



(10) **DE 10 2013 106 425 B4** 2015.07.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 106 425.6**  
(22) Anmeldetag: **19.06.2013**  
(43) Offenlegungstag: **24.12.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.07.2015**

(51) Int Cl.: **H02M 1/42 (2007.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**excitron GmbH, 09112 Chemnitz, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Behrmann Wagner  
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 78224 Singen,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Gruber, Stephan, 09112 Chemnitz, DE; Franzky,  
René, 09113 Chemnitz, DE; Meyhöfer, Gerd, 01465  
Schönborn, DE; Josefus, Daniel, 09112 Chemnitz,  
DE; Beyer, Winfried, 09116 Chemnitz, DE**

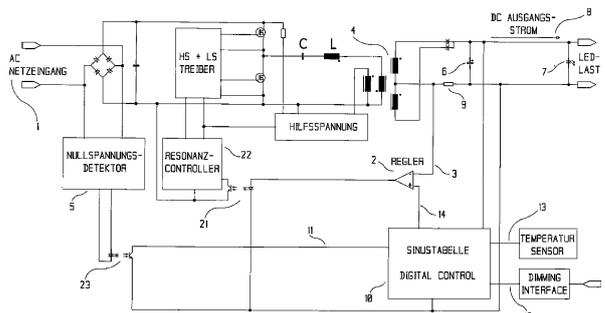
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2007 058 633</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2011 109 333</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>699 20 871</b>	<b>T2</b>
<b>US</b>	<b>6 320 772</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>2006 / 0 158 912</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2008 / 0 137 381</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 273 301</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Schaltnetzteilvorrichtung und Verwendung einer solchen**

(57) Hauptanspruch: Schaltnetzteilvorrichtung mit einem zum Empfangen eines Wechselspannungs-Eingangssignals vorgesehenen Eingang (1), einem zum Bereitstellen eines Gleichspannungs- und/oder -stromsignals an einen nachzuschaltenden Verbraucher vorgesehenen Ausgang, einer eine Primärwicklung sowie eine Sekundärwicklung aufweisenden Übertrager (4) sowie primärseitig dem Übertrager zugeordneten Resonanz-Wandlernmitteln, welche unter Einbezug der Primärwicklung eine LLC-Topologie ausbilden und von einer Steuereinheit (11) primärseitig mit einem frequenzvariablen Steuersignal angesteuert werden können, wobei die mittels eines integrierten und/oder programmierbaren Schaltungsbausteins realisierte Steuereinheit (11) das Steuersignal als Reaktion auf und in Abhängigkeit von einem aus dem Wechselspannungs-Eingangssignal erzeugten Nulldurchgangs-Detektionssignal, einem in den Übertragerwicklungen, insbesondere sekundärseitig, fließenden Strom, sowie ein konstantes und/oder vorbestimmbares Vorgabesignal für einen am Ausgang fließenden Ausgangsstrom so erzeugt, dass der Steuereinheit zugeordnete, insbesondere durch diese realisierte Regelmittel (2) den Ausgangsstrom auf das Vorgabesignal regeln und eine Phase eines im Eingang fließenden Eingangstroms auf die Phase des Wechselspannungs-Eingangssignals synchronisiert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass den Regelmitteln Mittel (10) zur Erzeugung eines sinusförmigen Signalverlaufs zugeordnet sind, die vom Wechselspannungs-Eingangssignal unabhängig sind und von diesem unabhängig wirken, und den Resonanz-Wandlernmitteln Schwellwertmittel zugeordnet sind, die so ausgebildet sind, dass erst nach einem Überschreiten eines vorbestimmten Spannungs-Schwellwerts des Wechselspannungs-Eingangssignals eine Aktivierung der Resonanz-wandlernmittel erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schalt-  
netzteilvorrichtung nach dem Oberbegriff des Haupt-  
anspruchs. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung  
eine Verwendung einer solchen Schaltnetzteilvorrich-  
tung.

**[0002]** Der Erfindungshintergrund wird einerseits ge-  
bildet von gängigen Schaltungstopologien zur Rea-  
lisierung von Schaltnetzteilen, welche bei kleineren  
Abmessungen, kompakterer und kostengünstiger  
Ausgestaltung verbesserte Leistungsdichten ermög-  
lichen. So ist etwa als aus dem Stand der Technik  
bekannt, ein Resonanzwandler nach der LLC-Topo-  
logie als bekannt vorauszusetzen, wobei ein derarti-  
ger LLC-Resonanzwandler, prinzipbedingt, einen ho-  
hen Wirkungsgrad ermöglicht, jedoch, insbesondere  
bei am Ausgang vorgesehenen elektrischen Verbrau-  
chern mit hoher Leistungsaufnahme (also mit einer  
hohen elektrischen Last) starke nicht lineare Netz-  
rückwirkungseffekte zeigt.

**[0003]** Ferner ist es als aus dem Stand der Technik  
und zum technischen Hintergrund bekannt voraus-  
zusetzen, Schaltnetzteile im Hinblick auf ihre Netz-  
rückwirkung mit Hilfe sogenannter Leistungsfaktor-  
korrektur (PFC = Power Factor Correction) zu verse-  
hen, wobei derartige Technologien üblicherweise pri-  
märeseitig des im Schaltnetzteil vorgesehenen Über-  
tragers vorgesehen sind, um den Stromverlauf mög-  
lichst sinusförmig zu gestalten und den einen Bild-  
stromanteil zu reduzieren. Bekannt sind diesbezüg-  
lich sogenannte passive PFC, üblicherweise realisiert  
als Oberschwingungsfilter bzw. Netzfilter mit hoher  
Induktivität zur Leistungsfaktorkorrektur, gleicherma-  
ßen als bekannt vorauszusetzen sind jedoch auch  
sogenannte aktive PFC, welche als Schaltstufe vor  
dem Wandler aktiv den aufgenommenen Strom dem  
zeitlichen Verlauf der sinusförmig verlaufenden Netz-  
spannung nachsteuern.

**[0004]** Allerdings sind insbesondere derartige aktive  
PFC nachteilig für einen optimalen Wirkungsgrad ei-  
ner Schaltnetzteilvorrichtung.

**[0005]** Die als gattungsbildender Stand der  
Technik geltende Schaltnetzteilvorrichtung gemäß  
DE 10 2012 111 853 A1 der Anmelderin erreichte  
bereits eine Optimierung in diesem skizzierten tech-  
nischen Spannungsfeld: Mittels einer typischerwei-  
se als integrierter (bzw. programmierbarer) Schal-  
tungsbaustein realisierten Steuereinheit wird einer-  
seits (ohne die Notwendigkeit eines gesonderten  
PFC-Netzwerks bzw. weiterer diskreter Bauelemen-  
te für eine solche Realisierung) eine wirksame Lei-  
stungsfaktorkorrektur erreicht, indem diese Funktio-  
nalität (im integrierten Baustein) kombiniert ist mit einer  
Stromregelfunktionalität für den Ausgangsstrom so-  
wie einer geeigneten Ansteuerung für den Wandler.

Vorteilhaft an dieser die Ausgangslage für die vor-  
liegende Erfindung bildenden Technologie ist neben  
einer signifikanten Reduzierung des Hardware- bzw.  
Bauteileaufwands vor allem die Möglichkeit, durch  
geeignete Programmierung eine flexible Parametri-  
sierung des Schaltnetzteilsystems vorzunehmen und  
so eine hohe Universalität der Vorrichtung bei guten  
Regel- und Wandlereigenschaften zu schaffen, wo-  
bei eine derartige gattungsbildende Vorrichtung sich  
dann, insbesondere für Stromregelvorgänge im Zu-  
sammenhang mit LED-Leuchtmitteln als ausgangs-  
seitiger Last eignet, jedoch auch darüber hinaus fle-  
xibel einsetzbar ist.

**[0006]** Allerdings ist auch die in der  
DE 10 2012 111 853 A1 offenbarte Technologie  
in gewissen Betriebssituationen noch potenziell ver-  
besserungsbedürftig. So hat es sich nämlich in der  
praktischen Erprobung dieser Technologie herausge-  
stellt, dass trotz der bereits umgesetzten Störunter-  
drückungsmaßnahmen gerade massive oder schnell  
aufeinander folgende Störungen im Wechselspan-  
nungs-Eingangssignal zu nachteiligen Einflüssen auf  
den Ausgangsstrom führen.

**[0007]** Einen derartigen Einfluss zeigt das doppel-  
te Signaldiagramm der **Fig. 3** zum praktischen Be-  
trieb der in der DE 10 2012 111 853 A1 beschrie-  
benen Vorrichtung (wobei die untere Kurve **20** den  
Verlauf des Wechselspannungs-Eingangssignal dem  
zeitproportionalen Verlauf **30** des Ausgangsstroms  
gegenüberstellt, bei typischen Signalamplituden und  
Auflösungen des Signals gemäß Legende): Es zeigt  
sich, dass ein (störungsbedingter) Spannungsabfall  
in einer Periode um ca. 70 Volt (fünfte Signalperi-  
ode des Spannungssignals **20**) zu einer signifikant-  
en Beeinflussung des Ausgangsstroms **30** führt, be-  
dingt insbesondere dadurch, dass bei dem in der  
DE 10 2012 111 853 A1 offenbarten Prinzip die  
Signalform des Wechselspannungs-Eingangssignals  
**20** verwendet wird, um daraus den Sinus-Verlauf für  
den Ausgangsstrom abzuleiten. Da jedoch bei der in  
**Fig. 3** illustrierten Störung insoweit eine massive Si-  
gnalformbeeinträchtigung auftrat, führt dies, erkenn-  
bar durch das punktuelle Absinken des Ausgangs-  
stroms **30** gemäß **Fig. 3**, zu einer Helligkeitsschwan-  
kung einer typischerweise ausgangsseitig angesteu-  
erten LED-Last, was wiederum visuell wahrnehmbar  
ist und als störender Beleuchtungseffekt empfunden  
wird.

**[0008]** Zum weiteren Stand der Technik ist zu ver-  
weisen auf die US 2009/0273301 A1, welche eine  
Vorrichtung mit den oberbegrifflichen Merkma-  
len des Hauptanspruchs offenbart, welche gleichwohl  
auch die oben diskutierten Nachteile aufweist, ins-  
besondere nämlich die Verzerrungen des Stroms,  
wenn die Netzspannung von der Sinusform ab-  
weicht. Aus weiterem Stand der Technik, etwa der  
US 2006/0158912 A1, der US 6 320 772 B1 der

DE 10 2011 109 333 A1 oder DE 699 20 871 T2 ist es bekannt, statt einer gemessenen Spannung auf der Ausgangsseite des Gleichrichters eine synthetische, üblicherweise sinusförmige Spannung zu verwenden, welche auf die Nulldurchgänge der Netzspannung synchronisiert wird.

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend von der in der DE 10 2012 111 853 A1 offenbarten Technologie den Ausgangsstrom der Resonanzwandlernmittel unabhängiger von Schwankungen der Eingangsspannung zu machen, insbesondere eine verbesserte Unempfindlichkeit gegenüber Signalstörungen des Wechselspannungs-Eingangssignals zu bewirken, wobei gleichzeitig, wie insbesondere bereits im Zusammenhang mit der DE 10 2012 111 853 A1 diskutiert (welche insoweit als zur Erfindung gehörig in die vorliegende Anmeldung einbezogen gelten soll) vorteilhafte Eigenschaften in der Netzurückwirkung erhalten bleiben sollen.

**[0010]** Die Aufgabe wird durch die Schaltnetzteilvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs sowie die Verwendung nach dem unabhängigen Patentanspruch 9 gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. Auch wird in Abwandlung vom gemäß Hauptanspruch beanspruchten LLC-Resonanzwandlerprinzip gleichermaßen Schutz beansprucht für eine Ausbildung der Erfindung mittels LC-Resonanzwandler, in soweit analog zur DE 10 2012 111 853 A1.

**[0011]** Erfindungsgemäß vorteilhaft und in Weiterbildung bzw. Abwandlung der gattungsbildenden Technologie gemäß DE 10 2012 111 853 A1 sind den erfindungsgemäßen Regelmitteln (welche erfindungsgemäß mittels des integrierten bzw. programmierbaren Schaltbausteins realisiert sein können), Mittel zur Erzeugung eines sinusförmigen Signalverlaufs zugeordnet, welche vom Wechselspannungs-Eingangssignal unabhängig vorgesehen ist und von diesem unabhängig wirken; insbesondere ist damit erfindungsgemäß vorgesehen, dass nicht etwa der (typischerweise sinusförmige, jedoch, wie eingangs erläutert, auch potenziell von Signalstörungen beeinflussbare) Verlauf des Wechselspannungs-Eingangssignals zur Erzeugung bzw. Prägung des (sinusförmigen) Ausgangsstroms verwendet wird. Vielmehr werden zu diesem Zweck die gesonderten und vom Wechselspannungs-Eingangssignal unabhängigen Sinus-Erzeugungsmittel verwendet. Die den Resonanzwandlernmitteln zugeordneten Schwellwertmittel sind erfindungsgemäß so ausgebildet, dass erst nach einem Überschreiten eines vorbestimmten Spannungs-Schwellwerts des Wechselspannungs-Eingangssignals eine Aktivierung der Resonanzwandlernmittel erfolgt.

**[0012]** Im Rahmen bevorzugter Weiterbildungen der Erfindung liegt es dabei, diese etwa mittels ei-

nes außerhalb der Steuereinheit realisierten Generators umzusetzen, wobei hier insbesondere diskrete Schaltungstechnologien in ansonsten bekannter Art in Betracht kommen können. Gleichermaßen von der Erfindung umfasst und als günstige Variante ist es anzusehen, die erfindungsgemäßen Mittel zur Erzeugung des sinusförmigen Signalverlaufs durch die erfindungsgemäße Steuereinheit selbst zu realisieren, etwa dergestalt, dass in dieser Speicher- bzw. Tabellenmittel vorgesehen sind, in welchen, etwa mittels geeignet quantisierter Verlaufswerte, ein Sinusverlauf datenmäßig abgebildet ist. Wiederum ergänzend oder als Variante ist es erfindungsgemäß vorgesehen, einen derartigen (datenmäßigen) Sinusverlauf, weiter bevorzugt durch die Steuereinheit, geeignet auf der Basis einer Umsetzung einer Sinusfunktion funktional zu errechnen, so dass unabhängig von tabellarischen oder Speicherwerten eine geeignete (digitale) Sinusfunktion zur Verfügung stehen kann.

**[0013]** Weiter vorteilhaft und bevorzugt im Rahmen der Erfindung würden dann diese entsprechend ausgestalteten Mittel zur Erzeugung des sinusförmigen Signalverlaufs zusammenwirken können mit den weiterbildungsgemäß vorgesehenen Mitteln zu Detektion einer Betriebstemperatur bzw. eines anderen Temperaturparameters der Schaltnetzteilvorrichtung, etwa dergestalt, dass als Reaktion auf das Erreichen einer vorbestimmten Temperaturschwelle oder in einem anderen funktionalen Zusammenhang mit einer detektierten Temperatur eine Beeinflussung des Ausgangsstroms (typischerweise eine Absenkung) durch Beeinflussung der Sinusamplitude in den Sinus-Erzeugungsmitteln erfolgt, etwa durch eine geeignete proportionale Absenkung der Sinusamplitude (beispielsweise durch Multiplikation mit einem geeigneten, temperaturabhängigen Faktor). Gleiches gilt für die weiterbildungsgemäß vorsehbaren Dimm-Mittel, welche etwa beim bevorzugten Einsatz der vorliegenden Erfindung als Stromsteuerung für LED-Leuchtmittel als Last mittels einer Regelung des Ausgangsstroms das gewünschte Dimmen dieser Leuchtmittel bewirken. Auch dies könnte vorteilhaft und weiterbildungsgemäß in Form einer entsprechend proportionalen Beeinflussung einer Amplitude des Sinus-Verlaufs der erfindungsgemäßen Mittel zur Erzeugung des sinusförmigen Signalverlaufs geschehen.

**[0014]** Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung hat es sich zudem als bevorzugt herausgestellt, nach wie vor den Nulldurchgang des Wechselspannungs-Eingangssignals als Takt bzw. Trigger und Synchronisation für das Übertragungs- bzw. Regelverhalten der erfindungsgemäßen Schaltnetzteilvorrichtung zu benutzen. Durch den Umstand, dass erfindungsgemäß, s. o., nunmehr jedoch ein gesondert und unabhängig vom typischerweise sinusförmigen Verlauf des Wechselspannungs-Eingangssignals erzeugter Sinusverlauf verwendet wird, besteht die

technische Herausforderung darin, diesen mittels der Erzeugungsmittel des sinusförmigen Signalverlaufs erzeugten Sinusverlauf synchron und phasengleich zur Eingangsspannung bzw. -frequenz zu halten. Zu diesem Zweck ist es bevorzugt, die notwendige Funktionalität einer Nulldurchgangs-Detektion (welche etwa bei der gattungsbildenden DE 10 2012 11 853 A1 noch in die Steuereinheit integriert war) aufgrund schnellerer Reaktionszeiten diskret aufzubauen bzw. separat von der Steuereinheit vorzusehen.

**[0015]** Wiederum weiterbildungsgemäß vorteilhaft ist es dann, die Regelmittel sekundärseitig (bezogen auf den Übertrager) vorzusehen, insoweit damit auf derselben Seite wie nachgeschaltete Schnittstellen (etwa auch der Dimm-Funktionalität) vorzusehen, wobei dann das Sinus-Ausgangssignal der erfindungsgemäßen Erzeugungsmittel einen Regel-Sollwert für diese Regelmittel bereitstellt.

**[0016]** Im Übrigen wird im Hinblick auf prinzipielle Funktionalitäten der vorliegenden Erfindung, auch betreffend in den Unteransprüchen diskutierte Weiterbildungen, Bezug genommen auf die DE 10 2012 111 853 A1, welche sowohl im Hinblick auf die Realisierung der Steuereinheit, die darin abgebildeten Regel- und Ansteuerfunktionalitäten, als auch betreffend weitere Peripherieelektronik, etwa die weiterbildungsgemäß vorgesehenen eingangsseitigen Gleichrichtermittel sowie die Mittel zum Erzeugen der Versorgungsspannung für die Steuereinheit als zur Erfindung gehörig in die vorliegende Offenbarung einbezogen gelten sollen. Dies gilt insbesondere dann auch für weitere konstruktive Details bzw. eine schaltungstechnische Realisierung betreffend einer Ausführbarkeit der Erfindung, eingeschlossen eine LC-Wandler-Variante.

**[0017]** Im Ergebnis erreicht die vorliegende Erfindung eine elegante Verbesserung des bereits aus der DE 10 2011 111 853 A1 bekannten Ansatzes, insbesondere betreffend eine verringerte Empfindlichkeit gegenüber eingangsseitigen Signalschwankungen (d. h. des Wechselspannungs-Eingangssignals) und deren Einfluss auf den Stromverlauf des Ausgangsstroms.

**[0018]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; gleichermaßen gelten zur Realisierung der Erfindung und zur Realisierung eines Ausführungsbeispieles die **Fig. 1a**, **Fig. 1b**, **Fig. 2** bis **Fig. 4** sowie **Fig. 7** bis **Fig. 9** als zur Erfindung gehörig in die vorliegende Offenbarung einbezogen, sofern nicht nachfolgende, detailliert zu beschreibende konstruktive und Schaltungsmerkmale dazu im Widerspruch stehen):

**[0019]** **Fig. 1** ein Prinzipschaltbild der Schaltmesszeitvorrichtung gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

**[0020]** **Fig. 2** ein schematisches Funktionsdiagramm des Funktionsblocks **10** in **Fig. 1** zur Verarbeitung des Wechselspannungs-Eingangssignals (bezogen auf die Nulldurchgänge sowie weitere Einstell- bzw. Korrekturvorgänge) und einer Zuordnung der von den erfindungsgemäßen Sinus-Signalerzeugungsmitteln erzeugten Signalfunktionalität bei der Beeinflussung des Ausgangsstroms (wobei **Fig. 2** insoweit auch konzeptuell bzw. mit schematischen Funktionsbaugruppen das Blockschaltbild der **Fig. 1** ergänzt); und

**[0021]** **Fig. 3**

**Fig. 4** eine Gegenüberstellung von jeweiligen Signalverlaufspaaren von Eingangs-Wechselspannungssignal und Ausgangsstrom bei störungsbedingter Schwankung der Eingangsspannung bei gattungsbildender Technologie (**Fig. 3**) gegenüber der vorliegenden Erfindung im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1**, **Fig. 2** (**Fig. 4**).

**[0022]** Die **Fig. 1** zeigt im schematischen Blockschaltbild den prinzipiellen Aufbau bzw. die Funktionskomponenten der Schaltnetzteilvorrichtung einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Prinzipiell korrespondiert die **Fig. 1** mit der **Fig. 1b** der gattungsbildenden DE 10 2012 111 853 A1, jedoch wurde diese Vorrichtung modifiziert im Hinblick auf eine nunmehr diskret und außerhalb der (integrierten) Steuereinheit ausgebildete Nullspannungs-Detektorvorrichtung **5**; ferner wurde, abweichend von der gattungsbildenden Technologie, eine Sinus-signalerzeugungsvorrichtung **10** vorgesehen, welche im Hinblick auf ihre Signalerzeugung bzw. Sinusform-Erzeugung entkoppelt und unabhängig vom Wechselspannungs-Eingangssignal ist; insbesondere wird aus dem Wechselspannungs-Eingangssignal lediglich durch die (diskrete) Einheit **5** der Nulldurchgang erzeugt, nicht jedoch die Sinusform selbst (insoweit ist der Begriff „unabhängig“ bzw. „entkoppelt“ im Sinne der Erfindung lediglich bezogen auf die Sinusform zu verstehen).

**[0023]** Konkret erzeugt die als diskrete Schaltung aufgebaute Nullspannungs-Detektoreinheit **5** während jedes Nulldurchgangs des Wechselspannungs-Eingangssignals (am Eingang **1**) einen kurzen Impuls, welcher über einen Optokoppler **23** potentialgetrennt von der Steuereinheit **11** ist; Zweck ist die Synchronisation der (sekundärseitig vorgesehenen) Steuereinheit und der damit realisierten Funktionalität. Vorteil dieser diskreten Realisierung (bei der gattungsbildenden Technologie wurde die Nullspannungs-Detektion über einen Controllereingang bzw. softwaremäßig realisiert) ist die größere Schnelligkeit in der Signalverarbeitung; so wird, vgl. **Fig. 2**, welche insoweit Detail-Funktionsgruppen der Einheit

**10** beschreibt, bei jedem Puls des Nullspannungs-Detektors ein Timer **16** gestartet und die seit einem vorhergehenden Puls vergangene Zeit gespeichert (Zeitspeichereinheit **17**). Aus diesem gespeicherten Wert wird dann eine Ausleserate der Sinustabelle **15** ermittelt und damit eine Zeitbasis festgelegt. Um das gezeigte System weniger empfindlich gegen Störungen im Bereich des Nulldurchgangs zu machen, kann etwa eine vorbestimmte Anzahl von gespeicherten Werten (Einheit **17**), typischerweise etwa fünf, gemittelt werden, wobei auf der Basis dieses Mittelwerts dann die Zeitbasis zum Auslesen der Sinustabelle **15** festgelegt wird; vorteilhafte Wirkung einer solchen Anpassung ist die Möglichkeit, kontinuierlich auf Frequenzänderungen der Netzspannung zu reagieren.

**[0024]** Bleibt dagegen ein nächster Nulldurchgang aus (durch eine entsprechende Signalabweichung des Wechselspannungs-Eingangssignals), wird die Nulldurchgangserfassung zwangsweise nach Ablauf einer Toleranzzeit ausgelöst; dies würde analog auch für einen Betriebsmodus (etwa eingangsseitiger DC-Betrieb) gelten, bei welchem überhaupt keine Nulldurchgänge eingangsseitig erfasst werden. Systemintern würden hier etwa typischerweise alle 10 ms Nulldurchgangssignale ausgelöst.

**[0025]** Der detektierte, sinus-halbwellenförmige Ausgangsstrom (Bezugszeichen **3**) des LLC-Wandlers wird auf diesen von der Tabelleneinheit ausgegebenen Sollwert **14** geregelt und über einen Filterkondensator **6** gemittelt bzw. geglättet an die (LED-)Last **7** geleitet. Datenmäßig sind die Werte der Sinustabelle so gewählt, dass sie (gemittelt) dem durch das Gesamtsystem vorgegebenen maximalen Ausgangsstrom **8** an der Last **7** entsprechen.

**[0026]** Befinden sich in einer Übertragungskennlinie des gesamten Systems (bekannte) Nichtlinearitäten oder Phasenverschiebungen, können diese geeignet durch entsprechend korrigierte Werte in der Sinustabelle berücksichtigt werden.

**[0027]** Ist eine Beeinflussung des Ausgangsstroms erforderlich, etwa durch eine mittels einer Temperatur-Sensoreinheit **13** detektierten Übertemperatur, werden aktuell aus der Sinustabelle ausgelesene Werte mittels eines Skalierungsfaktors verringert; entsprechendes gilt für eine mittels der Dimm-Schnittstelle **12** ermöglichte Dimm-Funktionalität, mit der vorteilhaften Wirkung, dass die (annähernde) Sinusform des Eingangstroms stets erhalten bleibt und insoweit keine schädlichen Netzrückwirkungen entstehen.

**[0028]** Im Hinblick auf die Funktionalität der Regelung **2** vergleicht dieser den Tabellen-Sollwert **14** mit dem Detektor-Istwert **3** des Sekundärstroms, wobei dieser Ist-Wert im Ausführungsbeispiel über einen Shuntwiderstand **9** gewonnen wird (alternativ aber

auch mit einem Stromwandler in beiden Sekundärsträngen oder mit einem Hallelement erzeugt werden kann). Die Regelabweichung wird vom Regelverstärker **2** über einen zur galvanischen Entkopplung vorgesehenen Optokoppler auf die Primärseite übertragen und steuert dort einen Resonanzcontroller **22** (in ansonsten bekannter Weise) an, welcher daraus eine variable Frequenz zur Ansteuerung der Leistungsstufe (HS/LS-Treiber) des LLC-Wandlers erzeugt. Der Resonanzcontroller **22** kann sowohl eine analoge Steuerschaltung, als auch eine separate (oder in die Steuereinheit integrierte) Controller-schaltung aufweisen; entsprechendes gilt für die Regelmittel **2**, welche sowohl diskret und gesondert von der Steuereinheit ausgeführt, als auch in diese integriert sein können.

**[0029]** Wiederum analog zur Vorgehensweise bei der DE 10 2012 111 853 A1 (und mit dem Zweck, ein ungünstiges Transformatorübersetzungsverhältnis zu vermeiden) wird der LLC-Wandler erst oberhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren absoluten Spannungspegels, typischerweise etwa 70 Volt, aktiviert; auch diese Funktionalität ist geeignet in der Steuereinheit implementiert. Positive Konsequenz ist, dass die durch die einschlägigen Normen geforderten Grenzwerte für Oberwellen weiterhin eingehalten werden können, gleichzeitig ist die Auswirkung auf den Gesamtwirkungsgrad der Vorrichtung positiv.

**[0030]** Das Ergebnis der erfindungsgemäßen Entkopplung der Sinuserzeugung von der Signalform des Wechselspannungs-Eingangssignals zeigt die **Fig. 4** im unmittelbaren Vergleich mit der (die Funktion des gattungsbildenden Standes der Technik beschreibenden) **Fig. 3**: Es wird unmittelbar deutlich, dass als Reaktion auf die Signalform wirksame Störung des Eingangssignals eine weitaus weniger signifikante Änderung des ausgangsseitigen Stromverlaufs resultiert, so dass hier kein störendes Flackern od. dgl. Reaktion eines angeschlossenen (LED-Leuchtmittel) Verbrauchers zu erwarten ist.

## Patentansprüche

1. Schaltnetzteilvorrichtung mit einem zum Empfangen eines Wechselspannungs-Eingangssignals vorgesehenen Eingang (**1**), einem zum Bereitstellen eines Gleichspannungs- und/oder -stromsignals an einen nachzuschaltenden Verbraucher vorgesehenen Ausgang, einer eine Primärwicklung sowie eine Sekundärwicklung aufweisenden Übertrager (**4**) sowie primärseitig dem Übertrager zugeordneten Resonanz-Wandlern, welche unter Einbezug der Primärwicklung eine LLC-Topologie ausbilden und von einer Steuereinheit (**11**) primärseitig mit einem frequenzvariablen Steuersignal angesteuert werden können, wobei

die mittels eines integrierten und/oder programmierbaren Schaltungsbausteins realisierte Steuereinheit (11) das Steuersignal als Reaktion auf und in Abhängigkeit von einem aus dem Wechselspannungseingangssignal erzeugten Nulldurchgangs-Detektionssignal, einem in den Übertragerwicklungen, insbesondere sekundärseitig, fließenden Strom, sowie ein konstantes und/oder vorbestimmbares Vorgabesignal für einen am Ausgang fließenden Ausgangsstrom so erzeugt,

dass der Steuereinheit zugeordnete, insbesondere durch diese realisierte Regelmittel (2) den Ausgangsstrom auf das Vorgabesignal regeln

und eine Phase eines im Eingang fließenden Eingangsstroms auf die Phase des Wechselspannungseingangssignals synchronisiert wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass den Regelmitteln Mittel (10) zur Erzeugung eines sinusförmigen Signalverlaufs zugeordnet sind, die vom Wechselspannungseingangssignal unabhängig sind und von diesem unabhängig wirken, und den Resonanz-Wandlern Schwellwertmittel zugeordnet sind, die so ausgebildet sind, dass erst nach einem Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts des Wechselspannungseingangssignals eine Aktivierung der Resonanzwandlermittel erfolgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch separat von der Steuereinheit und/oder diskret aufgebaute elektronische Mittel (5) zur Erzeugung des Nulldurchgangs-Detektionssignals aus dem Wechselspannungseingangssignal.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Mittel zur Erzeugung des sinusförmigen Signalverlaufs einen diskret aufgebauten und/oder außerhalb der Steuereinheit realisierten Sinus-Schwingungserzeuger oder einen Sinusverlauf datenmäßig abbildende Speicher- und/oder Tabellenmittel (15), insbesondere in der Steuereinheit integriert, oder einen Sinusverlauf datenmäßig als Funktion erzeugende Rechenmittel, insbesondere in der Steuereinheit integriert, aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Mittel (10) zur Erzeugung des sinusförmigen Signalverlaufs mit Mitteln (13) zur Detektion einer Betriebstemperatur der Schaltnetzteilvorrichtung und/oder mit Dimmmitteln (12) zur Einstellung des Vorgabesignals für den Ausgangsstrom so zusammenwirken, dass diese eine Amplitude des erzeugten sinusförmigen Signalverlaufs beeinflussen, insbesondere proportional absenken können.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass außerhalb

der integrierten Steuereinheit keine Bauelemente zur eingangsseitigen Blindleistungskompensation und/oder keine Bauelemente zur eingangsseitigen Oberschwingungsfilterung ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass Gleichrichtermittel so zwischen dem Eingang und den Resonanz-Wandlern vorgesehen sind, dass das gleichgerichtete und bevorzugt ungeglättete Wechselspannungseingangssignal an den Resonanz-Wandlern anliegt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–6, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Regelmittel sekundärseitig des Übertragers und/oder zum Verarbeiten des in der Sekundärwicklung fließenden Stroms ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–7, gekennzeichnet durch Mittel (HILFSSPANNUNG) zur Energieversorgung der Steuereinheit, die zum Erzeugen einer Versorgungsspannung für die Steuereinheit aus dem gleichgerichteten Wechselspannungseingangssignal, aus einer den Resonanz-Wandlern zugeordneten Wicklung und/oder aus einer Wicklung des Übertragers als bevorzugt alternativen Quellen ausgebildet ist.

9. Verwendung der Schaltnetzteilvorrichtung nach einem der Ansprüche 1–8 für einen mit einem Konstantstrom oder einem zu regelnden Strom zu beaufschlagenden Last als Verbraucher, insbesondere Anordnung aus LED-Leuchtmitteln oder zu ladender Batterie, wobei bevorzugt durch das vorbestimmbare und veränderbare Vorgabesignal einer Dimmung der LED-Leuchtmittel realisiert ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

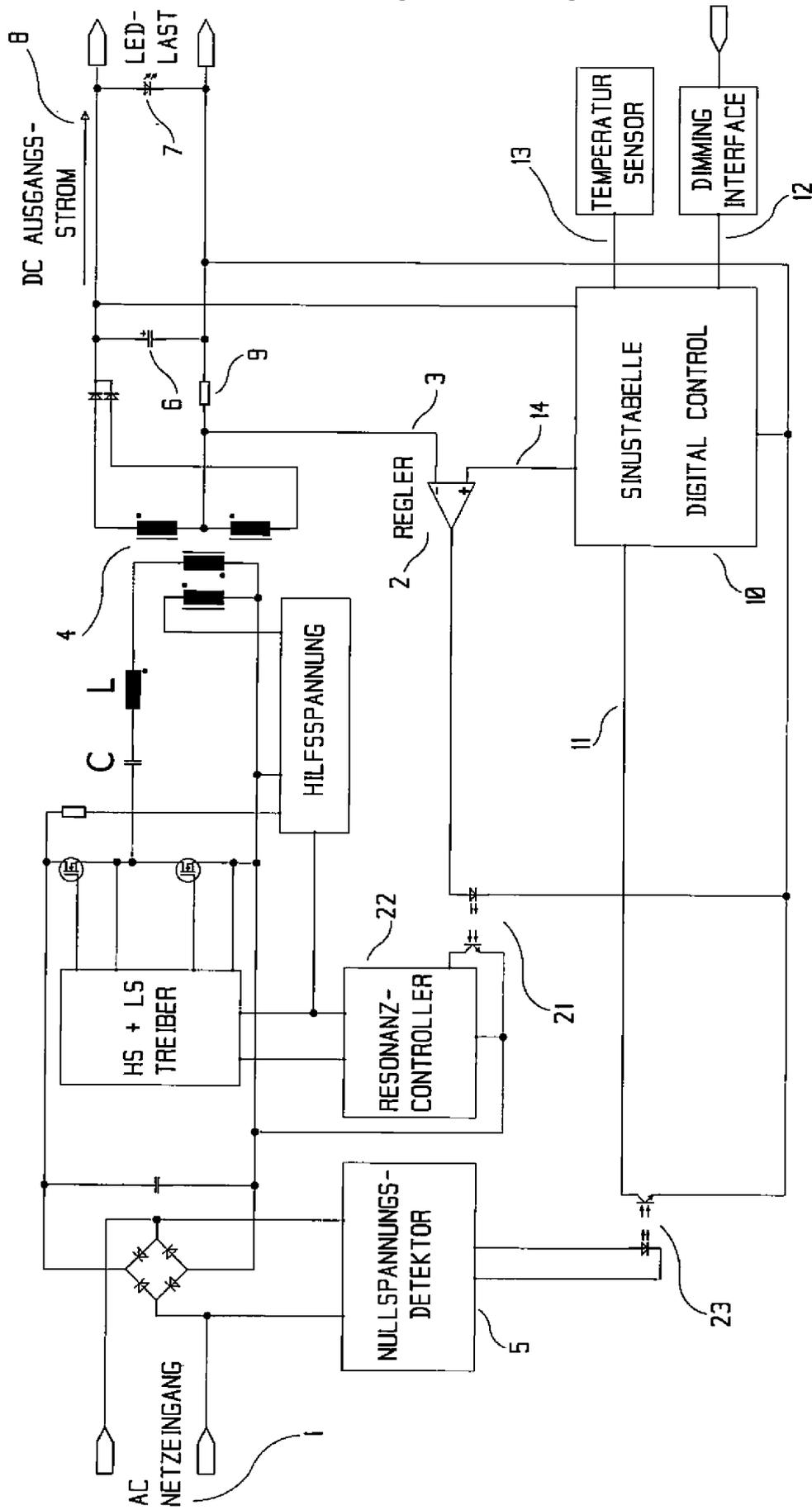


Fig. 1

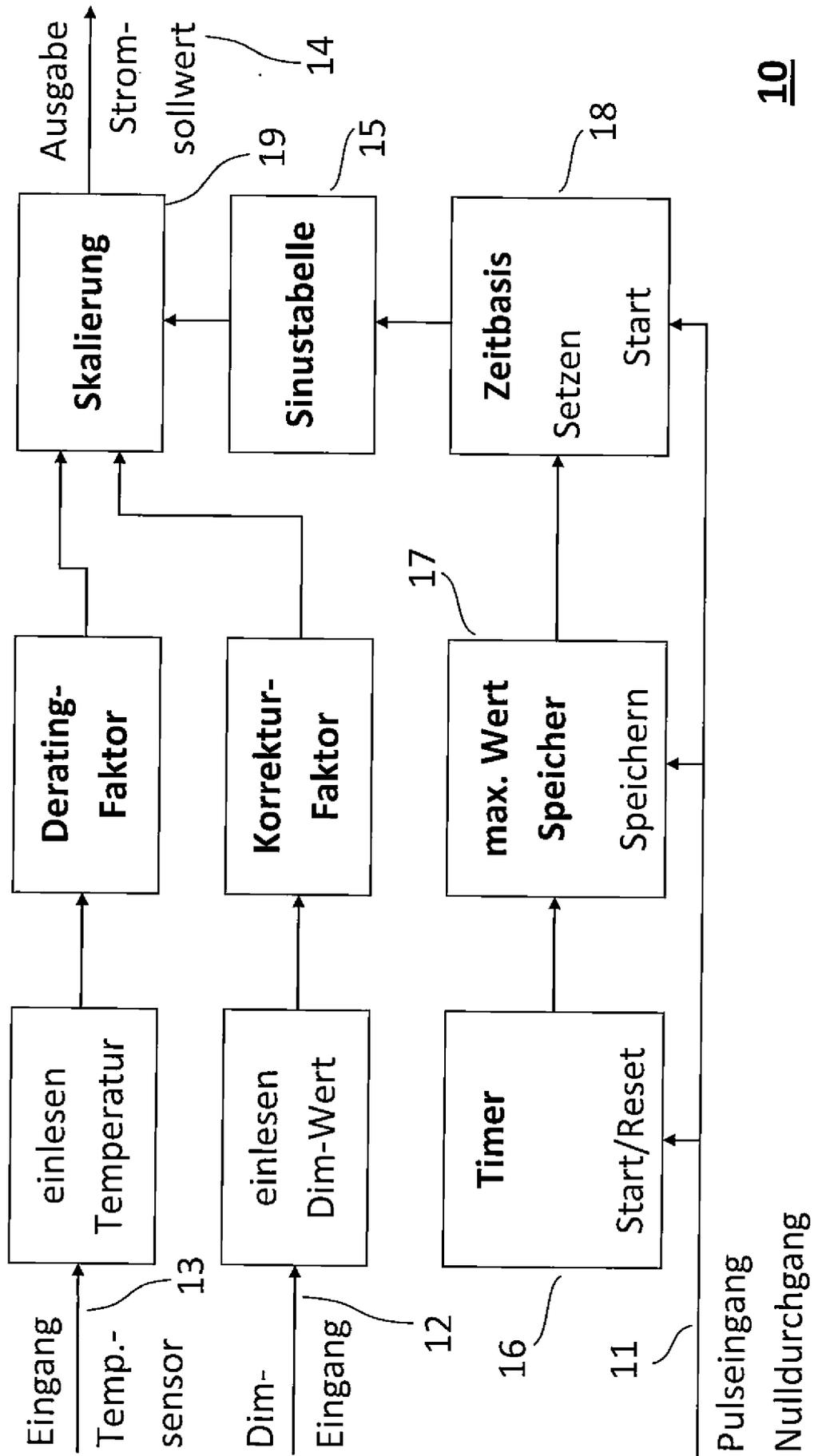
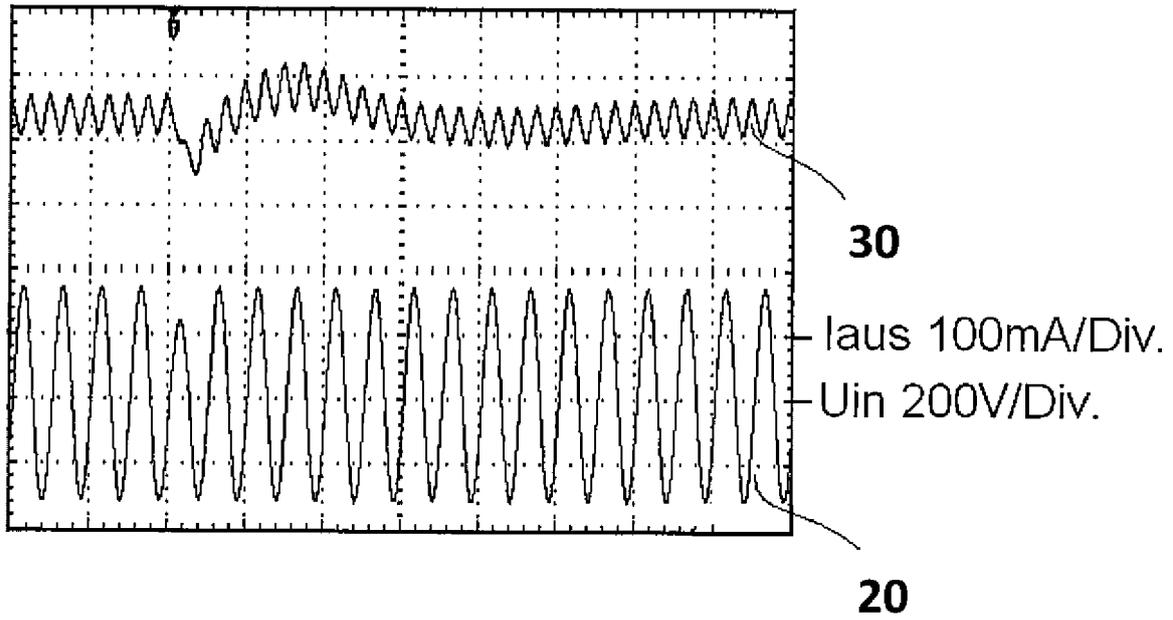
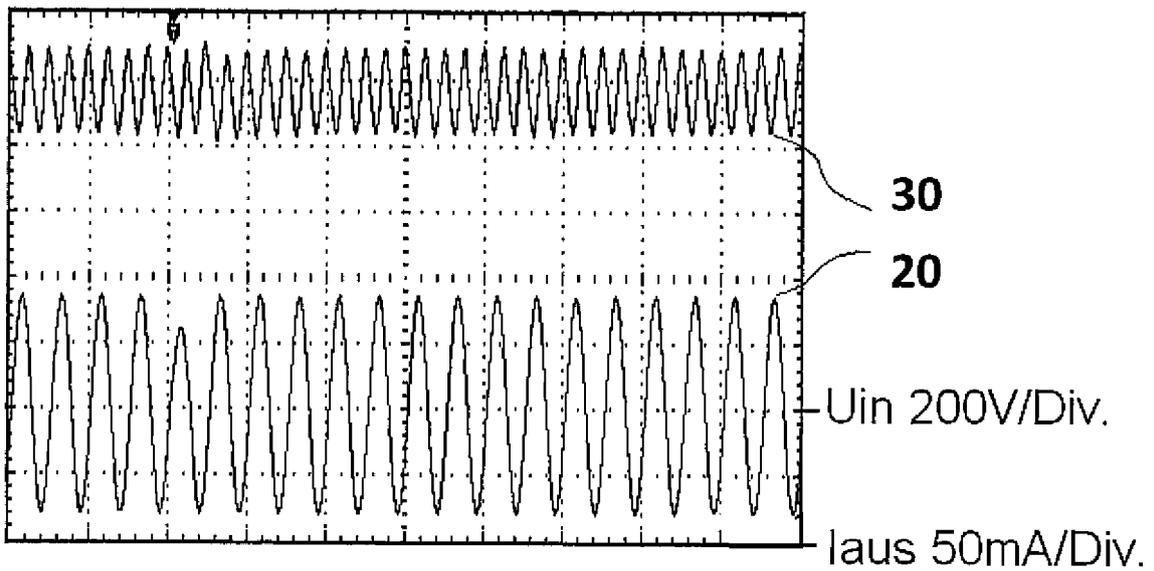


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**