



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 667 759 A5

⑤① Int. Cl.⁴: H 02 J 13/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 1445/85

㉓ Inhaber:
Zellweger Uster AG, Uster

㉒ Anmeldungsdatum: 03.04.1985

㉔ Patent erteilt: 31.10.1988

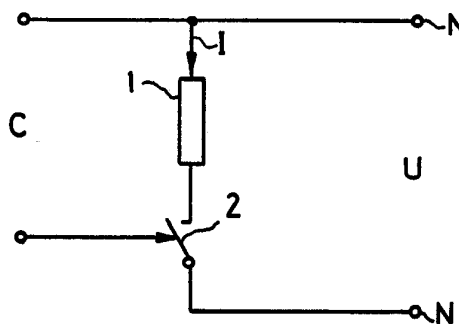
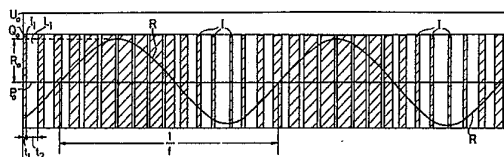
㉕ Patentschrift
veröffentlicht: 31.10.1988

㉗ Erfinder:
Bär, Hanspeter, Dr., Uster

⑤④ Verfahren zum Senden von Daten über die Leitung eines Wechselstrom-Verteilungsnetzes und Sender zur Durchführung des Verfahrens.

⑤⑦ Der Sender erzeugt ein für die zu sendenden Daten repräsentatives Stromsignal als Laststrom einer speziellen Last (1). Zum Senden dieses Stromsignals wird die Last (1) über einen Schalter (2) kurzzeitig mit einer Spannungsquelle (N) verbunden, wodurch eine Reihe von Stromimpulsen (I) erzeugt wird. Bei der Festlegung des die Last (1) mit der Spannungsquelle (N) verbindenden Steuersignals (C) geht man von der theoretischen Annahme aus, dass die Spannungsquelle eine solche für Gleichspannung mit dem Wert der Amplitude (U_0) der Netzspannung (U) sei. Man wählt das Steuersignal (C) so, dass das durch die Aneinanderreihung der Stromimpulse (I) gebildete Signal bei der Frequenz (f) des gewünschten theoretischen Signals (R) einen möglichst hohen spektralen Anteil aufweist.

Dadurch braucht der Sender bei der Festlegung des Steuersignals keine Phasenwerte der Netzspannung zu berücksichtigen und wird in seinem Aufbau einfacher als in dem Fall, wo man bei der Festlegung und Optimierung des Steuersignals die Netzwechselspannung als Spannungsquelle wählt. Das Verfahren eignet sich insbesondere für die Rückmeldung von Daten über beispielsweise den Zählwerkstand von über das Netz verteilten Zählern oder über die erfolgte Befehlsausführung von Rundsteuerempfängern an eine Zentrale.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Senden von Daten über die Leitung eines Wechselstrom-Verteilungsnetzes, bei welchem ein für die zu sendenden Daten repräsentatives Stromsignal erzeugt und in das Netz eingegeben wird, wobei man das Stromsignal als Laststrom eines Netzwerkes erzeugt, welches über einen Schalter mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, und zum Senden des Stromsignals das Netzwerk mehrmals kurzzeitig mit der Spannungsquelle verbindet und dadurch eine Reihe von Stromimpulsen erzeugt, und wobei man die Zeitpunkte der Erzeugung und/oder die Dauer dieser Stromimpulse so wählt, dass das resultierende Sendesignal wenigstens angenähert einem gewünschten theoretischen Signal entspricht, dadurch gekennzeichnet, dass man bei der Festlegung des den Schalter (2) steuernden Steuersignals (C) von der theoretischen Annahme ausgeht, dass die Spannungsquelle durch eine solche für Gleichspannung gebildet ist und dieses Steuersignal so wählt, dass das durch die Aneinanderreihung der Stromimpulse (I) gebildete Signal bei der Frequenz (f) des gewünschten theoretischen Signals (R) einen möglichst hohen spektralen Anteil aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man für die theoretische Annahme den Wert der Gleichspannung gleich der Amplitude (U_0) der Netzwechselspannung (U) wählt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass man pro Periode ($\frac{1}{f}$) des gewünschten theoretischen Signals (R) mehrere, vorzugsweise etwa 64 Stromimpulse (I) erzeugt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das gewünschte theoretische Signal (R) einen zusätzlichen Gleichstromanteil (P_0) aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man nach der Festlegung des Steuersignals (C) aufgrund der theoretischen Annahme einer Netz-Gleichspannung (U_0) als Spannungsquelle im Betrieb die Netz-Wechselspannung (U) als Spannungsquelle verwendet und somit das aus den Stromimpulsen (I) zusammengesetzte Signal amplitudenmoduliert, wodurch anstelle der Signalkomponenten bei der Frequenz (f) des gewünschten theoretischen Signals (R) zwei Komponenten mit den Frequenzen $f + F$ und $f - F$ entstehen, wobei (F) die Frequenz der Netz-Wechselspannung darstellt.

6. Sender zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem das Steuersignal für den Schalter liefernden Rechner, welcher zur Eingabe von Kenngrößen der Netzspannung sowie des gewünschten theoretischen Signals ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Kenngrößen Amplitudenwerte (U_0 , R_0) der Netzspannung (U) und des gewünschten theoretischen Signals (R) darstellen.

7. Sender nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Kenngrößen zusätzlich den Amplitudenwert (P_0) eines Gleichstromanteils des gewünschten theoretischen Signals (R) enthalten.

8. Sender nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Rechner (3) ein Speicher (4) nachgeschaltet ist,

dessen Adressen durch die für eine Periode ($\frac{1}{f}$) des gewünschten theoretischen Signals (R) als Funktion von dessen Phase vorausgerechneten Zeitpunkte der Aussendung der Sendeimpulse (I) gebildet sind.

9. Sender nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (3) den aktuellen Phasenwert des gewünschten theoretischen Signals (R) ermittelt und die durch diesen Wert gebildete Adresse bestimmt.

BESCHREIBUNG

Verfahren zum Senden von Daten über die Leitung eines Wechselstrom-Verteilungsnetzes werden beispielsweise dann angewendet, wenn der Zählwerkstand von über das Netz verteilten Zählern oder Informationen über die erfolgte Befehlsausführung von Rundsteuerempfängern an eine Zentrale zurückgemeldet werden sollen.

Für derartige Rückmeldungen ist eine Vielzahl von möglichst billigen Sendern mit relativ geringer Leistung erforderlich, wogegen der zentrale Empfänger eher aufwendig sein kann. Das vom Empfänger ausgewertete Signal ist entweder direkt das Stromsignal oder ein davon abgeleitetes Signal, wie beispielsweise der resultierende Spannungsabfall an der Streuinduktivität des das Netz speisenden Transformators.

Bei bekannten Verfahren dieser Art, von denen beispielsweise zwei in der DE-PS 2 820 213 und in der CH-PS 540 607 beschrieben sind, enthält der Sender ein Netzwerk, welches entweder direkt oder über einen steuerbaren Schalter mit den Netzklemmen verbunden ist. Beim Netzwerk handelt es sich um einen frequenzselektiven, abgestimmten Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz die Sendefrequenz mitbestimmt. Zudem wird beim Verfahren nach der CH-PS 540 607 das in einer Leistungsstufe erzeugte Sendesignal über einen Transformator ins Netz eingekoppelt.

Abgesehen davon, dass die für das Stromsignal benötigte Leistung zuerst dem Netz entnommen und diesem dann über einen Umweg wieder zugeführt wird, stellt das frequenzselektive Netzwerk eine starke Einschränkung dar, indem es im Betrieb eine Änderung der Sendefrequenz erschwert. Der aktive Teil des Senders ist durch eine geeignete Verstärkerstufe gebildet, die durch entsprechende Filter vor hohen Spannungen geschützt werden muss.

Diese Einschränkungen sind selbstverständlich nachteilig und es wäre daher ein Verfahren zum Senden von Daten über die Leitung eines Wechselstrom-Verteilungsnetzes wünschenswert, bei welchem weder eine Verstärkerstufe noch ein auf die Sendefrequenz abgestimmtes Netzwerk erforderlich sind und welches damit bezüglich der Frequenz des Stromsignals eine hohe Flexibilität aufweist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Senden von Daten über die Leitung eines Wechselstrom-Verteilungsnetzes, bei welchem ein für die zu sendenden Daten repräsentatives Stromsignal erzeugt und in das Netz eingegeben wird, wobei man das Stromsignal als Laststrom eines Netzwerkes erzeugt, welches über einen Schalter mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, und zum Senden des Stromsignals das Netzwerk mehrmals kurzzeitig mit der Spannungsquelle verbindet und dadurch eine Reihe von Stromimpulsen erzeugt, und wobei man die Zeitpunkte der Erzeugung und/oder die Dauer dieser Stromimpulse so wählt, dass das resultierende Sendesignal wenigstens angenähert einem gewünschten theoretischen Signal entspricht.

Bei einem im CH-Patent Nr. 665 062 vorgeschlagenen Verfahren dieser Art, bei welchem das gewünschte theoretische Signal annähernd sinusförmig ist, ist die Spannungsquelle durch das Netz gebildet. Dadurch ist im Sender ein gewisser Aufwand zur Kompensation der Amplituden- und Vorzeichenänderung der Netzspannung erforderlich. Dies bedingt im Sender insbesondere die Kenntnis der aktuellen Phase der Netzspannung.

Durch die vorliegende Erfindung soll das in dem genannten CH-Patent beschriebene Verfahren dahingehend vereinfacht werden, dass keine Kompensation der Amplituden- und Phasenänderung der Netzspannung mehr erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass man bei der Festlegung des den Schalter steuernden Steuersignals von der theoretischen Annahme ausgeht, dass die Spannungsquelle durch eine solche für Gleichspannung gebildet ist und dieses Steuersignal so wählt, dass das durch die Aneinanderreihung der Stromimpulse gebildete Signal bei der Frequenz

des gewünschten theoretischen Signals einen möglichst hohen spektralen Anteil aufweist.

Wenn man das Steuersignal für den Schalter aufgrund der erfindungsgemässen Kriterien auslegt und anschliessend das resultierende Sendesignal mit der sich sinusförmig ändernden Netzspannung der Frequenz F analysiert, dann erkennt man, dass die Netzspannung zu einer Amplitudenmodulation des ursprünglichen, theoretisch von einer Gleichspannung abgeleiteten Sendesignals führt. Wenn die Frequenz des gewünschten theoretischen Signals gleich f ist, dann wird zwar die Signalkomponente bei f verschwinden, wird jedoch durch zwei Komponenten bei $f + F$ und $f - F$ ersetzt, welche den aus der Modulationstheorie wohlbekannten Seitenbändern bei der Amplitudenmodulation entsprechen und im Empfänger durch geeignete Demodulationsverfahren ausgewertet werden können.

Die Erfindung betrifft weiter einen Sender zur Durchführung des genannten Verfahrens, mit einem das Steuersignal für den Schalter liefernden Rechner, welcher zur Eingabe von Kenngrössen der Netzspannung sowie des gewünschten theoretischen Signals ausgebildet ist.

Der erfindungsgemässe Sender ist dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Kenngrössen Amplitudenwerte der Netzspannung und des gewünschten theoretischen Signals darstellen.

Der erfindungsgemässe Sender braucht somit die Phasenwerte der Netzspannung nicht zu berücksichtigen und ist in seinem Aufbau wesentlich einfacher, weil die Synchronisationsschaltung für die Synchronisierung der Schaltzeitpunkte des Schalters mit der aktuellen Phase der Netzspannung wegfällt.

Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnungen näher erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild zur Funktionserläuterung,

Fig. 2a, b je ein Diagramm der Signalverläufe, und

Fig. 3, 4 je ein Blockschaltbild eines Senders.

Das in Fig. 1 dargestellte Prinzipschaltbild zeigt einen Widerstand 1, welcher als einfachste Ausführungsform eines als Last geschalteten Netzwerkes aufgefasst werden kann, und einen gesteuerten Schalter 2, die mit den Netzklemmen N verbunden sind. Der Schalter 2 wird durch ein Steuersignal C geschaltet.

Ist der Schalter 2 geschlossen, dann fliesst ein durch die Netzspannung U und den Widerstand 1 gegebener Strom. Bei geöffnetem Schalter 2 fliesst kein Strom. Wenn man nun die Öffnungs- und Schliesszeiten des Schalters 2 variiert und das resultierende Stromsignal I im Netz N betrachtet, dann variiert auch dieses Stromsignal mit der Zeit. Insbesondere variiert auch der über eine bestimmte Messperiode erfasste Mittelwert dieses resultierenden Stromsignals in Abhängigkeit von den Öffnungs- und Schliesszeiten des Schalters 2.

Die Kombination von Widerstand 1 und dem in rascher Folge geöffneten und wieder geschlossenen Schalter 2 kann also als variabler Widerstand aufgefasst werden, solange nur der mittlere Widerstandswert über eine Messperiode erfasst wird, welche deutlich länger ist als die typische Schaltperiode des Schalters 2. Dieser Umstand wird beim erfindungsgemässen Sendeverfahren ausgenutzt, wobei als Quellenspannung U die Netzspannung verwendet wird.

Fig. 2a zeigt in einem Diagramm den Verlauf der verschiedenen Signale, und zwar unter der Annahme, dass das Netz eine Gleichspannung vom Wert U_0 liefert. Auf der Abszisse ist die Zeit t eingetragen, auf der Ordinate die Momentanwerte der dargestellten Stromsignale. Der Gleichstrom Q_0 resultiert, wenn der Widerstand 1 über den Schalter 2 dauernd mit der Gleichspannung U_0 verbunden ist. Durch das Steuersignal C (Fig. 1) wird der Schalter 2 kurzzeitig geschlossen und geöffnet. Dadurch entsteht entsprechend den Schaltzeiten des Schalters 2 eine Folge von Stromimpulsen I .

Die Schliesszeiten des Schalters 2 für einen Einzelimpuls sind dabei vorzugsweise konstant gewählt. Durch eine ununter-

brochene Auseinanderreihung von Einzelimpulsen konstanter Dauer können auch längere Impulse entstehen, deren Dauer ein Mehrfaches der Dauer eines Einzelimpulses I beträgt.

Das Stromsignal R bezeichnet das gewünschte trägerfrequente Sendesignal der Amplitude R_0 , welches zusätzlich noch einen Gleichstromanteil P_0 aufweist, auf den später eingegangen wird. Darstellungsgemäss ist das trägerfrequente Signal R sinusförmig, wobei seine Amplitude und/oder Phase und/oder Frequenz in der Praxis zur Datenübertragung zusätzlich moduliert werden. Diese Modulation ist in der Figur der besseren Übersichtlichkeit halber vernachlässigt. Die Frequenz f des trägerfrequenten Signals R liegt in der Praxis zwischen etwa 100 Hz und 2500 Hz.

Wenn man in Fig. 2a den ersten Stromimpuls I_1 der Dauer t_1 sowie die auf diesen Impuls folgende Lücke L_1 der Dauer t_2 betrachtet, dann sieht man, dass der im Intervall $t_1 + t_2$ resultierende Mittelwert des Stromes gleich gross ist wie der Mittelwert des gewünschten theoretischen Signals R im gleichen Intervall $t_1 + t_2$. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass sich durch geeignete Wahl des Zeitpunkts der Erzeugung der Stromimpulse I und/oder von deren Dauer ein Signal erzeugen lässt, dessen zeitlicher Mittelwert (ermittelt über ein Intervall, welches ein Mehrfaches der Dauer eines Einzelimpulses beträgt, jedoch kürzer ist als die Periode des trägerfrequenten Signals R) praktisch mit dem Mittelwert des gewünschten theoretischen Signals übereinstimmt.

Mit dem mehrmaligen Öffnen und Schliessen des Schalters 2

(Fig. 1) pro Periode $\frac{1}{f}$ von R erreicht man eine günstige Form

des Spektrums von I , insbesondere eine Reduktion der Harmonischen bei den Frequenzen $3f$, $5f$, $7f$, usw. Da man die Stromimpulse I sinnvollerweise nur dann absetzen kann, wenn das Vorzeichen von R positiv ist, was bei fehlendem Gleichstromanteil P_0 im Mittel nur in 50% aller Fälle gewährleistet ist, wird dem trägerfrequenten Signal noch der schon erwähnte Gleichstromanteil P_0 überlagert, so dass der genannte Prozentsatz auf über 50%, darstellungsgemäss auf 100%, erhöht wird.

Das durch die Stromimpulse I gebildete Signal sei nachfolgend als $I(t)$ bezeichnet. Es kann folgendermassen dargestellt werden:

$$I(t) = C(t) \cdot \frac{U_0}{W}$$

Dabei ist $C(t)$ bei geschlossenem Schalter 2 (Fig. 1) gleich 1 und bei offenem Schalter 2 gleich 0; U_0 ist die Amplitude der Netzgleichspannung und W ist der Wert des als Last angenommenen Widerstandes 1.

Wenn man nun die zu Beginn gewählte vereinfachende Annahme, dass die Netzspannung eine Gleichspannung U_0 sei, fallen lässt und das bei einer sich sinusförmig ändernden Netzspannung der beispielsweise Frequenz F von 50 Hz resultierende Stromsignal $I^*(t)$ — siehe Fig. 2 — analysiert, ergibt sich folgende Darstellung:

$$I^*(t) = U_0 \cdot \sin(2\pi \cdot F \cdot t) \cdot \frac{C(t)}{W} = I(t) \cdot \sin(2\pi \cdot F \cdot t)$$

Dabei ist U_0 die Amplitude der Netzspannung; F die Netzfrequenz, beispielsweise 50 Hz; $C(t)$ das unter Annahme einer Netz-Gleichspannung U_0 (Fig. 2a) optimierte Steuersignal für den Schalter 2 und W der Wert des als Last angenommenen Widerstands 1 (Fig. 1).

Ein Vergleich der beiden Beziehungen für $I(t)$ und $I^*(t)$ zeigt, dass die sich sinusförmig ändernde Netzspannung zu einer Amplitudenmodulation des ursprünglichen Stromsignals $I(t)$ führt. Damit lässt sich das Spektrum von $I^*(t)$ sehr einfach aus demjenigen von $I(t)$ ableiten. Die Signalkomponente bei f wird zwar vollständig verschwinden, sie wird jedoch durch zwei

Komponenten bei $f + F$ und $f - F$ ersetzt. Diese beiden Signale entsprechen den aus der Modulationstheorie wohl bekannten Seitenbändern bei der Amplitudenmodulation.

Die gleiche Aufteilung in zwei spektrale Komponenten mit dem Abstand $2F$ erfolgt auch für jede einzelne Harmonische des Signals $I^*(t)$. Die grundsätzlich günstigen Eigenschaften des Spektrums von $I(t)$ bleiben aber erhalten, nur dass man bei $I^*(t)$ zwei gleich starke Netzsignale bei $f + F$ und $f - F$ vorfindet. Diese beiden Hauptkomponenten können vom Empfänger durch geeignete Demodulationsverfahren ausgewertet werden.

Das beschriebene Verfahren ist ähnlich wie das im CH-Patent Nr. 665 062 beschriebene, welches bei der Festlegung des die Zeitpunkte der Erzeugung und/oder die Dauer der Stromimpulse I steuernden Steuersignals C für den Schalter 2 (Fig. 1) davon ausgeht, dass die Spannungsquelle durch das Netz gebildet ist. Das bedeutet, dass im Sender, welcher das resultierende Sendesignal aussenden soll, entsprechende Mittel für die Kompensation der Amplituden- und Vorzeichenänderung der Netzspannung erforderlich sind. So benötigt dieser Sender insbesondere eine Synchronisationsschaltung für die Synchronisierung der Schaltzeitpunkte des Schalters 2 mit der aktuellen Phase der Netzspannung.

Das Steuersignal C für den Schalter 2 wird gemäss den Figuren 3 und 4 durch einen Rechner 3 geliefert. Der Rechner 3 des vorliegenden Systems unterscheidet sich von demjenigen des CH-Patents Nr. 665 062 im wesentlichen dadurch, dass er keine Informationen über die Phase der Netzspannung und dementsprechend weder einen Eingang für derartige Informationen noch eine Synchronisationsschaltung für die Synchronisierung der Schaltzeitpunkte des Schalters 2 mit der aktuellen Phase der Netzspannung benötigt.

Darstellungsgemäss weist der Rechner 3 einen Eingang für die Eingabe der Amplitudenwerte U_0 (Netzspannung), R_0 (Signal R) und P_0 (überlagerter Gleichstromanteil) auf. Der Rechner 3 ermittelt anhand geeigneter Kriterien die optimale Folge der Impulse I und steuert den Schalter 2 mit einem entsprechenden Steuersignal $C(t)$ an.

Für die Festlegung dieser Kriterien durch den Rechner 3 sind viele Varianten möglich. Nur beispielsweise seien die folgenden angegeben:

— Das Integral über den aktuellen Sendeimpuls I (Fig. 2a) ist gleich der Fläche des gewünschten Sendesignals R , vom Anfang des aktuellen bis zum Anfang des nächsten Sendeimpulses; oder

— man vergleicht den Wert der Integrale von Impulssignal I und gewünschtem Signal R über einen bestimmten kurzen Abschnitt des Sendesignals von beispielsweise einem Sechzehntel der Periode $\frac{1}{f}$ und wählt die Anzahl der Impulse und deren Po-

sitionen — bei konstanter Impulsdauer — innerhalb des Abschnitts derart, dass der quadratische Fehler der Abweichung der Integrale minimal wird. Der quadratische Fehler kann dabei auf verschiedene Arten definiert und es können insbesondere auch die quadratischen Fehler von Unterabschnitten analysiert und für den Entscheid über Anzahl und Position der Sendeimpulse I berücksichtigt werden; oder

— Auswahl desjenigen Impulssignals, welches eine möglichst gute Korrelation mit dem entsprechenden Abschnitt des gewünschten Sendesignals R aufweist.

Beim Ausführungsbeispiel von Fig. 4 sind zwischen dem Rechner 3 und dem Schalter 2 ein programmierbarer Lese-Speicher (PROM) 4 und ein Interface 5 angeordnet, wobei letzteres auch Teil des Rechners 3 sein kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Zeitpunkte der Aussendung der Sendeimpulse I (Fig. 2a) nicht online berechnet, sondern für eine Periode von R als Funktion der Phase von R vorausberechnet und im Speicher 4 gespeichert. Der Rechner 3 ermittelt vorzugsweise den aktuellen Phasenwert und bestimmt dann die durch diesen Wert gebildete Adresse. Unter dieser Adresse findet dann der Rechner 3 oder das Interface 5 die Information über den weiteren Verlauf der Impulsfolge. Durch die Verwendung von Speicher 4 und/oder Interface 5 wird der Rechner 3 entlastet.

Bei einer Realisierung des Senders in Mikroprozessortechnik werden die Signale, insbesondere die Sendezeiten der Impulse I vorzugsweise quantisiert. Dazu teilt man den Bereich zwischen 0 und 2π der Phase des trägerfrequenten Signals in beispielsweise 128 Schritte und ermittelt mit dem Rechner 3 durch einen Zählvorgang mit äquidistanten, gleich grossen Inkrementen den aktuellen Phasenwert des trägerfrequenten Signals R . Dieser Wert ist gerade die Adresse für den Speicher 4, der seinerseits als Ausgang beispielsweise die Sequenz für die Aussendung der Sendeimpulse I (Fig. 2a) für einen bestimmten Zeitabschnitt enthält, während welchem beispielsweise bis zu 8 Impulse auftreten können.

Der Speicher 4 könnte beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt die Sequenz «01101000» liefern. Das Interface 5, welches diese Sequenz übernimmt, wird diese beispielsweise folgendermassen interpretieren: In den Zeitintervallen 1, 4, 6, 7, 8, welche je $\frac{1}{128}$ der Periode des Signals R dauern, ist der Schalter

2 offen zu halten (diese Information ist charakterisiert durch eine «0» in der Sequenz), wogegen er in den Intervallen 2, 3 und 5 («1» in der Sequenz) zu schliessen ist. Nach Ablauf der total 8 Intervalle wird dem Speicher 4 eine neue Sequenz entnommen, wobei der dann gültige Phasenwert des trägerfrequenten Signals R die Adresse der neuen Sequenz bildet.

Das Interface 5 kann beispielsweise durch ein Schieberegister gebildet sein, in welches vom Speicher 4 die Sequenz der Impulse und Lücken für die 8 Unterschritte simultan eingelesen und anschliessend sequentiell als Steuersignal $C(t)$ an den Schalter 2 abgegeben wird. Der Schalter 2 ist vorzugsweise durch einen Leistungstransistor gebildet.

Der Speicher 4 kann als Ausgangswert auch die Dauer des nächsten Impulses und der darauffolgenden Lücke abgeben, wobei der Rechner 3 am Ende dieser Lücke mit dem dann gültigen Amplitudenwert die Dauer des nächsten Impulses und der zugehörigen Lücke erfragt. In diesem Fall ist das Interface 5 durch einen Zeitzähler gebildet.

Das beschriebene Verfahren und der Sender zu dessen Durchführung eignen sich insbesondere für die Rückmeldung von Daten über beispielsweise den Zählwerkstand von über das Netz verteilten Zählern oder über die erfolgte Befehlsausführung von Rundsteuerempfängern an eine Zentrale.

FIG. 1

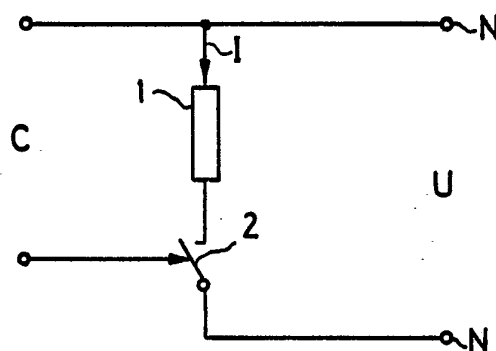


FIG. 3

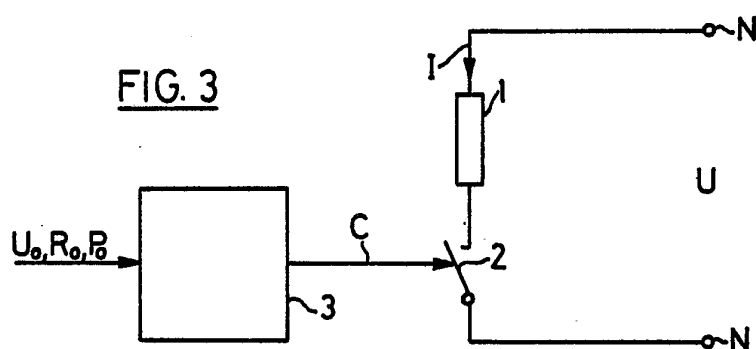
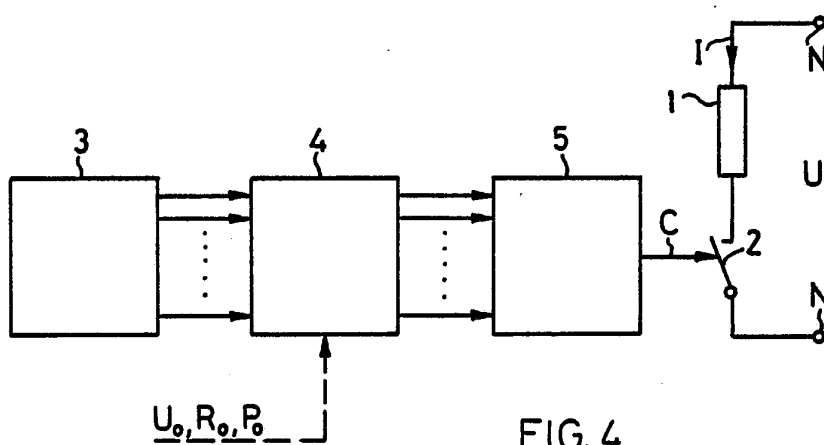


FIG. 4

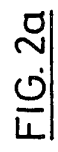


FIG. 2b