



(10) **DE 10 2014 018 809 A1** 2016.06.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 018 809.4**  
(22) Anmeldetag: **19.12.2014**  
(43) Offenlegungstag: **23.06.2016**

(51) Int Cl.: **H04B 3/54 (2006.01)**  
**G01R 22/00 (2006.01)**  
**G01R 11/00 (2006.01)**  
**G08C 19/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**EMH metering GmbH & Co. KG, 19258 Gallin, DE**

(74) Vertreter:  
**Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB, 20355  
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Lübeck, Felix, 21614 Buxtehude, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

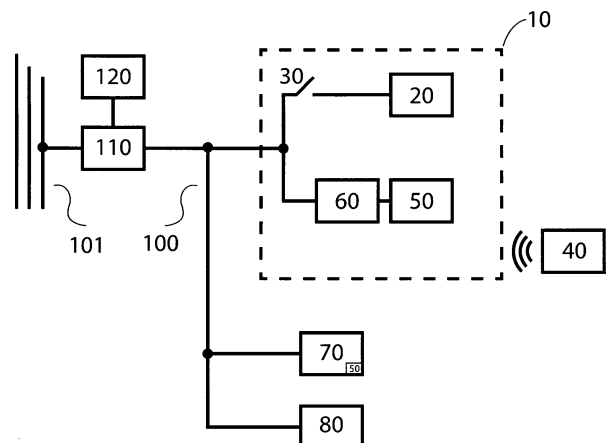
**DE 10 2008 044 909 A1**  
**DE 692 33 475 T2**  
**US 2004 / 0 037 221 A1**  
**US 2012 / 0 269 244 A1**  
**WO 2005/ 059 572 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Übertragung über ein Stromnetz mit modulierbarem Verbraucher und Elektrizitätszähler**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zur Übertragung von Signalen und oder Daten über ein vorhandenes Stromnetz mit einem modulierbaren Leistungsverbraucher und einem zur Bildung von Verrechnungsdaten ausgelegten Elektrizitätszähler, dadurch gekennzeichnet, dass aus Messwerten eines Messwerks des Elektrizitätszählers Verbrauchswerte und/oder Leistungswerte ermittelt werden, und aus diesen Verbrauchswerten und/oder Leistungswerten übertragene Signalerekonstruiert werden.



## Beschreibung

**[0001]** Zur Übertragung von Daten über vorhandene Stromnetze sind verschiedenste Verfahren und Vorrichtungen bekannt, für die im Folgenden der geäußerte Oberbegriff Powerline Communication (PLC) verwendet werden soll. Bei üblichen Verfahren entnehmen Sendeeinrichtungen dem Stromnetz bei der Nennfrequenz Leistung, und speisen bei einer von der Nennfrequenz des Stromnetzes abweichenden Frequenz, meist bei höheren Frequenzen bzw. in höheren Frequenzbändern Leistung in das Stromnetz ein. Aus WO 00/29857 ist auch eine Sendeeinrichtung bekannt, die unterhalb der Nennfrequenz Leistung einspeist. Entsprechende Vorrichtungen umfassen ein Netzteil, das dem Stromnetz bei der Nennfrequenz Leistung entnimmt und in eine Kleinspannung wandelt, eine Steuerung, eine Vorrichtung zur Signalerzeugung, einen Verstärker und eine Kopleinheit zur Einspeisung des verstärkten Sendesignals in das Stromnetz. Dieser übliche Aufbau bedingt Leistungsverluste mindestens im Netzteil und im Verstärker. Diese Verluste hängen zudem üblicherweise von der lokalen Netzimpedanz ab. An einer beabstandeten dedizierten Empfangseinrichtung wird mit geeigneten Mitteln das auf die Netzspannung aufmodulierte Spannungssignal erfasst, und daraus die gesendeten Daten rekonstruiert. Dabei hängt die empfangene Signalamplitude vom Abstand ab, wobei allerdings nicht allein die Leitungslänge von Bedeutung ist, sondern in erster Linie die Anzahl, Art und Position der an dieser Leitung angeschlossenen Verbraucher.

**[0002]** WO 2006/034866 A1 beschreibt eine vom vorgesagten abweichende Vorrichtung zur Datenübertragung. Dort sendet ein „Modulator 30“ Daten an eine beabstandete dedizierte Empfangseinrichtung „Empfangseinheit 50“, indem ein Stromkreis einer Hausinstallation intermittierend vom Netz getrennt und kurzgeschlossen wird. Der Umschalter 31 fungiert als Mischer, der die Netzspannung, die als Trägerfrequenz fungiert, mit einem von der Steuereinheit 33 erzeugten Signal mischt. Leistungsverluste in einem Netzteil bzw. Verstärker entfallen. Unter dem Aspekt der Leistungseffizienz wird ein Fortschritt gegenüber den eingangs erwähnten Verfahren erzielt. Nutzbar ist dies Verfahren jedoch offensichtlich nur in den Grenzen, in denen ein geeigneter niederohmiger Umschalter 31 realisierbar ist, der den erheblichen Anforderungen gewachsen ist. Zudem muss sichergestellt sein, dass das aufmodulierte Nutzsignal und die zwangsläufig erzeugten unerwünschten Mischprodukte nicht zu EMV-Problemen bei angeschlossenen Verbrauchern führen. Gemeinsamer Nachteil der bekannten PLC Verfahren ist, dass eine dedizierte Empfangseinrichtung benötigt wird. Auch in Anwendungen im Zusammenhang mit fernauslesbaren Elektrizitätszählern wird eine dedizierte Empfangseinrichtung benötigt. Dies gilt selbst

dann, wenn Elektrizitätszähler und Empfangseinrichtung einstückig hergestellt sind, um Spareffekte bei Gehäuse, Netzteil und Montage zu erzielen. Beispielfür sei WO 2005059572 A1 angeführt, wo in einem Zähler 9 ein „energy measurement module 907“ und ein „power line modem 906“ getrennte Baugruppen darstellen.

**[0003]** Ein weiterer gemeinsamer Nachteil der bekannten PLC Verfahren ist, dass vorhandene Stromnetze dazu ausgelegt sind, elektrische Energie mit Netzfrequenz zu übertragen. Sie sind jedoch nicht dazu ausgelegt, elektrische Energie mit Vielfachen oder Bruchteilen der Netzfrequenz zu übertragen. Zudem können übliche Verbraucher Störsignale erzeugen die so groß sind, dass während der Aktivität dieser Verbraucher die Kommunikation mit bekannten PLC Verfahren zum Erliegen kommt. Es gibt zwar Regulierungen wie z. B. die Norm Din EN 50065-1 und Frequenzzuweisungen, die beispielsweise das sogenannte „CENELEC-A Band“ ausschliesslich für metering-Anwendungen reservieren, aber diese Norm reguliert lediglich die Erzeugung von Nutz- und Störsignalen durch für Kommunikationszwecke vorgesehene Geräte (also für PLC-Geräte), sie trifft keine Aussagen über die Erzeugung von Störsignalen durch Verbraucher, die nicht der Kommunikation über Stromnetze dienen, wie beispielsweise Motoren, Elektroschweißgeräte, oder Ladegeräte für Mobiltelefone. Aus diesem Grunde bedingt die Kommunikation per PLC mehr Unwägbarkeiten als andere Verfahren zur Datenübertragung.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Übertragung von Daten über ein Stromnetz an einen Elektrizitätszähler zu realisieren, der keine dedizierte Empfangseinrichtung aufweist.

**[0005]** Weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Übertragung von Daten über ein Stromnetz mit minimalen Leistungsverlusten zu schaffen, die mit einfachen, preisgünstigen Bauelementen aufgebaut werden kann.

**[0006]** Weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Übertragung von Daten in einem schmalen Frequenzband um die Netzfrequenz herum zu schaffen.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1.

## Ausführungsbeispiele

**[0008]** Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Übertragung von Daten über ein vorhandenes Stromnetz mit einem Fernsehgerät, das Daten sendet, indem es einen Wirkverbrauch moduliert, und einen Elektrizitätszähler, der den Wirkverbrauch im Stromnetz erfasst, und die aufmodulierten Daten rekonstruiert.

**[0009]** Fig. 2 zeigt einen Elektrizitätszähler mit einem Messwerk einfacher Bauart. Fig. 2 verdeutlicht, dass für die erfindungsgemäße Übertragung von Daten keine dedizierten Empfangsschaltkreise im Elektrizitätszähler benötigt werden, und keine besonderen Anforderungen an das Messwerk des Elektrizitätszählers gestellt werden.

**[0010]** Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Elektrizitätszähler einfacher Bauart, und einem Gateway zur Zählerfernauslesung. Fig. 3 verdeutlicht, dass keine besonderen Elektrizitätszähler benötigt werden, sondern handelsübliche Elektrizitätszähler als Empfänger fungieren können.

**[0011]** Fig. 4 zeigt ein Gerät, das Daten sendet, indem es einen Blindverbrauch moduliert.

**[0012]** Fig. 5 zeigt ein Gerät, das Daten sendet, indem es Energie über eine Netzperiode hinaus speichert.

**[0013]** Fig. 6a–d zeigt beispielhaft einige Beispiele unterscheidbarer Signale, die jeweils unterschiedliche Daten repräsentieren können.

**[0014]** Fig. 7 zeigt ein Gerät, das dazu ausgebildet ist, erste Daten zu senden, die ein Aktivieren eines ersten Schalters repräsentieren, und das dazu ausgebildet ist, zweite Daten zu senden, die ein Aktivieren eines zweiten Schalters repräsentieren.

**[0015]** Fig. 8 zeigt eine Vorrichtung zur Übertragung einer Prüfleistung über ein vorhandenes Stromnetz, die einen Wirkverbrauch moduliert, und die einen Elektrizitätszähler, der die Modulation des Verbrauchs im Stromnetz erfasst, auf korrekte Funktion seines Messwerks überprüft.

**[0016]** Fig. 9 zeigt einen Elektrizitätszähler, der dazu ausgebildet ist, seine Messwerke automatisch zu testen.

**[0017]** Fig. 10 zeigt einen kostenoptimierten Elektrizitätszähler, der dazu ausgebildet ist, seine Messwerke automatisch zu testen.

**[0018]** Ausführliche Beschreibung der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele.

**[0019]** Fig. 1 zeigt ein Fernsehgerät **10** mit einem Wirkverbraucher **20** und einem Schalter **30**, mit dem der Wirkverbraucher ein und ausschaltbar ist. Eine Fernbedienung **40** und Bedienknöpfe **50** sind dazu vorgesehen, Benutzereingaben von einem Benutzer anzunehmen. Eine Steuerung **60** verarbeitet Benutzereingaben. Des Weiteren ist ein Wasserkocher **70** dargestellt. Weitere Verbraucher **80** sind summarisch dargestellt. Auch an diesem Wasserkocher **70** ist ein Bedienknopf **50** dazu vorgesehen, Benutzer-

eingaben von einem Benutzer anzunehmen. Die Geräte sind über die elektrische Installation **100** eines Haushalts mit dem Elektrizitätszähler **110** verbunden, der mit einem Kommunikationsgerät **120** ausgestattet ist. Der Elektrizitätszähler **110** ist zudem verbunden mit einem öffentlichen Stromnetz **101**. Das Kommunikationsgerät **120** ist dazu vorgesehen, Zählerstände zwecks Rechnungslegung an einen Energieversorger zu übermitteln. Das Kommunikationsgerät **120** ist weiterhin dazu vorgesehen, aus Mustern im Stromverbrauch auf Notfälle zu schließen, und in Notfällen Alarmmeldungen zu senden. Dabei wird aus Benutzereingaben an der Fernbedienung **40** respektive Bedienknöpfen **50** auf eine Benutzeraktivität geschlossen. Der Wasserkocher **70** ist einfachster Bauart, weist keine eigene Steuerung auf, sondern lediglich einen Heizwiderstand mit positivem Temperaturkoeffizient. Ein Einschalten des Wasserkochers bewirkt einen markanten Sprung der im Elektrizitätszähler **110** gemessenen Wirkleistung, gefolgt von einem exponentiellen Abklingen. Mit bekannten Verfahren der Mustererkennung kann aus den Messwerten der Wirkleistung auf die Benutzeraktivität "Wasser kochen" geschlossen werden, und im Falle von Auffälligkeiten kann ein Alarm über das Kommunikationsgerät **120** abgesetzt werden. Im Falle des Fernsehgerät **10** stellt sich die Situation gegensätzlich dar. Es hat sich gezeigt, dass bei üblichen Fernsehgeräten die aufgenommene Wirkleistung sehr stark von den dargestellten Bildinhalten (Helligkeitsschwankungen) abhängt, und sehr wenig von Benutzereingaben. Um dennoch einen Rückschluss von Messwerten der Wirkleistung auf die Benutzeraktivität zu ermöglichen, weist das Fernsehgerät **10** eine Steuerung **60** auf, die dazu ausgebildet ist, in einem definierten Zeitraum von beispielsweise 2 Minuten nach einer Benutzereingabe den Schalter **30** mit einem definierten Muster anzusteuern, und so den Leistungsfluss vom Elektrizitätszähler **110** zum Fernsehgerät **10** zu modulieren. Diese Modulation wird im Elektrizitätszähler **110** erfasst, und so auf die Benutzeraktivität geschlossen. Der Wirkverbraucher **20** ist in diesem Ausführungsbeispiel ein für die Erzeugung des Fernsehbildes notwendiger Verbraucher, und zwar beispielsweise ein Recheneinheit, die in komprimierter Form übertragene Bilddaten dekomprimiert. Diese Recheneinheit weist einen Energiesparmodus auf, in dem sie keine Berechnungen ausführt, und einen Rechenmodus, in dem sie Bilddaten mit doppelter Geschwindigkeit dekomprimiert. Der Schalter **30** verkörpert also die Umschaltung zwischen Energiesparmodus und Rechenmodus. Die Steuerung **60** weist nach einer Benutzeraktivität die Recheneinheit an, mit doppelter Geschwindigkeit Bilddaten zu verarbeiten. Die dabei auf Vorrat produzierten Bilddaten werden in einem geeigneten Puffer gespeichert. Nach beispielsweise 10 Sekunden weist die Steuerung **60** die Recheneinheit an, einen Energiesparmodus anzunehmen. Die auf Vorrat produzierten Bilddaten werden dann dem genann-

tem Puffer entnommen. Nach weiteren 10 Sekunden weist die Steuerung **60** die Recheneinheit an, wieder mit doppelter Geschwindigkeit Bilddaten zu verarbeiten, und so fort, bis nach zwei Minuten ohne weitere Benutzereingabe die Steuerung **60** die Recheneinheit anweist, mit einfacher Geschwindigkeit Bilddaten zu verarbeiten, und somit die Modulation zu beenden. Für das Senden wird also keine zusätzliche Sendeleistung aufgewendet, es werden lediglich die Zeitpunkte sowieso erforderlicher Rechenoperationen verlagert. Die resultierende Latenz von 10 Sekunden kann sich störend auswirken. Deshalb kann die erfindungsgemäße Übertragung von Daten über das Stromnetz über einen Bedienknopf **50** komplett deaktiviert werden, so dass ein nicht überwachungsbedürftiger Benutzer ein Tor in einer Live-Fussballübertragung nicht später sieht als seine Nachbarn. Das Fernsehgerät **10** muss also nicht speziell für eine überwachungsbedürftige Zielgruppe entwickelt und gefertigt werden, sondern ist generell nutzbar. Insgesamt werden also ähnliche Effekte erreicht wie aus US 6,559,766 B2 bekannt. Dazu werden aber nicht IP-Daten zum Fernseher überwacht, sondern der Stromfluss zum Fernseher. Deshalb kann grundsätzlich jede Art von Fernseher gemäß diesem Ausführungsbeispiel ausgelegt werden, nicht nur solche, die per IP die Bildinformation empfangen. Es ist lediglich vorauszusetzen, dass ein interner Verbraucher des Fernsehers für einen intermittierenden Betrieb ausgelegt werden kann.

**[0020]** Fig. 2 zeigt den Elektrizitätszähler **110** aus Fig. 1 im Detail, in einer Ausführung mit einem Messchip **112**. Als Messchip ist der Messchip ADE 7755 vorgesehen. Die Schaltung entspricht dem im Dokument Applikation Note AN-559 von Analog Devices als „Fig. 1“ bezeichneten Referenzdesign. Der Nullleiter ist nicht dargestellt. Wie in diesem Dokument im Abschnitt „Interfacing the ADE 7755 to a Microcontroller for Energy Measurement“ erklärt, ist der Ausgang CF mit dem Mikrocontroller **111** verbunden. Der Zähler ist für eine Maximalleistung von 27,5 KW ausgelegt. Bei 27,5 KW liefert CF eine Ausgangsfrequenz von 5,5 KHz. 5500 Pulse repräsentieren also eine Elektrizitätsmenge von 27,5 KWs, ein Puls repräsentiert ca. 5 Ws. Zum Zwecke der Elektrizitätszählung werden die Pulse im Mikrocontroller **111** gezählt. Zum Zwecke der Leistungsbestimmung werden die Pulse jeweils über feste Blöcke von 1 Sekunden Dauer integriert. Durch weitere Verbraucher **80** und das Fernsehgerät **10** wird in einem Zeitraum ohne Benutzeraktivität eine Leistung von 300 Watt verbraucht. Als Reaktion auf einen Wechsel des Fernsehprogramms durch den Benutzer schaltet die Steuerung **60** die Leistungsaufnahme des internen Verbrauchers **20** im 10 Sekundentakt zwischen den Werten 0 und 20 Watt. Die Leistung, die in der elektrischen Installation **100** des Haushalts übertragen wird, wechselt nun zwischen 310 Watt und 290 Watt. Die Zahl der innerhalb ei-

ner Sekunde vom Ausgang CF des Messchip **112** gesendeten und von dem Mikrocontroller **111** gezählten Pulse pendelt also zwischen 62 und 58. In der Software des Mikrocontroller **111** ist ein geeigneter digitaler Tiefpass zur Entfernung von Ripple und eine übliche Methode der Mustererkennung realisiert, die die Modulation erkennt. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Korrelationsanalyse oder einen Hinkley Detektor handeln. Dabei kann insbesondere die Lehre aus EP 2010873 A1 und des dort zitierten Standes der Technik berücksichtigt werden, um gleichzeitig nach Sprüngen unterschiedlicher Höhe zu suchen, nämlich einerseits nach grossen Sprüngen, die aus der Betätigung des Wasserkochers **70** resultieren, und andererseits nach kleinen Sprüngen, die aus der Sendeaktivität des Fernsehgeräts **10** resultieren. Der Fachmann wird erkennen, dass die beschriebene Verwendung des Messchips ADE 7755 die Fähigkeit, erfindungsgemäße Datenübertragungen zu empfangen beschränkt, da die innerhalb des Messchips verfügbaren Informationen bereits im Messchip reduziert werden auf ein für die Elektrizitätszählung benötigtes Minimum, das am Ausgang CF ansteht. Dieser Baustein ist für den dargestellten Zweck also nicht besonders günstig, sondern im Gegenteil besonders ungünstig. Dieses Ausführungsbeispiel soll verdeutlichen, dass das beschriebene Verfahren selbst unter empfängerseitig besonders ungünstigen Voraussetzungen funktioniert. Damit unterscheidet es sich von als Rundsteuertechnik bekannten PLC-Verfahren. Für Rundsteuertechnik sind hochwertige Messwerke für Elektrizitätszähler bekannt, die in der Lage sind, gleichsam nebenbei Rundsteuersignale zu empfangen. Mit kostenoptimierten Messwerken wie dem oben gezeigten ist dies jedoch unmöglich.

**[0021]** Fig. 3 zeigt einen Elektrizitätszähler **110** mit einem Smart-Meter-Gateway **125**. Das Smart-Meter-Gateway **125** weist ein Einsteckmodul **126** auf. Das Smart-Meter-Gateway **125** stellt ein Kommunikationsgerät mit besonderen Fähigkeiten zur gesicherten Übertragung von Daten dar. Das Smart-Meter-Gateway **125** empfängt über eine Schnittstelle **127** Datentelegramme, die Zählerstände und Werte der Momentanleistung verkörpern. Die Datentelegramme werden typischerweise in einem Abstand von 1–4 Sekunden verschickt. Das Smart-Meter-Gateway **125** ist dazu vorgesehen, regelmäßig Verrechnungsdaten über ein Mobilfunknetz **129** an eine Verrechnungsstelle zu senden. Das Einsteckmodul **126** ist dazu vorgesehen, den zeitlichen Verlauf der Momentanleistung, also des Stromverbrauchs zu analysieren, und aus Mustern im Stromverbrauch auf Notfälle zu schließen. Das Einsteckmodul **126** ist dazu vorgesehen, in Notfällen das Smart-Meter-Gateway **125** zu veranlassen, über das Mobilfunknetz **129** Alarmmeldungen zu senden. Die Modularisierung ist so gewählt, dass das Smart-Meter-Gateway **125** den Spezifikationen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstech-

nik genügen kann und zwar insbesondere BSI TR-03109: <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen//TechnischeRichtlinien/TR03109/TR03109.pdf?blob=publicationFile> Und BSI-CC-PP-0073 [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/Schutzprofil\\_Gateway/schutzprofil\\_smart\\_meter\\_gateway\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/Schutzprofil_Gateway/schutzprofil_smart_meter_gateway_node.html) ohne dass das Einsteckmodul **126** den Anforderungen dieser technischen Richtlinien für den sicheren Bereich zu unterwerfen ist. Der Fachmann wird erkennen, dass in dieser Ausführung die Fähigkeit, erfindungsgemäße Datenübertragungen zu empfangen beschränkt ist, da die innerhalb des Zählers verfügbaren Informationen, und insbesondere die Datenrate bzw. die Bandbreite bereits im Zähler reduziert werden. Diese Ausführung ist für den dargestellten Zweck also nicht besonders günstig, sondern im Gegenteil besonders ungünstig. Dieses Beispiel soll verdeutlichen, dass das beschriebene Verfahren selbst unter empfängerseitig besonders ungünstigen Voraussetzungen funktioniert.

**[0022]** Fig. 4 zeigt ein Fernsehgerät **10** mit einem Blindverbraucher **25** und einen Schalter **30**, mit dem der Blindverbraucher ein und abschaltbar ist. Der Nullleiter ist nicht dargestellt. Fernbedienung, und Bedienknöpfe, weitere Verbraucher e. t. c. entsprechend Fig. 1 sind ebenfalls vorgesehen, aber nicht dargestellt. Das Fernsehgerät **10** ist über die elektrische Installation **100** des Haushalts mit dem Elektrizitätszähler **110** verbunden, der zur Zählung von Blindenergie eingerichtet ist. Das Fernsehgerät **10** weist eine Steuerung **60** auf, die dazu ausgebildet ist, in einem definierten Zeitraum von 2 Minuten nach einer Benutzereingabe den Schalter **30** mit einem definierten Muster anzusteuern, und so den Leistungsfluss vom Elektrizitätszähler **110** zum Fernsehgerät **10** zu modulieren. Diese Modulation wird im Elektrizitätszähler **110** erfasst, und so auf die Benutzeraktivität geschlossen. Der Blindverbraucher **25** ist in diesem Ausführungsbeispiel ein zum Zwecke der Datenaussendung zusätzlich verbauter Kondensator. Der Schalter **30** ist ein geeignetes Halbleiterbauelement. Für das Senden wird keine Wirkleistung übertragen. Vorteil gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Ausführung ist der einfache und universelle Aufbau, der keine besonderen Annahmen trifft über in einem Gerät vorhandene, modulierbare Verbraucher von Wirkleistung. Nachteil sind die zusätzlichen Kosten für die beiden zusätzlichen Bauelemente, und die Einschränkung auf einen Elektrizitätszähler der zur Zählung von Blindenergie eingerichtet ist.

**[0023]** Fig. 5 zeigt eine Vorrichtung zum Übertragen von Daten über eine elektrische Installation eines Haushalts, mit einem Schalter **30**, einer Induktivität **330** und einem Kondensator **340**. Eine Spannungsmesseinrichtung **320** misst die Momentanspannung in der elektrischen Installation. Eine Spannungsmesseinrichtung **350** misst die Spannung am Kon-

densator **340**. Eine Steuerung **60** schaltet in Abhängigkeit von den Messwerten der Spannungsmesseinrichtungen **320** und **350** den Schalter **30**. Dabei sind 3 verschiedene Zustände der Steuerung vorgesehen. Erstens ist ein Leerlaufzustand vorgesehen, in dem der Schalter **30** dauerhaft geöffnet ist, und der Kondensator **340** dauerhaft vom Netz getrennt ist. Zweitens ist ein Ladezustand vorgesehen, in dem der Kondensator **340** langsam, beispielsweise über 500 Netzperioden hinweg aufgeladen wird, indem der Schalter **30** jeweils dann kurzzeitig geschlossen wird, wenn die Momentanspannung in der elektrischen Installation ansteigt und die Spannung am Kondensator um ein wenig übertrifft. Schalten bei der fallenden Flanke der positiven Halbweller bei beiden Flanken ist ebenfalls denkbar. Nur aus Gründen der Übersichtlichkeit wird hier nur eine der möglichen Varianten dargestellt. Diese Spannungsdifferenz fällt dann an der Induktivität **330** ab, und bewirkt einen rampenförmigen Anstieg eines Ladestroms durch die Induktivität, der den Kondensator **340** auflädt. Sobald die Spannung am Kondensator die Spannung in der elektrischen Installation erreicht hat, kehrt sich das Vorzeichen der Spannung an der Induktivität **330** um, und der Ladestrom fällt wieder ab. Der Schalter **30** ist selbstlöschend ausgeführt, das heißt, er ist ausgebildet beim Unterschreiten eines Haltestroms den Stromfluss zu trennen. Dadurch wird der Aufwand für einen zusätzlichen, durch die Steuerung **60** abzufragenden Stromsensor eingespart. Und man vermeidet die Unsicherheit, die sich ergibt, wenn die Steuerung **60** aus dem Verlauf der Messwerte der Spannungsmesseinrichtungen **320** und **350** auf den Stromfluss schliesst. Realisiert wird der Schalter **30** beispielsweise durch 2 Thyristoren, von denen jeweils einer passend zur Stromrichtung geschaltet wird. Steuerung **60** ist in diesem Fall dazu eingerichtet mit 2 getrennten Pins jeweils den passenden Thyristor anzusteuern. In einer beispielhaften Auslegung soll über einen Zeitraum von 10 Sekunden eine mittlere Leistung von 10 Watt entnommen werden. Dazu ist also im Kondensator eine Energie von 100 Wattsekunden zu speichern. Das ist erfüllbar, indem der Kondensator mit 2200  $\mu\text{F}$  bemessen wird, und er jeweils bis auf 300 V geladen wird.  $E = 1/2 \cdot C \cdot U^2 = 1/2 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ F} \cdot 300^2 \text{ V}^2 = 99 \text{ Ws}$ . Zu diesen Anforderungen passende Kondensatoren sind bekannt und werden beispielsweise von der Firma Epcos unter der Typenbezeichnung B43564 bzw. B43584 vermarktet. Beim Ladevorgang wird innerhalb von 10 Sekunden eine Ladungsmenge  $Q = U \cdot C = 300 \text{ V} \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 0,66 \text{ Coulomb}$  übertragen, was einem mittleren Stromfluss von 66 mA entspricht. Die Vorrichtung könnte dazu ausgebildet werden, den Kondensator mit einem konstanten Stromfluss von 66 mA aufzuladen. Die Steuerung würde also bei 500 konsekutiven positiven Halbwellen jeweils einmal kurzzeitig den Schalter **30** schliessen, und zwar so, dass jeweils der 500. Teil der zu übertragenden Gesamtladung von 0,66 Coulomb den Schalter passiert. Dabei wäre der Leis-

tungsfluss zu Beginn der Aufladung gering, da der Schalter dann jeweils bei niedriger Phasenspannung geschlossen wird, das Produkt aus Strom und Phasenspannung also gering ist. Zum Ende der Aufladung betrüge das Produkt aus Strom und Phasenspannung  $P = 66 \text{ mA} \cdot 300 \text{ V} = 19,8 \text{ Watt}$ , wäre mithin doppelt so hoch wie der Mittelwert. Diese Variante ist zum besseren Verständnis angegeben. Um eine ähnliche Modulation der Wirkleistung zu erzielen wie in der Ausführung gemäß **Fig. 1**, wird der Kondensator tatsächlich mit einer im wesentlichen konstanten Leistung von 10 Watt aufgeladen. Deshalb ist der Stromfluss zu Beginn der Aufladung erhöht, und zum Ende der Aufladung hin reduziert. Drittens ist ein Entladezustand vorgesehen, in dem der Kondensator **340** langsam, beispielsweise über 500 Netzperioden hinweg entladen wird, indem der Schalter **30** jeweils dann kurzzeitig geschlossen wird, wenn die Momentanspannung in der elektrischen Installation abfällt (und oder ansteigt, siehe oben) und die Spannung am Kondensator um ein wenig unterschreitet. Die Steuerung **60** ist dazu eingerichtet, zweckmäßig zwischen Leerlauf, Ladezustand und Entladezustand zu wechseln, um Daten zu übertragen.

**[0024]** **Fig. 6a** zeigt eine Modulation mittels Frequenzumtastung (Frequency Shift Keying). Ein Sender unterscheidet 2 Symbole, indem er einem Symbol eine höhere Frequenz, und dem anderen Symbol eine niedrigere Frequenz zuordnet. Wichtig ist die Gleichanteilsfreiheit des resultierenden Signals. **Fig. 6b** zeigt eine Modulation mittels Manchester-Code in der Codedefinition nach G. E. Thomas. Eine fallende Flanke bedeutet eine logische Eins, eine steigende Flanke eine logische Null. Wichtig auch hier die Gleichanteilsfreiheit des resultierenden Signals. Man erkennt, dass zur Übertragung des Symbol „1“ zunächst für eine Zeitdauer von beispielsweise 10 Sekunden eine Leistung von beispielsweise 10 Watt aufgenommen wird, und für eine weitere Zeitdauer von 10 Sekunden eine Leistung von 10 Watt abgegeben wird. Die Übertragung des Symbol „1“ dauert in diesem Beispiel also 20 Sekunden. In diesem Fall spricht man von einer Bitrate, die 0,1 Bit pro Sekunde beträgt, und einer Baudrate, die 0,05 Symbole pro Sekunde beträgt. Für die anschließende Übertragung des Symbols „0“ ist erneut eine Leistung von 10 Watt abzugeben. Soll eine Vorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel aus **Fig. 5** mit einem Manchestercode senden, dann benötigt sie einen Kondensator mit doppelter Kapazität, der also ausgelegt die Energiemenge zu speichern, die 2 Bits zugeordnet ist. **Fig. 6c** zeigt eine Modulation, die eine Wiederholung gleicher Bits vermeidet. Sie ist besonders gut geeignet für eine Vorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel aus **Fig. 5**. Denn hier folgt jeweils auf einen Aufladezyklus ein Entladezyklus. Variiert wird die Position eines Leerlaufzyklus. In diesem Beispiel dauert bei einer Bitdauer von 10 Sekunden die Übertragung eines Symbols **30** Sekunden. **Fig. 6d** zeigt eine Modu-

lation der Blindleistung  $Q$  mit einem Offset-behafteten Manchester-Code. Sie ist besonders gut geeignet für eine Vorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel aus **Fig. 4**. Der Offset ergibt sich bei einer Ausführung des Senders gemäß **Fig. 4**. Er könnte durch zusätzliche Schaltungstechnische Maßnahmen vermieden werden, aber dem zusätzlichen Aufwand stünden keine nennenswerten Vorteile gegenüber.

**[0025]** **Fig. 7** zeigt ein Gerät **700** zur Installation im Haushalt einer hilfsbedürftigen Person. Das Gerät kann in der Nähe einer Eingangstür an eine Wand geschraubt werden. Der Stecker **740** wird in eine Steckdose **750** gesteckt, um das Gerät **700** mit einem Elektrizitätszähler elektrisch zu verbinden. Das Gerät **700** weist einen ersten Schalter **720** zur Bedienung durch Besucher wie beispielsweise Angehörige auf. Sobald ein Angehöriger den Haushalt betritt, legt er den Schalter **720** um, was das Gerät mit der Kontrollleuchte **710** quittiert. Gleichzeitig sendet das Gerät solange ein erstes Signal zum Elektrizitätszähler, bis der Angehörige den Schalter **720** in die Ausgangsposition zurücksetzt, und den Haushalt verlässt. Der Elektrizitätszähler bzw. eine nachgeschaltete Vorrichtung zur Erkennung von Notfällen erkennt, dass in dem so markierten Zeitraum erfasste Aktivitäten nicht als Eigenaktivität der hilfsbedürftigen Person zu werten sind. Sobald ein Mitarbeiter eines Pflegedienstes den Haushalt betritt, steckt er einen Schlüssel **730** in einen Schlüsselschalter **760** und dreht den Schlüsselschalter **760** um, was das Gerät mit einer anderen Farbe der Kontrollleuchte **710** quittiert. Gleichzeitig sendet das Gerät solange ein zweites Signal zum Elektrizitätszähler, bis der Mitarbeiter den Schalter in die Ausgangsposition zurücksetzt, und den Haushalt verlässt. Der Elektrizitätszähler bzw. eine nachgeschaltete Vorrichtung zur Erkennung von Notfällen erkennt, dass in dem so markierten Zeitraum erfasste Aktivitäten nicht der hilfsbedürftigen Person, sondern dem Mitarbeiter zuzurechnen sind.

**[0026]** **Fig. 8** zeigt eine Prüfvorrichtung **800**, die dazu ausgebildet ist, dauerhaft in einer elektrischen Installation **100** eines Haushalts installiert zu sein und einen Elektrizitätszähler **110** regelmäßig, beispielsweise täglich auf korrekte Funktion seines Messwerks zu überprüfen. Dabei sollen sowohl Abweichungen durch Manipulationen wie parallel zum Zähler eingeschleifte Strompfade erkannt werden, als auch Abweichungen, die durch alterungsbedingte Veränderungen von Bauteilen bedingt sind. Die Prüfvorrichtung **800** ist über die elektrische Installation **100** des Haushalts mit dem Elektrizitätszähler **110** verbunden. Die Prüfvorrichtung **800** ist dazu ausgebildet, den Verbrauch in der elektrischen Installation **100** sehr genau zu modulieren. Die Prüfvorrichtung **800** ist weiterhin dazu ausgebildet, mit einem Kommunikationsgerät **120** Daten zu tauschen, und über das Kommunikationsgerät **120** mit dem Zähler

ler zu kommunizieren. Die Prüfvorrichtung **800** informiert den Zähler, wann sie welches Prüfsignal in die elektrische Installation **100** einkoppelt, und beauftragt den Zähler, die zugeordnete Signalamplitude zu ermitteln. Der Zähler führt hierzu eine geeignete Korrelationsanalyse durch. Selbst für sehr geringe Amplituden des Prüfsignals ist diese Aufgabe einfach realisierbar, weil sehr lange Prüfzeiten, beispielsweise 24 Stunden zulässig sind. Über so lange Prüfzeiten kann ein Prüfsignal auch dann problemlos gefunden werden, wenn seine Amplitude weit geringer ist als die Amplituden von Störsignalen. Am Ende dieser Prüfung vergleicht die Prüfvorrichtung **800** die vom Zähler ermittelte Signalamplitude mit der tatsächlich eingespeisten Signalamplitude. Im Falle einer sprunghaft aufgetretenen Abweichung, die auf eine Manipulation hindeutet, wird über das Kommunikationsgerät **120** eine erste Warnung an eine zentrale Stelle geschickt. Im Falle einer schleichenden Abweichung, die auf eine Alterung hindeutet, wird über das Kommunikationsgerät **120** eine zweite Warnung an eine zentrale Stelle geschickt. Zur Erzeugung des Prüfsignals wird in der Prüfvorrichtung **800** analog zur Ausführung gemäß **Fig. 4** ein Blindverbraucher geschaltet. Um eine schleichende Alterung der Prüfvorrichtung **800** zu vermeiden, wird dabei kein Elektrolytkondensator sondern beispielsweise ein Keramik Kondensator verwendet. In einer bevorzugten Ausführung ist die Prüfvorrichtung **800** fest in das Kommunikationsgerät **120** integriert, und teilt mit diesem Gehäuse, Leiterplatte und CPU.

**[0027]** **Fig. 9** zeigt einen Elektrizitätszähler, der dazu ausgebildet ist, seine Messwerke automatisch zu testen. Hier ist der dreiphasige Fall vollständig dargestellt, während vorstehend zum Zwecke der einfacheren Darstellung jeweils nur der einphasige Fall gezeigt wurde. Der Elektrizitätszähler weist 3 Messwerke **910** auf, die wie üblich mit dem öffentlichen Stromnetz **101** und der elektrischen Installation **100** eines Haushalts verbunden sind. Schalter **930**, **931**, und **931** sind dazu vorgesehen für das Einkoppeln eines Testsignals auf genau eine Phase, jeweils genau einen dieser Schalter durchzuschalten zu einer modulierbaren Impedanz **920**. Sobald Schalter **930** durchschaltet, liegt die modulierbare Impedanz **920** elektrisch parallel zu den anderen durch Phase 1 versorgten Verbrauchern. Die modulierbare Impedanz **920** wird gebildet aus einem Kondensator **25**, der beispielsweise mit 10 nF bemessen ist, und dazu vorgesehen ist eine Blindleistung  $Q$  von  $-0,166 \text{ VAR}$  zu beziehen, sobald der ihm zugeordnete Schalter **935** betätigt wird und einem Widerstand **20**, der beispielsweise mit 1 Megaohm bemessen ist, und dazu vorgesehen ist eine Wirkleistung  $P$  von  $0,053 \text{ W}$  zu verbrauchen, sobald der ihm zugeordnete Schalter **936** betätigt wird. Zur Überprüfung des ersten Messwerks wird Schalter **930** geschlossen. Dann wird mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators eine zufällige Symbolfolge generiert, und daraus gemäß der in **Fig. 6d** ge-

zeigten Kodierung eine Bitfolge abgeleitet. Entsprechend dieser Bitfolge wird der Schalter **935** sequentiell angesteuert. Während der Zeit, in der der Schalter **935** geschlossen ist, werden Blindleistungsmesswerte, die auf den Messwerten des ersten Messwerks basieren in einem Blindleistungsintegrator aufintegriert. Weiterhin werden Wirkleistungsmesswerte, die auf den Messwerten des ersten Messwerks basieren in einem Wirkleistungsintegrator aufintegriert. Während der Zeit, in der der Schalter **935** offen ist, werden die invertierten Messwerte in den gleichen Integratoren aufintegriert. Bei korrektem ersten Messwerk sind die Wirkleistungsmesswerte und die Ansteuerung des Schalter **935** unkorreliert, so dass der Wirkleistungsintegrator nach einer Messzeit von beispielsweise 10 Minuten im wesentlichen leer ist. Der Blindleistungsintegrator enthält dagegen im wesentlichen das Integral des Testsignals, das mit dem vorbekannten Sollwert verglichen wird. Im Anschluß wird auf die gleiche Art und Weise der Schalter **936** sequentiell angesteuert, und danach die Tests für Phase 2 und 3 wiederholt. Neben Fehlern der Messwerke wird auch ein manipulationsbedingter Messfehler erkannt, der durch den Manipulations-Strompfad **950** bewirkt wird.

**[0028]** **Fig. 10** zeigt einen kostenoptimierten Elektrizitätszähler, der dazu ausgebildet ist, seine Messwerke automatisch zu testen. Um Schalter zu sparen, wird auf die Erzeugung unterschiedlicher Testzustände verzichtet. Wirk- und Blindleistungsmessung und die einzelnen Messwerke werden nicht separat überprüft, sondern durch einen einzigen Test, der überprüft, ob die auf den einzelnen Phasen aufmodulierte Scheinleistung jeweils korrekt gemessen wird. Dabei wird aus Kostengründen in Kauf genommen, dass die Testbedingungen für die einzelnen Phasen unterschiedlich und ggf. suboptimal sind. Da nur ein Schalter benötigt wird, kann ein hochwertiger Schalter eingesetzt werden, beispielsweise ein Reedkontakt, der für mindestens 10 Millionen Schaltzyklen ausgelegt ist, und bauartbedingt keine diesen Test negativ beeinflussende Alterungserscheinungen ausbildet.

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- WO 00/29857 [0001]
- WO 2006/034866 A1 [0002]
- WO 2005059572 A1 [0002]
- US 6559766 B2 [0019]
- EP 2010873 A1 [0020]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Norm Din EN 50065-1 [0003]
- [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen//Technische-Richtlinien/TR03109/TR03109.pdf?\\_blob=publicationFile](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen//Technische-Richtlinien/TR03109/TR03109.pdf?_blob=publicationFile) [0021]
- [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Smart-Meter/Schutzprofil\\_Gateway/schutzprofil\\_smart\\_meter\\_gateway\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Smart-Meter/Schutzprofil_Gateway/schutzprofil_smart_meter_gateway_node.html) [0021]



### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Übertragung von Signalen und oder Daten über ein vorhandenes Stromnetz mit einem modulierbaren Leistungverbraucher und einem zur Bildung von Verrechnungsdaten ausgelegten Elektrizitätszähler, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus Messwerten eines Messwerks des Elektrizitätszählers Verbrauchswerte und/oder Leistungswerte ermittelt werden, und aus diesen Verbrauchswerten und/oder Leistungswerten übertragene Signale rekonstruiert werden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit einer Einrichtung zur Erkennung von Notfällen, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Eingabegerät mit Schaltern und einem modulierbaren Leistungverbraucher vorgesehen ist, wobei es vorgesehen ist durch Bedienung von Schaltern und hieraus ausgelöste Modulationen des Leistungverbrauchers die Erkennung von Notfällen zu beeinflussen.

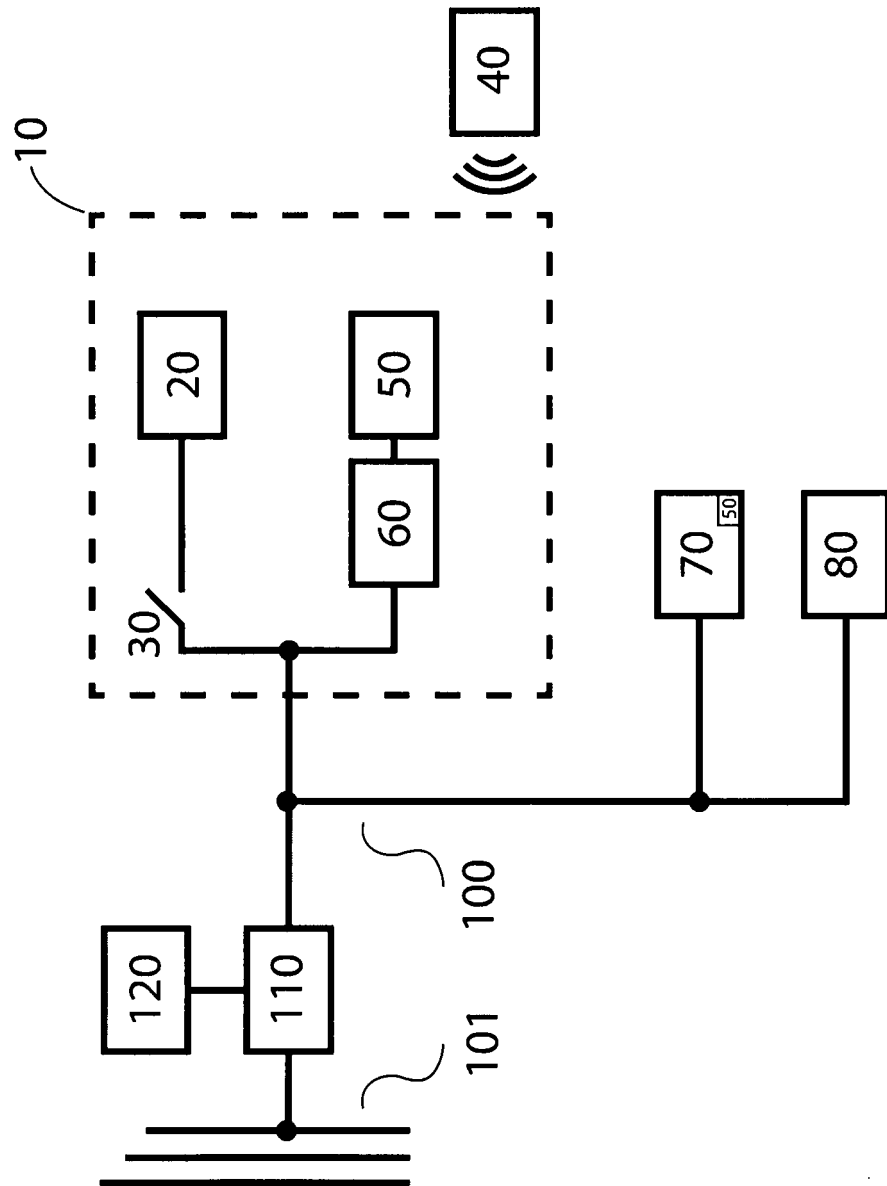
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Selbsttest der Messgenauigkeit eines Elektrizitätszählers vorgesehen ist.

4. Zur Bildung von Verrechnungsdaten ausgelegter Elektrizitätszähler mit einem modulierbaren Leistungverbraucher, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus Messwerten eines Messwerks des Elektrizitätszählers Verbrauchswerte und/oder Leistungswerte ermittelt werden, und diese Verbrauchswerte und/oder Leistungswerte mit einer Modulation des modulierbaren Leistungverbrauchers in Beziehung gebracht werden, um die Funktion des Messwerks zu überprüfen.

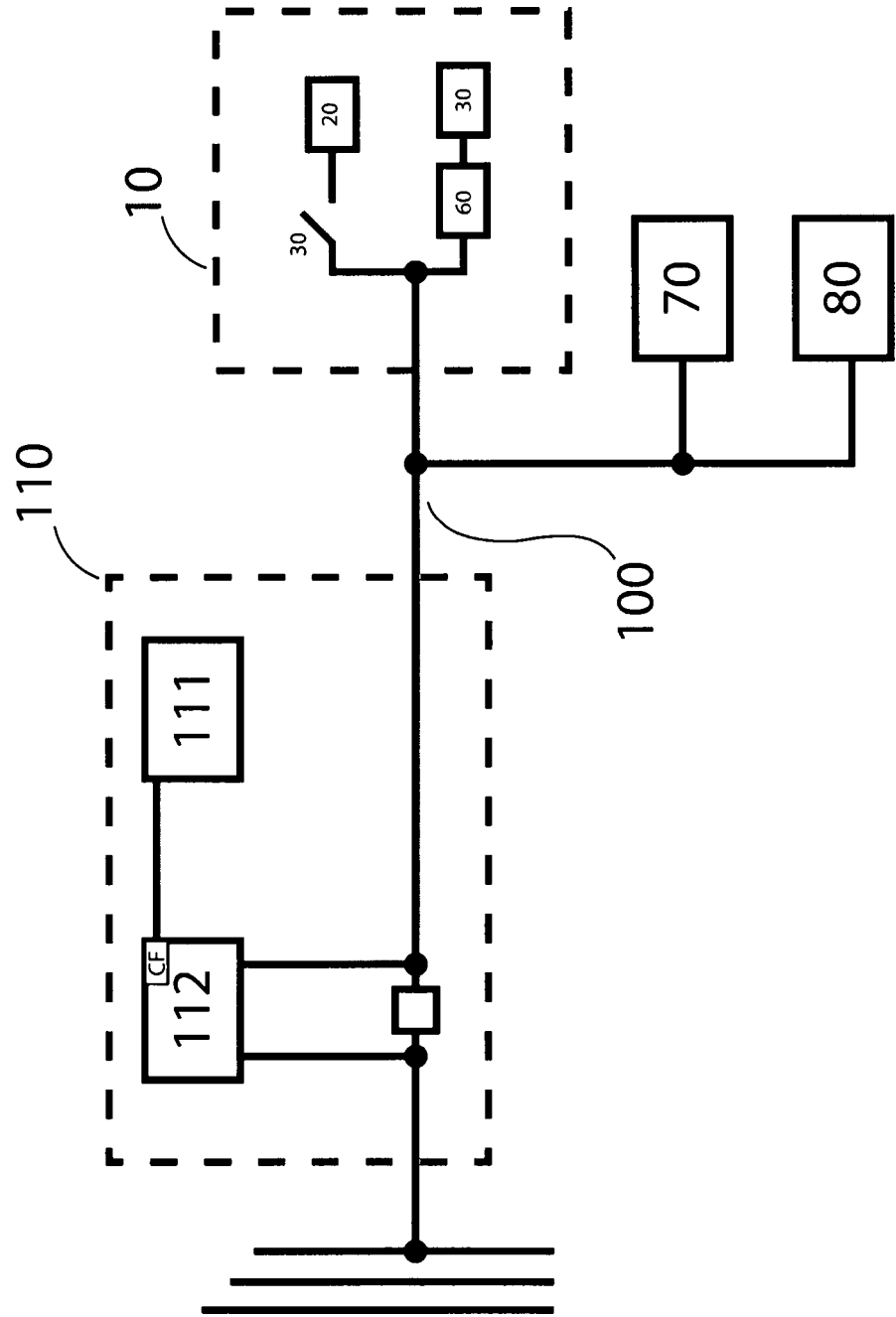
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

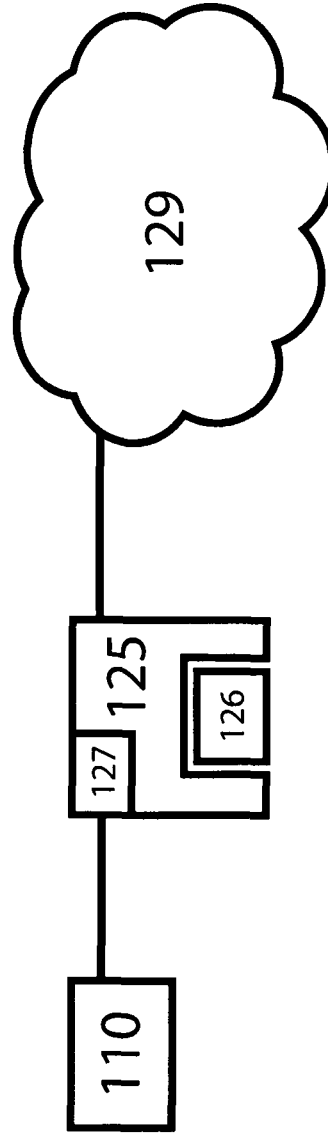
Figur 1



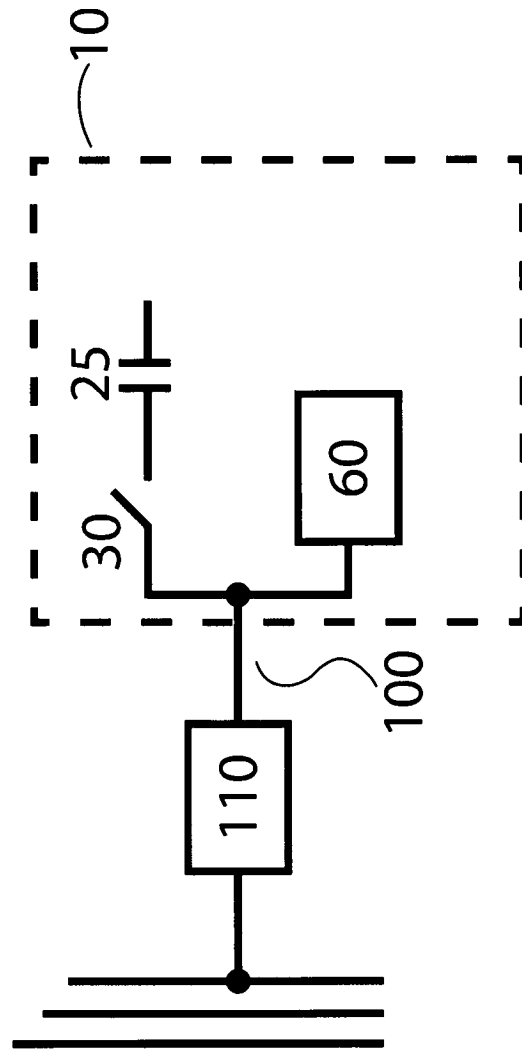
Figur 2



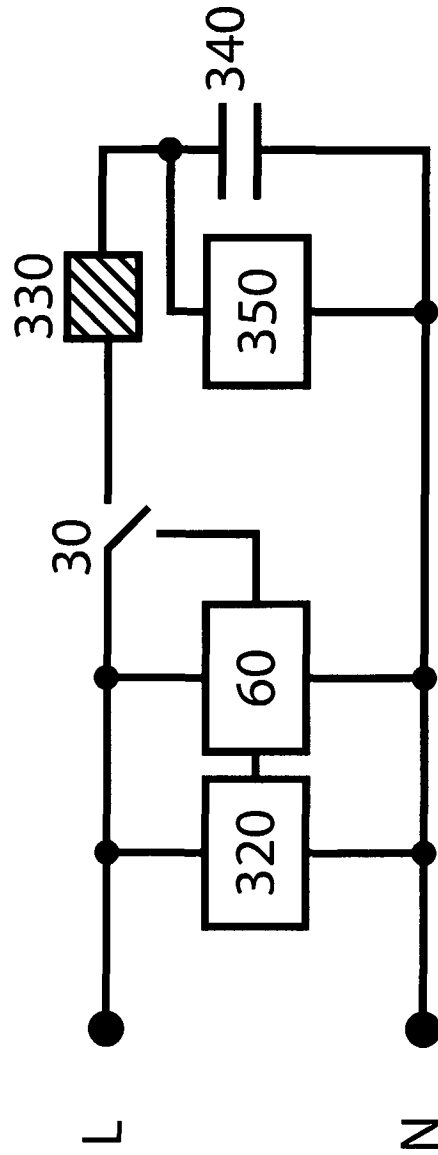
Figur 3



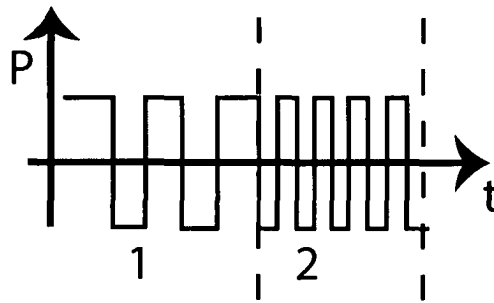
Figur 4



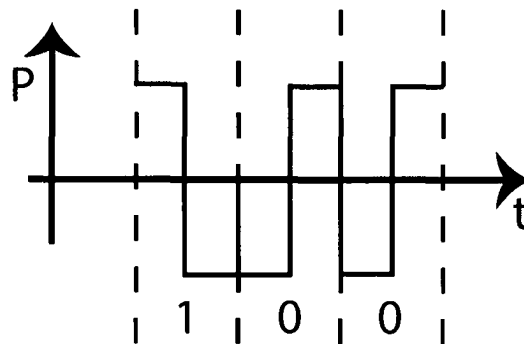
Figur 5



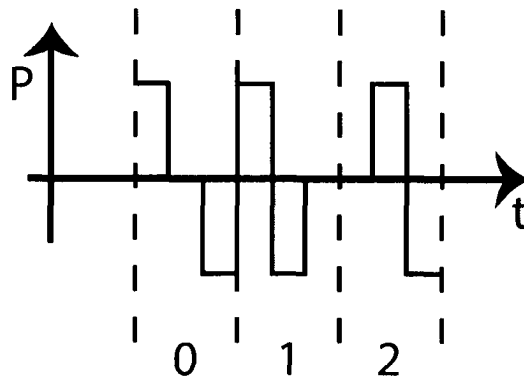
Figur 6a



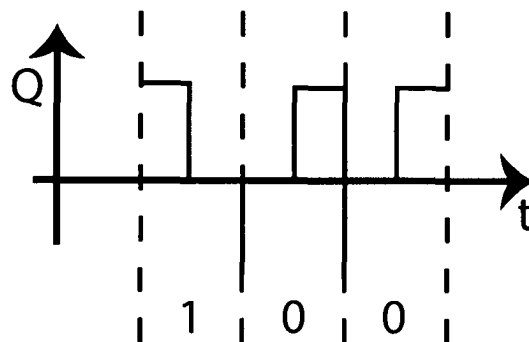
Figur 6b



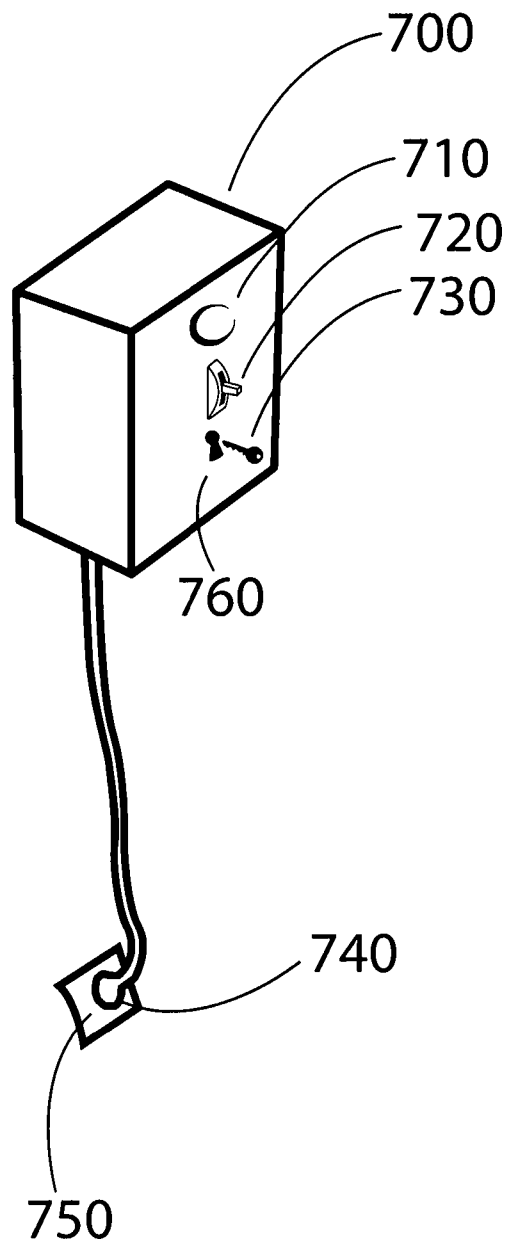
Figur 6c



Figur 6d

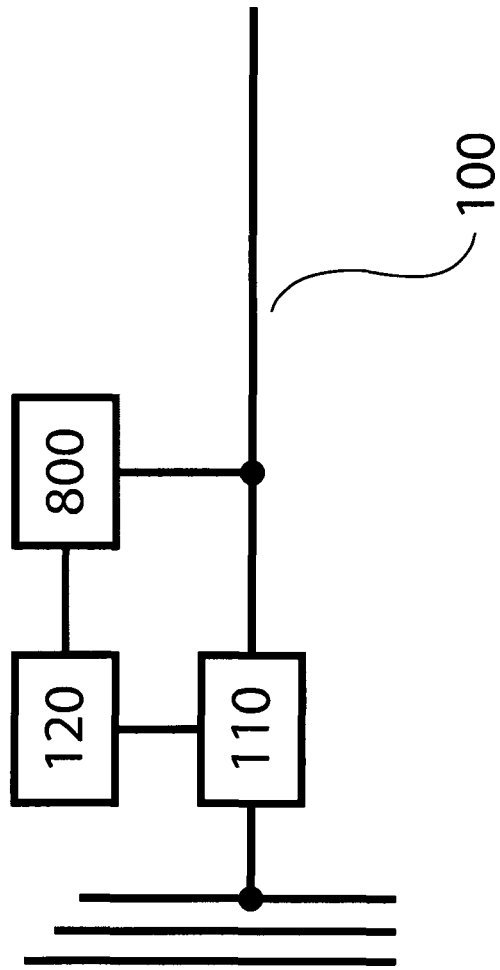


# Figur 7

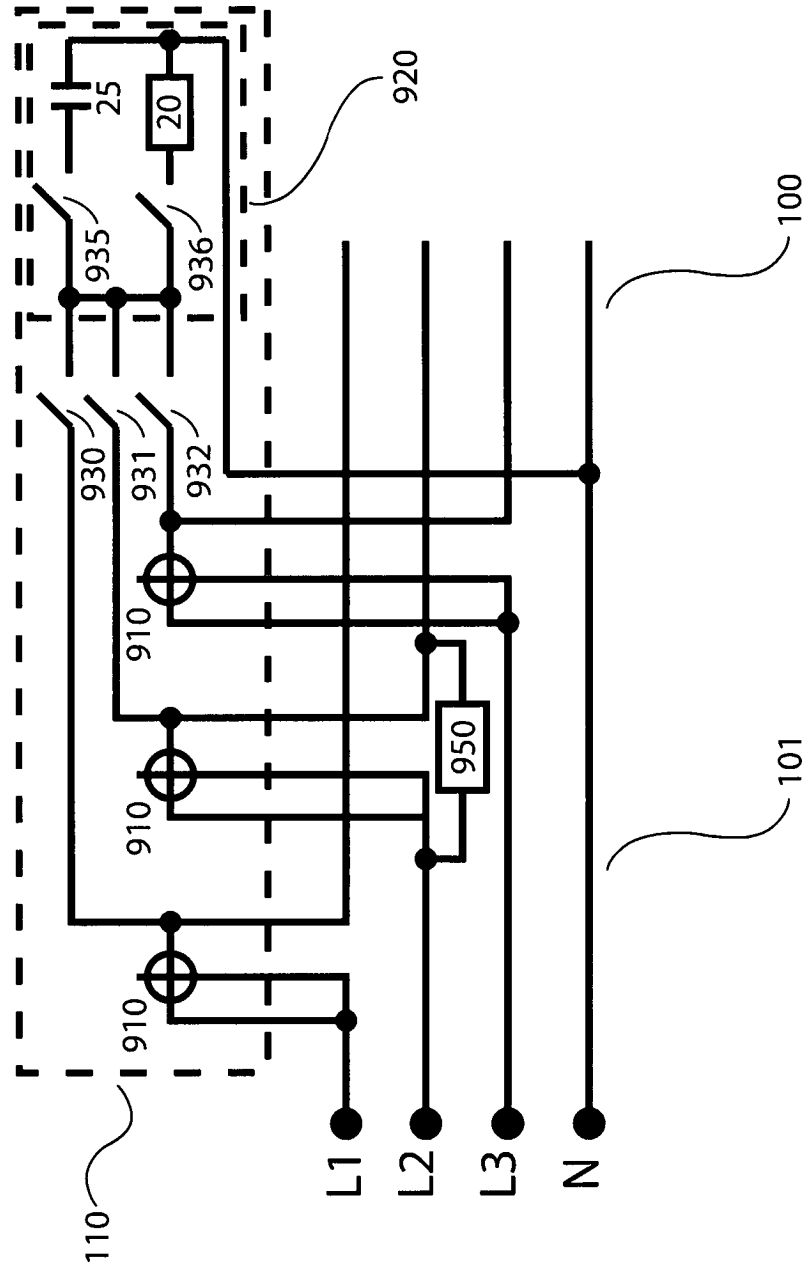




Figur 8



Figur 9



Figur 10

