



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.11.2009 Patentblatt 2009/48**

(51) Int Cl.:  
**H05B 33/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09160459.5**

(22) Anmeldetag: **18.05.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

- **Burgaß, Stefan**  
**10315 Berlin (DE)**
- **Eckl, Rolf**  
**12305 Berlin (DE)**
- **Frost, Uwe**  
**12555 Berlin (DE)**
- **Pöpplow, Norbert**  
**15732 Eichwalde (DE)**
- **Zabel, Michael**  
**12685 Berlin (DE)**
- **Zimmermann, Dirk**  
**13053 Berlin (DE)**

(30) Priorität: **23.05.2008 DE 102008025187**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

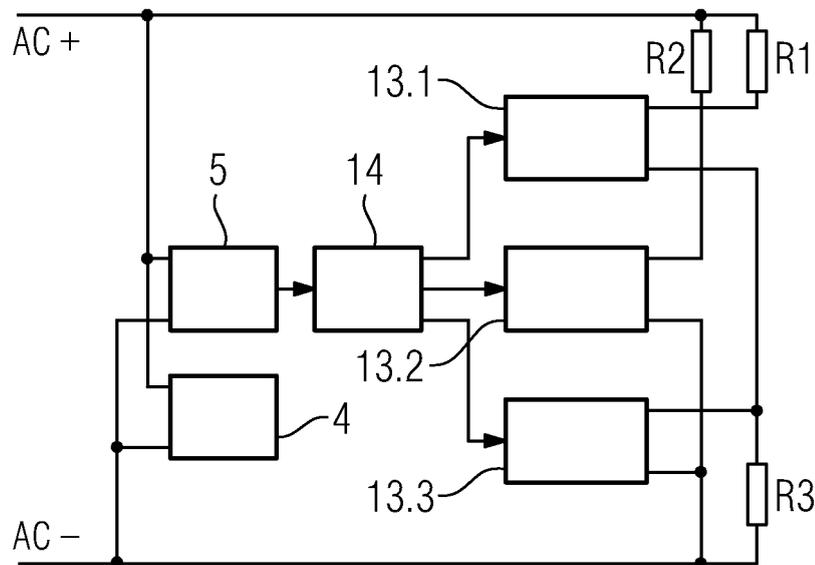
(72) Erfinder:  
 • **Berg, Eike**  
**12203 Berlin (DE)**

(54) **Signalgeber für ein LED-Lichtsignal**

(57) Die Erfindung betrifft einen Signalgeber für ein LED-Lichtsignal mit einem Schaltungsteil zur Anpassung einer Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Kennlinie (16) des LED-Lichtsignals an eine Kennlinie (15) eines Glühlampen-Lichtsignals, wobei eine Last in Abhängig-

keit von der Betriebsspannung ansteuerbar ist. Um auf einfache Weise eine möglichst genaue Kennlinienanpassung zu realisieren, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass als Last ein Widerstandsnetzwerk mit elektronisch schaltbaren Widerständen (R1 bis R7) vorgesehen ist.

**FIG 4**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Signalgeber für ein LED-Lichtsignal mit einem Schaltungsteil zur Anpassung einer Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Kennlinie des LED-Lichtsignals an eine Kennlinie eines Glühlampen-Lichtsignals, wobei eine Last in Abhängigkeit von der Betriebsspannung ansteuerbar ist.

**[0002]** Lichtsignale oder Leuchtzeichen auf der Basis von LEDs - lichtemittierende Dioden - anstelle von Glühlampen werden in vielen Bereichen, insbesondere in der Signaltechnik zunehmend angewendet. LEDs sind vergleichsweise preiswert, langlebig und lichtstark. Schwierig ist der Einsatz von LEDs jedoch dort, wo ohne Änderungen einer vorhandenen Überwachungseinrichtung die Glühlampen durch LEDs ersetzt werden sollen. Besonders gilt dieses für Lichtsignalschaltungen der Eisenbahn, bei welchen die ordnungsgemäße Funktion in der Regel durch eine signaltechnisch sichere Strommessung mittels eines stellwerkseitigen Stellteiles überwacht wird. Um diese Überwachungseinrichtung ohne Änderung weiter verwenden zu können, muss die Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Kennlinie des LED-Lichtsignals annähernd an die des Glühlampen-Lichtsignals angepasst werden. Um Schnittstellenkompatibilität zu erreichen, ist daher der zusätzliche Schaltungsteil in dem Signalgeber erforderlich. Dieser Schaltungsteil ermöglicht die Kennlinienanpassung, indem die Differenz zwischen der Stromaufnahme der leuchtenden LEDs und der ersetzten Glühlampe durch eine entsprechende elektrische Leistungsaufnahme ausgeglichen wird.

**[0003]** Eine weitere Besonderheit bei Eisenbahn-Lichtsignalen ist die Signalisierung außerhalb von Tunneln oder Umgebungsbedingungen mit annähernd konstanten Lichtverhältnissen. Hier ist schaltungstechnisch eine Absenkung der Lichtleistung, d. h. der Betriebsspannung, für den Nachtbetrieb gegenüber dem Tagbetrieb zu realisieren. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer möglichst genauen Kennlinienanpassung nicht nur punktuell, sondern über weite Bereiche der Betriebsspannung.

**[0004]** Aus der EP 1 232 654 A1 ist eine adaptive Kennlinienanpassung für LED-Signalgeber bekannt, bei der gemäß Figur 1 aus der Betriebsspannung eine Steuerspannung abgeleitet wird. Bei dieser für Wechselspannungsbetrieb konzipierten Schaltung ist eine Gleichrichterbrücke GR parallel mit einer Steuerschaltung 1 für eine Last 2, bestehend aus Transistoren T1, T2 sowie Lastwiderständen RL1, RL2 und Stromrichtungsdiode D1 und D2, verbunden. Die Steuerschaltung 1 erzeugt aus der Betriebsspannung eine Steuerspannung, welche den mittleren Stromfluss durch die Transistoren T1 und T2 einstellt. Die auf diese Weise erreichbare Kennlinienanpassung ist relativ ungenau. Der Laststrom, der sich hauptsächlich durch die Transistoren T1 und T2 ergibt, ist bei sinusförmiger Betriebsspannung nicht sinusförmig, wodurch der gewünschte rein ohmsche Charakter der zu simulierenden Glühlampe nicht exakt nachgebil-

det werden kann. Erschwerend kommt hinzu, dass der Wert des nicht sinusförmigen Laststromes von dem Messverfahren in der glühlampenspezifischen Überwachungseinrichtung des stellwerkseitigen Stellteiles abhängig ist. In der Praxis werden durchaus unterschiedliche Strommessverfahren eingesetzt, so dass erhebliche Mess- und Interpretationsunsicherheiten resultieren. Infolgedessen ist die Auslegung und Verifizierung dieser bekannten Schaltungsanordnung zur Kennlinienanpassung problematisch.

**[0005]** Denkbar ist auch, anstelle der Transistorkombination gemäß Figur 1 einen pulswidenmodulierten elektronischen Schalter 3 gemäß Figur 2 zu verwenden. Die Schaltung umfasst neben einer Spannungsversorgung 4 eine Betriebsspannungsmessung 5, wobei aus der Betriebsspannung mittels eines Algorithmus 6 eine Pulsweitenmodulation - PWM - erzeugt wird, welche den elektronischen Schalter 3 zur Bestromung eines Lastwiderstandes 7 ansteuert. Mit einer sinusförmigen Variation des Puls/Pausenverhältnisses der PWM über die Sinushalbwellen kann auch ein annähernd ohmscher Strom/Spannungsverlauf simuliert werden. Nachteilig ist jedoch, dass durch die steilen Schaltflanken der PWM hochfrequente Störungen auf der Versorgungsleitung entstehen, welche Probleme hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit - EMV - erzeugen, die wiederum nur durch aufwändige Netzfilter 8 beherrschbar sind. Die Gesamtschaltung ist infolgedessen hinsichtlich Auslegung und Realisierung sehr komplex.

**[0006]** Bei einer weiteren Abwandlung des aus der oben genannten EP 1 233 654 B1 bekannten und in Figur 1 dargestellten Grundprinzips dient als elektronisch steuerbare Last gemäß Figur 3 die D-S-Strecke eines Leistungs-MOSFETs 9. Der D-S-Widerstand, der die gewünschte Verlustleistung 10 zur Kennlinienanpassung bewirken soll, ist von der G-S-Spannung, aber auch von der D-S-Spannung abhängig. Dadurch entsteht ein nicht-linearer, nicht rein ohmscher Zusammenhang, der schaltungstechnisch aufwändig kompensiert werden muss. Darüber hinaus ist der D-S-Widerstand auch stark von der Temperatur und vom Exemplar des Leistungs-MOSFETs 9 abhängig. Das erhöht wiederum die Komplexität einer MOSFET- Ansteuerschaltung 11, um eine rein ohmsche Last vorzutauschen. Über eine Rückkopplung 12 muss der gewünschte Strom überwacht werden, um die Gate-Spannung laufend nachführen zu können. Letztlich erfordert die MOSFET-Variante für den Einsatz zur Kennlinienanpassung, insbesondere bei Wechselspannung, einen unpraktikabel großen schaltungstechnischen Aufwand.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu beseitigen und einen Signalgeber der gattungsgemäßen Art anzugeben, der auf einfache Weise eine Kennlinienanpassung bedarfsgemäßer Genauigkeit ermöglicht.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass als Last ein Widerstandsnetzwerk mit elektronisch schaltbaren Widerständen vorgesehen ist.

Durch die Verwendung elektronisch schaltbarer Widerstände wird im Gegensatz zu der bekannten Transistorvariante und deren Abwandlungen mittels PWM oder MOSFET ein rein ohmscher Lastcharakter erzeugt. Für Widerstände besteht ein streng linearer Zusammenhang zwischen Strom und Spannung gemäß dem ohmschen Gesetz  $I = U/R$ . Signalverzerrungen im Nulldurchgang des Laststromes oder Oberwellen treten nicht auf. Die Ansteuerung der Widerstände mittels elektronischer Schalter ermöglicht durch betriebsspannungsabhängiges Zu- oder Abschalten von Widerständen auf einfache Weise eine Realisierung der gewünschten Last zur Kennlinienanpassung.

**[0009]** Eine kontinuierliche Einstellung des gewünschten Lastwiderstandes ist bei Widerstandsnetzwerken zwar nicht möglich, aber auch nicht unbedingt notwendig. Innerhalb akzeptabler Toleranzgrenzen genügen wenige geschaltete Widerstände, so dass letztlich eine aufwandschonende Realisierung möglich ist. Vorteilhaft ist weiterhin das zu erwartende langzeitstabile Verhalten auch bei erheblichen Temperaturschwankungen.

**[0010]** Gemäß Anspruch 2 ist vorgesehen, dass die elektronischen Schalter des Widerstandsnetzwerkes betriebsspannungsabhängig mittels eines Mikrocontrollers ansteuerbar sind. Damit ist es leicht möglich, je nach gemessener Betriebsspannung ein bestimmtes Bitmuster für die Ansteuerung der elektronischen Schalter zu erzeugen.

**[0011]** Das Widerstandsnetzwerk kann gemäß Anspruch 3 zusätzlich mit mindestens einem Öffner-Kontakt zur Nachbildung eines Einschaltstromstoßes des Glühlampen-Lichtsignals ausgestattet sein. Der Öffner-Kontakt ist vorzugsweise im Grundzustand, d. h. bei dunklem Signal, geschlossen. Nach Zuschalten der Betriebsspannung wird der Öffner-Kontakt nach einer festgelegten Zeit geöffnet. Dadurch ergibt sich kurz nach dem Zuschalten der Betriebsspannung kurzzeitig ein zusätzlicher Stromstoß, der den Stromstoß nachbildet, welcher bei dem Glühlampen-Lichtsignal aufgrund dessen geringeren Widerstandes im Kaltzustand entsteht. Da der Einschaltstromstoß bei dem Glühlampen-Lichtsignal von der Höhe der anliegenden Spannung und aufgrund der Erwärmung des Glühfadens, der zu einer Erhöhung des Widerstandes führt, auch von der Zeit abhängig ist, kann die Genauigkeit der Nachbildung durch die Verwendung mehrerer Öffner-Kontakte, die entsprechend dieser Anfangsbedingungen angesteuert werden, verbessert werden.

**[0012]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand figürlicher Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine bekannte Schaltungsanordnung zur Anpassung einer Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Kennlinie eines LED-Lichtsignals,

Figur 2 eine erste Abwandlung der Kennlinienanpassung gemäß Figur 1 in schematisierter Dar-

stellung,

Figur 3 eine zweite Abwandlung der Kennlinienanpassung gemäß Figur 1 in schematisierter Darstellung,

Figur 4 eine erfindungsgemäße Kennlinienanpassung in der Darstellungsweise der Figuren 2 und 3,

Figur 5 ein Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Diagramm und

Figur 6 vier Varianten eines Widerstandsnetzwerkes.

**[0013]** Die oben erläuterte bekannte Kennlinienanpassung gemäß Figur 1 und deren in den Figuren 2 und 3 veranschaulichte Abwandlungen weisen vor allem den Nachteil auf, dass ein rein ohmscher Lastcharakter nicht oder nur mit ganz erheblichem schaltungstechnischen Aufwand erreichbar ist.

**[0014]** Figur 4 zeigt die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Kennlinienanpassung. Anstelle von Transistoren - Figur 1 - oder PWM - Figur 2 - oder MOSFET - Figur 3 - wird ein Widerstandsnetzwerk mit Widerständen R1, R2, R3, die von elektronischen Schaltern 13.1, 13.2, 13.3 ansteuerbar sind, verwendet. Die gewünschte Last wird dabei durch betriebsspannungsabhängiges Zu- oder Abschalten der Widerstände R1, R2, R3 realisiert. Die schaltungstechnische Anordnung der Widerstände R1, R2, R3, welche auch unterschiedliche Werte besitzen können, ist entsprechend den jeweiligen Anforderungen frei konfigurierbar. Zur Ansteuerung der elektronischen Schalter 13.1, 13.2, 13.3 dient vorzugsweise ein Mikrocontroller 14 oder eine programmierbare Logik.

**[0015]** Figur 5 veranschaulicht ein Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Diagramm, in dem die nachzubildende Kennlinie 15 einer Glühlampe, die Kennlinie 16 einer LED-Anordnung und die Kennlinie 17 einer Anpassungsschaltung nach dem Prinzip der Figur 4 dargestellt sind. Es ist ersichtlich, dass sich bereits bei lediglich fünf Widerstandsstufen eine sehr gute Kennlinienanpassung ergibt. Die Stufigkeit der Kennlinie 17 lässt sich durch die frei wählbare Anzahl der verwendeten Widerstände R1 bis R7 gemäß Figur 6 im Rahmen der überwachungsspezifischen Toleranzen halten.

**[0016]** Die LED-Kennlinie 16 ist in einen Nachtbereich  $< 8 \text{ V}$  und einen Tagbereich  $> 8 \text{ V}$  zweigeteilt. Insbesondere im Nachtbereich besteht ein großer Unterschied zwischen der Stromaufnahme der Glühlampe und der für das Leuchten der LEDs nötigen Stromaufnahme. Durch die beanspruchte Schaltung erzeugt der Signalgeber auch in diesem kritischen Bereich ein für die externe Überwachung geeignetes Ausgangssignal, das dem der Glühlampe sehr nahe kommt.

**[0017]** Die Schaltung kann zusätzlich dafür genutzt werden, den Kaltwiderstand der Signallampe nachzubil-

den. Dazu ist gemäß Figur 6d ein Öffner-Kontakt 18 vorgesehen, der bei ausgeschaltetem Signal geschlossen ist. Nach Zuschalten der Betriebsspannung wird der Öffner-Kontakt 18 nach einer festgelegten Zeit geöffnet. Der sich ergebende zusätzliche Stromfluss kurz nach dem Einschalten bildet den zusätzlichen Stromfluss nach, welcher bei einer Glühlampe aufgrund deren geringeren Widerstandes im Kaltzustand entsteht. Da der Widerstand des Glühfadens in Abhängigkeit von der Erwärmung zunimmt, ist der Einschaltstromstoß der Glühlampe von der Höhe der anliegenden Spannung und von der Zeit abhängig. Um diesen Zusammenhang exakt nachzubilden, können auch mehrere separat angesteuerte Öffner-Kontakte 18 verwendet werden.

**[0018]** Die Figuren 6a, 6b und 6c zeigen Widerstandsnetzwerke verschiedener Komplexität, welche mit der Kaltfadennachbildung gemäß Figur 6d kombiniert werden können.

### Patentansprüche

1. Signalgeber für ein LED-Lichtsignal mit einem Schaltungsteil zur Anpassung einer Signalgeberstrom-Betriebsspannungs-Kennlinie (16) des LED-Lichtsignals an eine Kennlinie (15) eines Glühlampen-Lichtsignals, wobei eine Last in Abhängigkeit von der Betriebsspannung ansteuerbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
als Last ein Widerstandsnetzwerk mit elektronisch schaltbaren Widerständen (R1 bis R7) vorgesehen ist.
2. Signalgeber nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die elektronischen Schalter (13.1 bis 13.6) des Widerstandsnetzwerkes betriebsspannungsabhängig mittels eines Mikrocontrollers (14) ansteuerbar sind.
3. Signalgeber nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mindestens ein Öffner-Kontakt (18) zur Nachbildung eines Einschaltstromstoßes des Glühlampen-Lichtsignals vorgesehen ist.

50

55

FIG 1

(Stand der Technik)

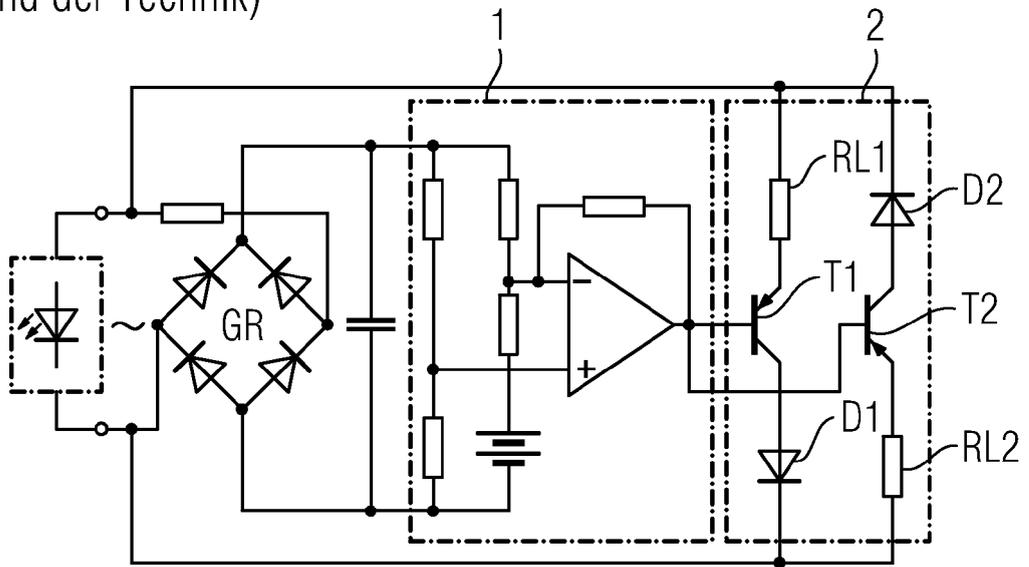
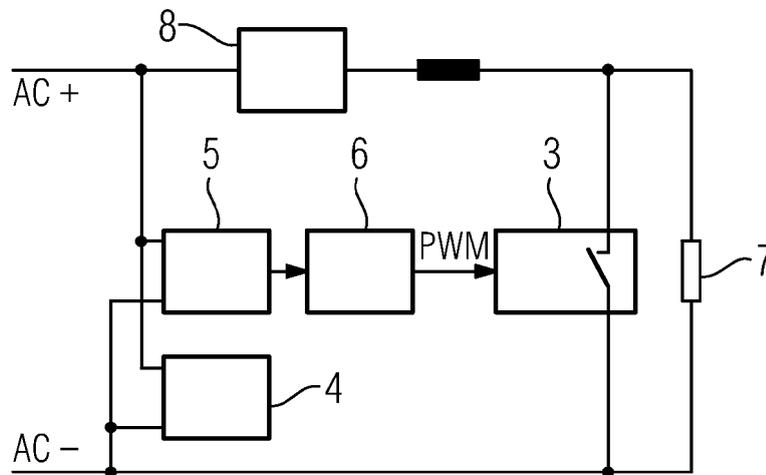
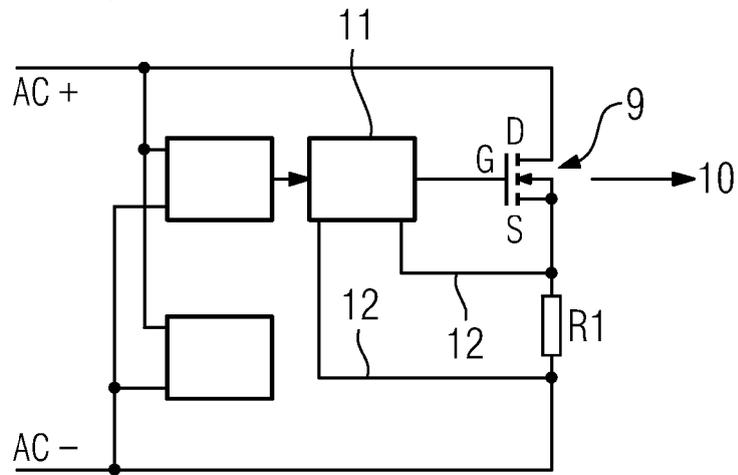


FIG 2

(Stand der Technik)



**FIG 3**  
(Stand der Technik)



**FIG 4**

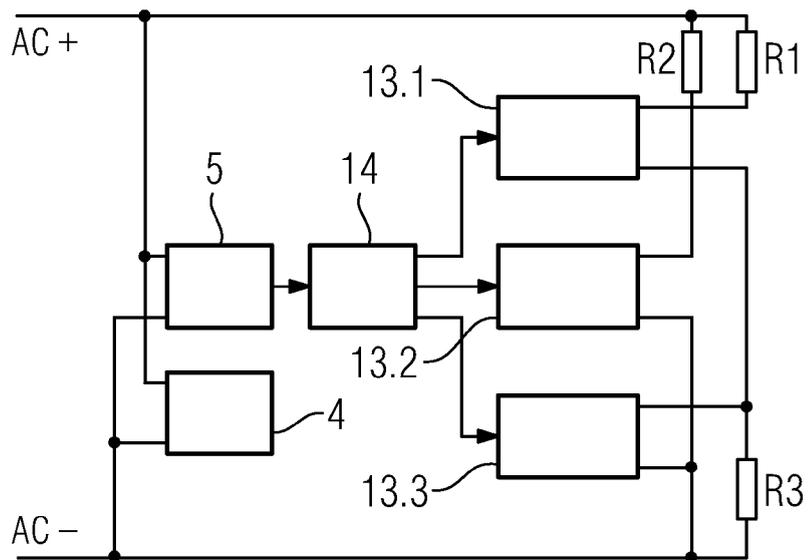


FIG 5

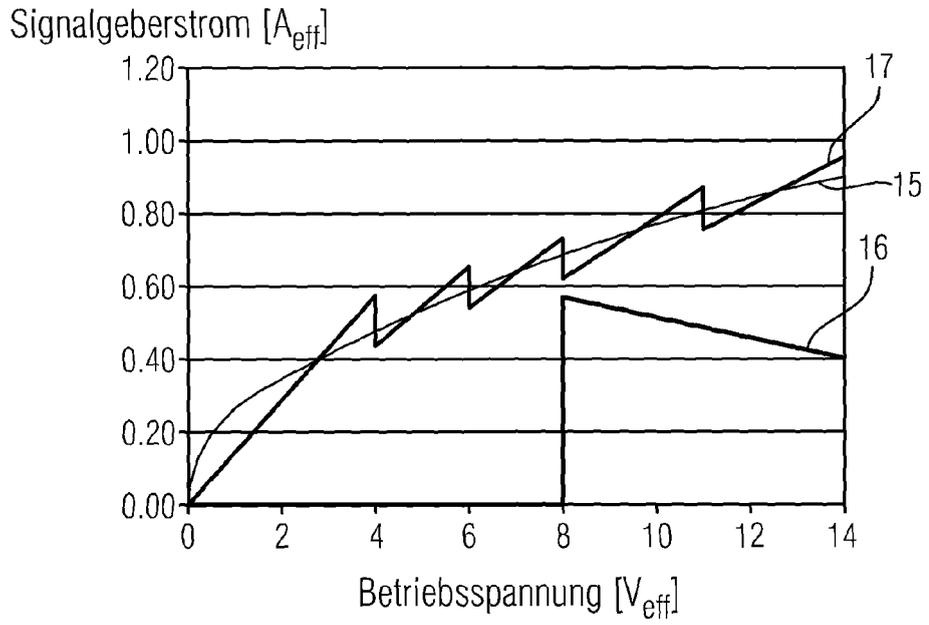


FIG 6

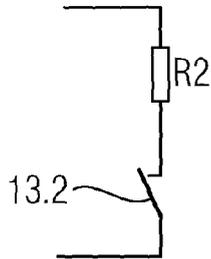


FIG 7

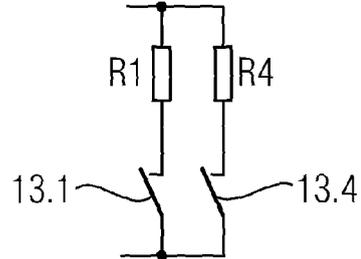


FIG 8

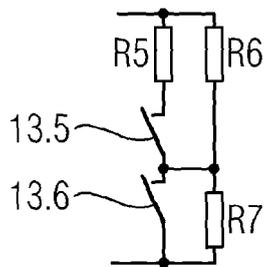
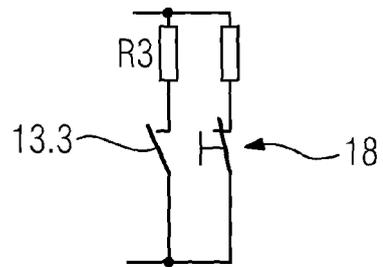


FIG 9



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1232654 A1 [0004]
- EP 1233654 B1 [0006]