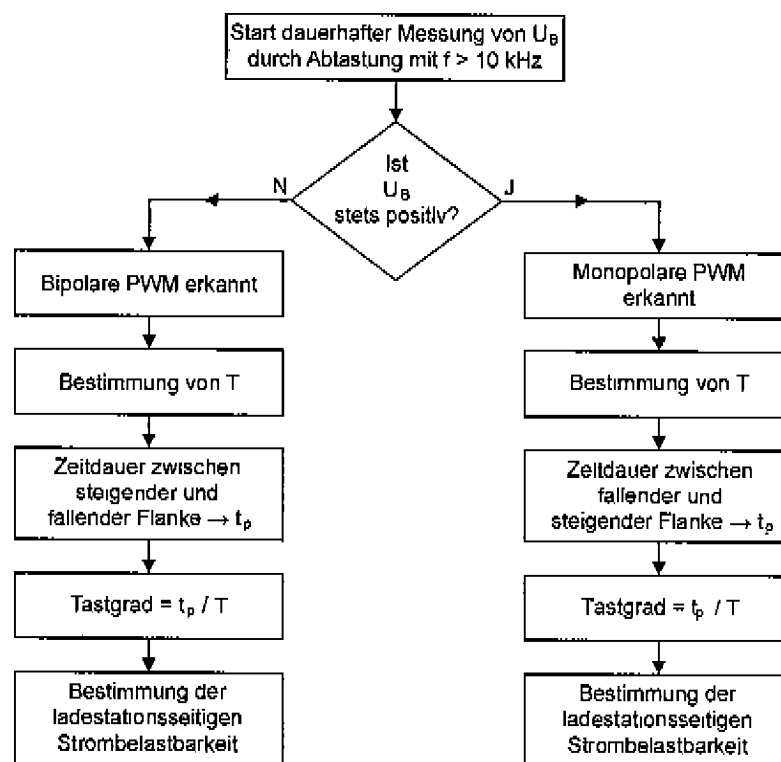


FIG. 7

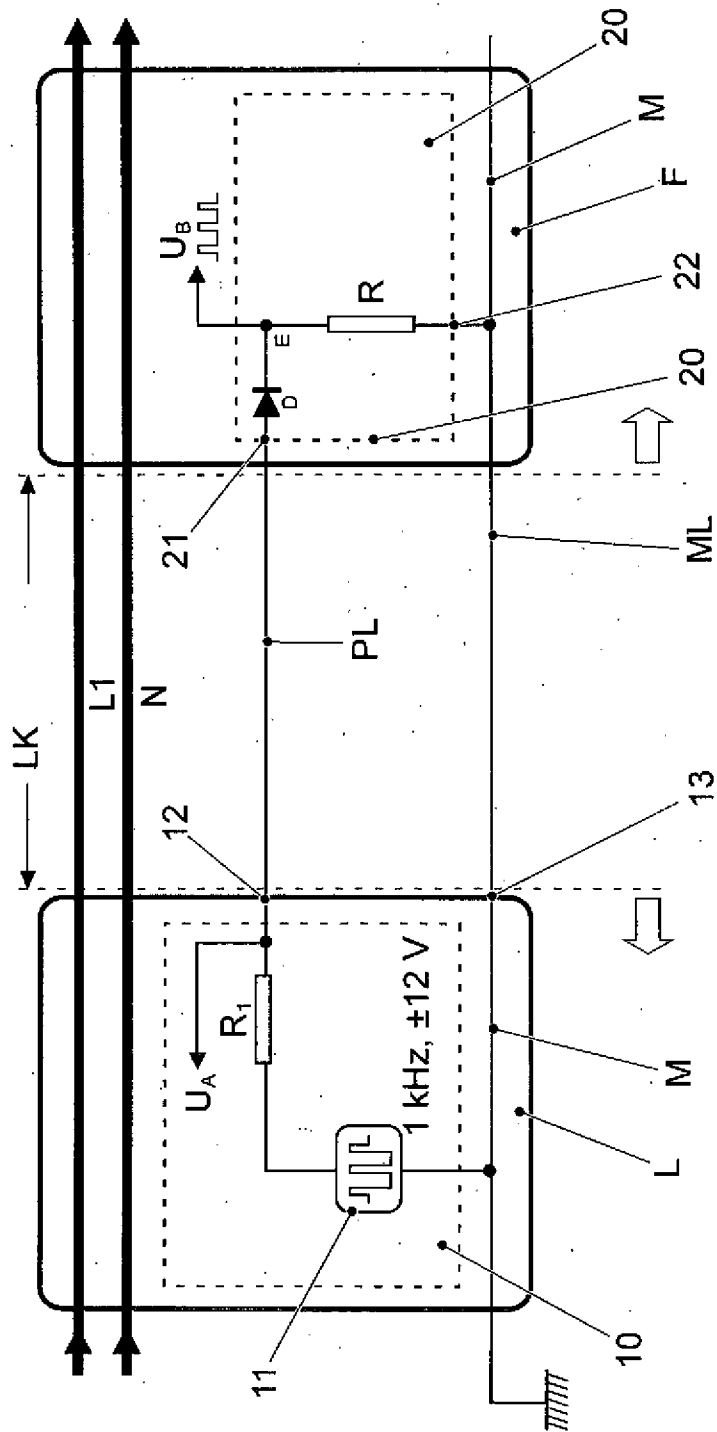


FIG. 8

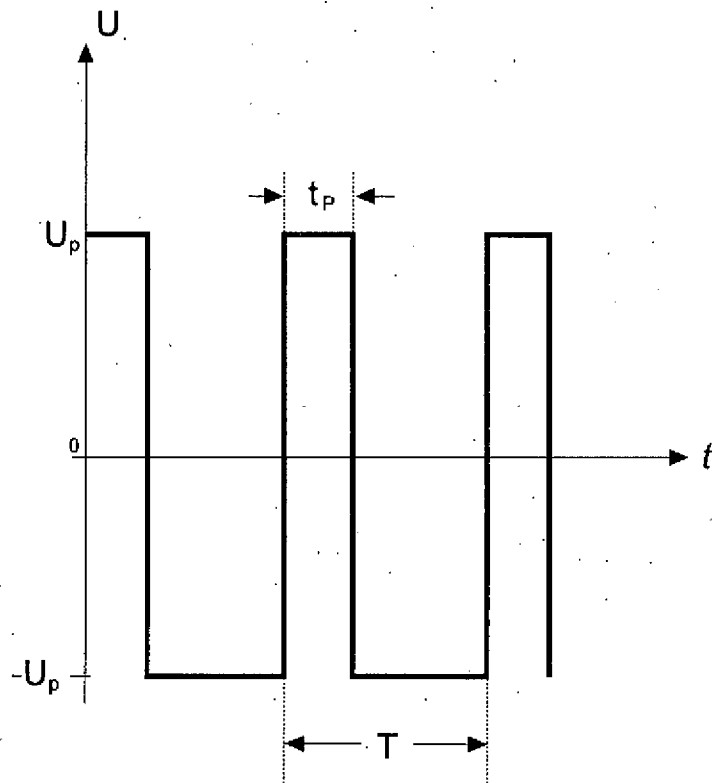


FIG. 9b

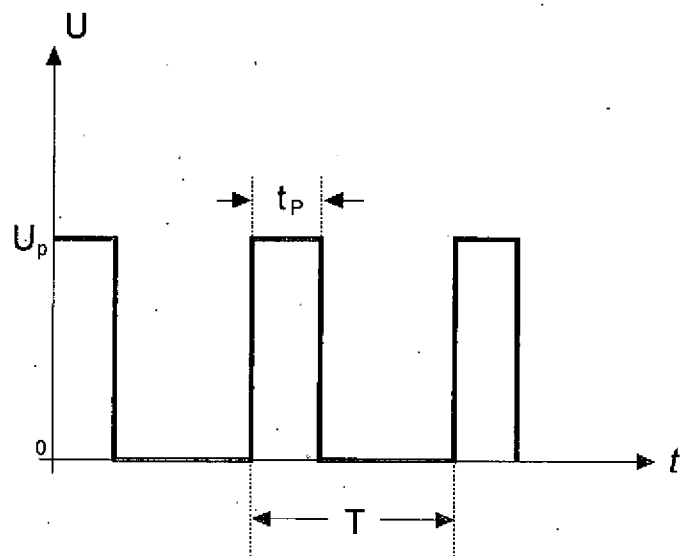


FIG. 9a