



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 02 J 13/00
H 04 B 3/54

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



PATENTSCHRIFT A5

618 553

① Gesuchsnummer: 10387/77

⑦ Inhaber:
LGZ Landis & Gyr Zug AG, Zug

② Anmeldungsdatum: 25.08.1977

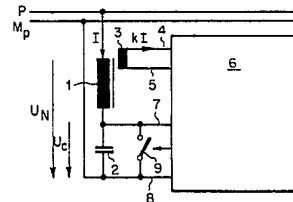
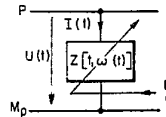
④ Patent erteilt: 31.07.1980

⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1980

⑦ Erfinder:
Jean-Gabriel Gander, Zug

⑤ Verfahren zur Signalerzeugung und Sendeeinrichtung für eine Netzüberlagerungs-Meldeanlage mit einer an zwei Leiter eines Wechselstrom-Versorgungsnetzes angeschlossenen Netzlast.

⑦ Die Netzlastparameter werden mittels Schalter (9) oder durch Veränderung der Eigenschaften von Komponenten (1, 2) durch elektrische Einwirkung, abhängig von einem Referenzsignal moduliert. Ein Referenzstrom, eine Kondensator-Spannung, ein Korrektursignal zur Veränderung einer Induktivität der Netzlast, die Netzspannung $U(t)$, eine externe Stromquelle, der durch eine aufgeteilte Netzlast (1, 2) fließende Gesamtstrom $I(t)$ oder dessen Nulldurchgänge und diejenigen der Netzspannung bilden das Referenzsignal. Von der Steuereinrichtung (6) gesteuerte Schalter (9) verbinden eine Komponente (1) der Netzlast $Z[t, \omega(t)]$ periodisch mit den Leitern (P, M_p). Die Netzlast $Z[t, \omega(t)]$ ist transformatorisch an das Netz angeschlossen. Sie besteht aus mindestens einem Reihenresonanzkreis (1, 2), dessen Kondensator (2) vom Schalter (9) überbrückt ist. Die Schwingkreisspule (1) hat eine Messwicklung (3). Das frequenzmodulierte breitbandige Signal eignet sich besonders gut für die Uebermittlung von Zählerständen oder anderen Informationen mittels zahlreicher über die Netzleitungen verteilter Sendeeinrichtungen entgegen dem Netzenergiefluss zu einem oder mehreren in einer Zentrale für die Ermittlung dieser Information angeordneten Empfänger.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Signalerzeugung mit Hilfe einer Sendeeinrichtung für eine Netzüberlagerungs-Meldeanlage mit einer an zwei Leiter eines Wechselstrom-Versorgungsnetzes angeschlossenen Netzlast, welche durch ein Informationssignal gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Lastparameter mittels nichtlinearer Elemente oder durch Veränderung der Eigenschaften von Komponenten der Netzlast (1, 1', 2) durch elektrische Einwirkung, abhängig von einem Referenzsignal moduliert werden.

2. Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer ständig an die Leiter angeschlossenen Netzlast und mit einer Steuereinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein von der Steuereinrichtung (6; 21) betätigter Schalter (9, 9') vorgesehen ist, der eine periodische Verbindung einer Komponente (1, 1') der Netzlast (1, 1', 2) mit den Leitern (P, M_p) ermöglicht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung in Abhängigkeit der Vergleichsgröße des durch die Netzlast fließenden Stromes (I) und eines eingepprägten Referenzstromes (I_o) vorgenommen wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung zusätzlich in Abhängigkeit von der Größe der Spannung (U_C) über einem Kondensator (2) der Netzlast vorgenommen wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung für die Erzeugung eines schmalbandigen oder breitbandigen Signals durch das Verhältnis

$$u = \frac{U_N}{\omega L I_o}$$

bestimmt wird, wobei U_N die Netzspannung, $\omega = 2 \pi f$, f die Resonanzfrequenz der Netzlast, L die Induktion der Netzlast und I_o einen einstellbaren Referenzstrom bedeuten.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung durch Veränderung der Größe einer Induktivität in der Netzlast vorgenommen wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung durch ein mittels Vergleichschaltungsspezifischer Parameter mit gewünschten Parametern erzeugtes Korrektursignal (S_o) vorgenommen wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 5 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der schaltungsspezifische Parameter die Signalfrequenz ist.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung zur Erzeugung eines breitbandigen Signals zusätzlich durch die auf einer bestimmten Phasenleitung momentane Größe der Netzspannung U_N vorgenommen wird.

10. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung in Funktion des eingepprägten Stromes einer externen Stromquelle (I_o) vorgenommen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung in Funktion eines bestimmten Pegels des durch eine aufgeteilte Netzlast fließenden Gesamtstromes (I) vorgenommen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung in Funktion der Nulldurchgänge des durch eine aufgeteilte Netzlast fließenden Gesamtstromes (I) und der Netzspannung (U_N) vorgenommen wird.

13. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Netzlast (1, 1', 2) durch einen Transformator an das Netz angeschlossen ist.

14. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Netzlast aus mindestens einem auf eine Grundschwingung mit einer Tonfrequenz von 500 bis

20 000 Hz abgestimmten Reihenresonanzkreis (1, 1', 2) besteht, und dass eine Steuereinrichtung (6; 21) zum Ansteuern des bzw. der Schalter (9, 9') vorgesehen ist.

15. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (9) der Steuereinrichtung (6; 21) zwischen den Verbindungspunkt eines Kondensators (2) mit einer Schwingkreisspule (1, 1') des Schwingkreises (1, 1', 2) und den einen Leiter (M_p) geschaltet ist.

16. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (6) eine Stromvergleichsschaltung (11) und einen Spannungsdetektor (12) enthält.

17. Sendeeinrichtung nach den Ansprüchen 2 und 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromvergleichsschaltung (11) je einen Eingang für einen Strom (kl) in einer Strommessungswicklung (3) und für einen Referenzstrom (kl') einer einstellbaren Stromquelle (10) und zwei Ausgänge (11a, 11b) besitzt, dass der Spannungsdetektor (12) Eingänge für eine Spannung (U_C) über dem Kondensator (2) und für eine Referenzspannung (U_o) einer Spannungsquelle (12a) und einen Ausgang aufweist, der mit einem ersten Eingang eines UND-Tores (13) verbunden ist, dessen zweiter Eingang an den Ausgang (11a) der Stromvergleichsschaltung (11) angeschlossen ist, dass ferner der Ausgang des UND-Tores (13) mit dem Stelleingang (S) und der Ausgang (11b) der Stromvergleichsschaltung (11) mit dem Rückstelleingang (R) eines Flip-Flops (14) verbunden ist, dessen Ausgang die Betätigung des Schalters (9) steuert.

18. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (9, 9') der Steuerungseinheit (6) aus einem Halbleiter-Element besteht.

19. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (9, 9') aus einem Triac besteht.

20. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (9, 9') ein magnetischer Schalter ist.

21. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingkreisspule (1) ausserdem mit Modulationselementen (16, 17) versehen ist, deren einer Anschluss mit der Massenleitung (M_p) und deren zweiter Anschluss je mit einem Schaltarm (20a, 20b) eines Doppelschalters (20) verbunden ist, dessen Kontakte entweder an eine Leitung für ein Korrektursignal (S_o) einer Steuerungseinheit (21) für den Schalter (9), an eine Stromquelle (22) und/oder an eine Phasenleitung (R, S, T) angeschlossen sind.

22. Sendeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Phase (P) und die Massenleitung (M_p) der Netzleitung ein die Strom-Messungswicklung (3) aufweisender Stromwandler (23) und eine Parallelschaltung je einer Reihenschaltung einer mit je einer Modulationswicklung (16) versehenen Schwingkreisspule (1, 1') mit einem Schalter (9, 9') geschaltet ist und dass der Kondensator (2) mit den Verbindungspunkten der Schwingkreisspulen (1, 1') mit den Schaltern (9, 9') verbunden ist.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Signalerzeugung und eine Sendeeinrichtung für eine Netzüberlagerungs-Meldeanlage mit einer an zwei Leiter eines Wechselstrom-Versorgungsnetzes angeschlossenen Netzlast, welche durch eine Information enthaltende Signale gesteuert wird.

Die wohl bekanntesten Netzüberlagerungs-Meldeanlagen finden in der Rundsteuerung Verwendung. Bei dieser werden von einem oder wenigen zentral gelegenen Sendern aus Tonfrequenzsignale mit geringer Bandbreite dem Wechselstrom-Verteilungsnetz überlagert und in vielen über das Netz verteilten Empfängern zur Ausführung von Befehlen verschiedener Art ausgewertet. Die Übertragungsgeschwindigkeit und damit auch die in der Zeiteinheit übertragene Informationsmenge ist bei Rundsteueranlagen relativ gering.

Es sind auch Anlagen bekannt, die in vielen Beziehungen ähnlich wie die vorausgehend beschriebenen sind, durch welche beispielsweise der Zählwerkstand von über das Netz verteilten Zählern oder Informationen über die erfolgte Befehlsausführung in Rundsteueranlagen an eine Zentrale zurückgemeldet werden sollen. Die Meldung erfolgt dabei entgegen dem Fluss der Netzenergie; die Informationsmenge ist erheblich und es braucht für die Rückmeldung eine Vielzahl von Sendern mit relativ geringer Leistung, welche billig sein müssen, dagegen nur einen oder wenige zentral angeordnete Empfänger für die Rückmeldeinformation, die eher aufwendig sein können.

So wurde vorgeschlagen, die Meldung des Verbrauchs von Festmengen verbrauchter Energien, von Gas, Wasser und ähnlichem mit Hilfe von durch Rundsteuersignale ausgelösten Befehlen zur momentanen Ankopplung eines Schwingkreises zwischen zwei Netzleistungen in den einzelnen Zählern und durch Auswertung der dadurch erzeugten Signale in einem äusserst trennscharfe elektronische Filter aufweisenden Empfänger in der Zentrale auszuwerten (OE-PS 241 589). Es wurde ebenfalls ein zu diesem Zwecke geeigneter Sender der eingangs erwähnten Art beschrieben (CH-PS 446 962). Dieser erzeugt Resonanzschwingungen im auf die Tonfrequenz abgestimmten Schwingkreis, welche nach einigen Perioden abklingen. Die Amplitude der Schwingungen in diesem Schwingkreis und im damit gespeisten Netz ist somit nicht konstant, und die Einsatzmöglichkeiten eines solchen Senders sind wegen der damit erzeugten, wegen der nichtüberblickbaren wechselnden Netzzustände ungenügend bestimmten Fernsteuerfrequenzen und dem Mangel einer Modulationsmöglichkeit beschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zu seiner Ausführung geeignete Sendeeinrichtung für eine Netzüberlagerungs-Meldeanlage zu schaffen, die einfach, aus wenigen und auf dem Markt verfügbaren Halbleiterbausteinen aufgebaut und vielseitig für verschiedene Übertragungsverfahren verwendbar ist und welche durch leicht auszuführende Modifikationen den verschiedensten Erfordernissen angepasst werden kann.

Die Erfindung besteht bei einem Verfahren zur Signalerzeugung und bei einer Sendeeinrichtung der eingangs genannten Art in den Merkmalen des Kennzeichens der unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 2. Die Erfindung wird nachstehend anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 Eine Blockschaltung zur Erläuterung des allgemeinen Prinzips;

Fig. 2 eine Sendeeinrichtung in schematischer Darstellung;

Fig. 3 eine Sendeeinrichtung für breit- oder schmalbandige Frequenzübertragung;

Fig. 4 Sendefrequenz-Zeitdiagramme;

Fig. 5 ein Strom/Spannungsdiagramm für breitbandige Signalerzeugung;

Fig. 6 Varianten einer Sendeeinrichtung für schmal- und breitbandige Signalerzeugung;

Fig. 7 ein Strom/Spannungsdiagramm für schmalbandige Signalerzeugung;

Fig. 8 ein Prinzipschema einer Gegentakt-Sendeeinrichtung;

Fig. 9 ein Strom/Spannungsdiagramm;

Fig. 10 und 11 Frequenz/Zeitdiagramm;

Fig. 12 ein Schaltschema einer Gegentakt-Sendeeinrichtung und

Fig. 13 eine Erweiterung der Schaltung nach Fig. 1

Im folgenden werden die dargestellten Ausführungsformen als «breitbandig» bezeichnet, wenn die momentane Signalfrequenz während eines Informationselementes sehr stark veränderlich ist, und als «schmalbandig» bei fast konstanter Frequenz.

Die Sendeeinrichtung besteht gemäss Fig. 1 aus einer zwischen die Netzleitungen P und M_p geschalteten Last Z[t, ω (t)]. Der durch die ständig an der Netzspannung U(t) liegende Last Z[t, ω (t)] fliessende Signalstrom I(t) =

$$I(t) = \frac{U(t)}{Z(t)}$$

wird in rein passiver Weise erzeugt. Die Last kann durch die zu übertragende Information L oder O gesteuert und auf diese Weise die modulierte Signalleistung $P_s(t) = Z \cdot I^2(t)$ auf dem Netz erzeugt werden. Durch ihre Abhängigkeit von der zu übertragenden Information ist die Wirkung der Last auf das Netz eine Funktion der Zeit. Die Abhängigkeit von der Frequenz (durch ω) stellt insbesondere die spektrale Trennung zwischen Signal und Netz dar.

Sendeeinrichtungen für schmalbandige und langsame Datenübertragung nach diesem allgemeinen Prinzip, bei welchem die vorhandene Netzenergie direkt für die Signalenergie ausgenützt wird, sind bekannt. Bei denjenigen Ausführungsformen, bei denen die Last in Abhängigkeit von der zu übermittelnden Information L oder O periodisch mit den Netzleitungen verbunden wurde, konnten nur gedämpfte Ausgleichschwingungen erzeugt werden. Bei der ebenfalls bekannten Sendeeinrichtung, bei welcher die Last Z ständig mit den Netzleitungen verbunden war, wurde zur Erzeugung der Erhaltung der auf das Netz zu übertragenden ungedämpften Schwingungen eine relativ hohe Steuerleistung benötigt, die vom Netz mit Hilfe einer mit der Netzspannung synchronisierten Steuerung aufgebracht wurde und entsprechend bemessene Gleichrichter, Schalttransistoren und Schaltkomponenten benötigte.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, bei einer Sendeeinrichtung für eine Netzüberlagerungs-Meldeanlage die vorhandene Netzenergie direkt für die Signalenergie auszunützen, ohne zusätzliche Speisegeräte, Verstärker und Kopplungsstufen zu verwenden, wobei Signale mit ungedämpften Schwingungen erzeugt werden. Die Last Z[t, ω (t)] ist dabei ständig mit den Netzleitungen P, M_p verbunden und ihre Hauptparameter (z. B. Frequenz, Amplitude usw.) sind direkt durch die zu übertragende Information gesteuert.

In den folgenden Beispielen wird die Signalfrequenz f durch die Erregung eines LC-Serien-Schaltkreises und die Zeitabhängigkeit durch eine geeignete Signalstrom- oder rein elektrische Komponentensteuerung bestimmt. Es ist aber selbstverständlich, dass andere praktische Realisierungen der Erfindung auch möglich sind.

Die Sendeeinrichtung nach der Fig. 2 besteht aus einem zwischen eine Netzleitung P und eine Massenleitung M_p fest eingefügten Reihenresonanzkreis als Last Z, der aus einer Schwingkreisspule 1 und einem Kondensator 2 besteht. Die Schwingkreisspule 1 ist mit einer Strom-Messungswindung 3 versehen, deren Anschlüsse 4 und 5 mit einer Steuerungseinheit 6 verbunden sind. Zwei weitere Anschlüsse 7 und 8 stellen die Verbindung zwischen den beiden Belägen des Kondensators 2 und der Steuerungseinheit 6 her. Durch diese Steuerungseinheit 6 wird ein zwischen dem Verbindungspunkt des Kondensators 2 mit der Schwingkreisspule 3 und der Massenleitung M_p angeordneter Schalter 9 betätigt, welcher aus einem nicht linearen Element, beispielsweise aus einem Halbleiter-Element, Thyristoren, Triacs oder magnetischen Schaltern bestehen kann. Der Schalter 9 liegt in diesem Fall parallel zum Kondensator 2.

Die zwischen der Phasenleitung P und der Massenleitung M_p und damit über dem aus der Schwingkreisspule 1 und Kondensator 2 gebildeten Reihenresonanzkreis anstehende Netzspannung ist mit U_N bezeichnet, der durch diesen fliessende Strom mit I und die Spannung über dem Kondensator 2 mit U_C . Der in der Strom-Messungswindung 3 fliessende Strom ist proportional zum Strom I und hat die Grösse kI, wobei k ein belie-

biges Übertragungsverhältnis ist.

In der Fig. 3 sind die einzelnen Teile der Steuerungseinheit 6 näher dargestellt. Die mit der Fig. 2 gemeinsamen Teile sind mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet.

Eine einstellbare Stromquelle 10 liefert einen Vergleichsstrom kI_0 , der in einer Vergleichsschaltung 11 mit dem Strom kI in der Strom-Messungswindung 3 verglichen werden kann. In einem Spannungsdetektor 12 kann die Spannung U_C zwischen den Anschlüssen des Kondensators 2 mit der einstellbaren Referenzspannung U_0 einer Spannungsquelle 12a verglichen werden. Ein erster Ausgang 11a der Vergleichsschaltung 11 für den Strom und der Ausgang des Spannungsdetektors 12 sind mit den Eingängen eines UND-Tores 13 verbunden, dessen Ausgang an den Stelleingang S eines Flip-Flops 14 angeschlossen ist. Der Rückstelleingang R ist mit einem zweiten Ausgang 11b der Vergleichsschaltung 11 verbunden. Eine Leitung führt vom Ausgang des Flip-Flops 14 zu einer Endstufe 15, die den Schalter 9 steuert und zugleich die Signallänge bestimmen kann.

Die Sendeeinrichtung gemäss der Fig. 6 weist zusätzlich zu derjenigen nach der Fig. 3 eine erste mit 16 und eine zweite mit 17 bezeichnete Modulationswicklung für die Schwingkreisspule 1 auf. Je ein Anschluss dieser Modulationswicklungen 16 und 17 ist über einen regelbaren Widerstand 18 und 19 mit der Massenleitung M_p verbunden, während der zweite Anschluss an einen Schaltarm 20a/20b eines Doppelumschalters 20 angeschlossen ist. Jeder Schaltarm 20a und 20b besitzt 5 Schaltkontakte O, c, d, e und f. Der dem Schaltarm 20a zugeordnete Kontakt O ist frei. Seine Kontakte c, d und e sind miteinander verbunden und gemeinsam an einen Signalausgang S_0 einer Steuerungseinheit 21 angeschlossen. Der Kontakt f ist an eine externe Stromquelle 22 für einen Strom I_0 angeschlossen. Der dem Schaltarm 20b zugeordnete Kontakt O, sowie dessen Kontakt f sind mit dem Signalausgang S_0 der Steuerungseinheit 21 verbunden. Eine Leitung verbindet je die Kontakte c, d und e dieses Schaltarms mit den Phasenleitungen R, S und T der Netzleitung.

In der Fig. 8 ist das Prinzipschema einer Gegentakt-Ausführung der Sendeeinrichtung gemäss der Fig. 6 dargestellt. Gleiche Teile sind dabei mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet. Der Einfachheit halber ist dabei die Modulationswicklung 17 der Fig. 6 weggelassen. Die Schwingkreisspule 1 ist in zwei einseitig miteinander verbundene Spulen 1 und 1' aufgeteilt. Der Kondensator 2 ist mit den freien Anschlüssen der beiden Schwingkreisspulen 1 und 1' und den Schaltkontakten der Schalter 9 und 9' verbunden. Die Schalter 9 und 9' besitzen einen gemeinsamen Anschluss an die Massenleitung M_p . Die Strommessungswindung 3 ist Bestandteil eines Stromwandlers 23, der in die Verbindung zwischen der Phasenleitung T und den Schwingkreisspulen 1 und 1' geschaltet ist. Die Modulationswicklung 16 ist in zwei parallele und je mit einer der Spulen 1 und 1' gekoppelte Wicklungen aufgeteilt. Die Steuerungseinheit 21 besitzt Eingänge 4 und 5 und Ausgänge für das Steuersignal S_0 für die Modulationswicklungen 16 und für die Ansteuerung der beiden Schalter 9 und 9'. Diese können die beiden Anschlüsse des Kondensators 2 mit der Massenleitung M_p verbinden.

Die Fig. 12 zeigt das Schema einer vereinfachten praktischen Ausführung der Gegentakt-Sendeeinrichtung der Fig. 8. Gleiche Teile sind wiederum mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet. Die Steuerungseinheit 21 enthält einen Diskriminator 24, eine Inverterschaltung 25 und zwei Impulsformer 26, 26'. Der Diskriminator 24 ist einerseits mit den Anschlüssen 4 und 5 der Strommessungswindung 3 und andererseits mit einem weiteren Anschluss für einen Steuerstrom I_{st} verbunden. Der Ausgang des Diskriminators 24 steuert einerseits über den ersten Impulsformer 26 den Schalter 9 und andererseits über die Inverterschaltung 25 und den zweiten Impulsformer 26'

den Schalter 9'. Die Schalter 9 und 9' werden dabei von Triacs gebildet, die einerseits mit den Anschlüssen des Kondensators 2 und andererseits mit der Massenleitung M_p verbunden sind. Die Steuereinheit 21 ist für positive Steuerspannungen dargestellt, um die Figur zu vereinfachen.

Die Fig. 13 zeigt eine Variante der Grundeinrichtung, wobei die Last über einen Transformator an das Netz angeschlossen ist. Dies erlaubt eine galvanische Trennung zwischen dem Netz und der Sendeeinrichtung und kleinere Spannungen an der letzteren.

Allen diesen genannten Ausführungsformen ist die folgende, anhand der Fig. 1 zu erklärende Wirkungsweise gemeinsam:

Die Wirkung der gesteuerten Netzlast $Z[t, \omega(t)]$ von Fig. 1 wird in zwei Stufen realisiert:

1. Die spektrale Verschiebung im Tonfrequenzbereich von 500 bis 20 000 Hz wird in einem einfachen, durch die Netzspannung $U(t)$ erregten LC-Schwingkreis erzeugt.

2. Die schmalbandige oder breitbandige Signalmodulierung in Abhängigkeit von der zu übertragenden Information L oder O wird durch Komponenten-Änderung durch elektrische Einwirkung und/oder Stromsteuerung erzeugt.

Die beschriebene Senderstruktur hat den Vorteil, zwei bis anhin schwierige Probleme gleichzeitig zu lösen:

1. die Signalleistung direkt vom Netz herzuleiten und grosse Sendeleistungen mit maximalem Wirkungsgrad zu erzeugen,
2. die Senderankopplung und Netztrennung durch einfache Verschiebung der Frequenz ω zu bewirken.

Zusätzlich kann noch die Netzgrundwelle als Synchronisierungssignal verwendet werden, z. B. als Synchronisation einer zeitlichen Pulslagen-Modulation besonders bei einem schmalbandigen Signal oder als Frequenzmodulation bei einem breitbandigen Signal mit während der Signaldauer veränderter Frequenz. Weil die Netzteile auch beim Empfänger vorhanden ist, wird die Übertragung vereinfacht und zuverlässiger.

Vorteile von breitbandigen Übertragungen wurden schon früher aufgezeigt. Solche Übertragungen können mit Hilfe von Sendeeinrichtungen gemäss der vorliegenden Erfindung sehr leicht realisiert werden, wie nachfolgend beschrieben wird. Als weiterer Vorteil ist anzuführen, dass die Signalamplituden der verwendeten breitbandigen Signale von der momentanen Netzspannung unabhängig sein können.

Im folgenden wird die Wirkungsweise der Sendeeinrichtung nach der Fig. 2 und 3 erklärt.

Mit der gleichen Senderstruktur sind zwei verschiedene Arbeitsweisen möglich, welche in den Fig. 5 und 7 dargestellt sind.

In beiden Figuren ist:

50 I der Strom durch die Spule 1

I_0 der Referenzstrom

U_C die Spannung über dem Kondensator

U_N der Momentanwert der Netzspannung

55 T_0 die Periodendauer der Resonanzfrequenz des Schwingkreises

T die Periodendauer des Signalstromes

A der Teil von T während dem der Schalter 9 geöffnet ist

B der Teil von T während dem der Schalter 9 geschlossen ist.

Die Vergleichsschaltung 11 überwacht mittels der Strommessungswicklung 3 den Strom I und gibt auf den ersten Ausgang 11a ein logisches Signal L für den Fall, dass $I \geq I_0$ ist und ein logisches Signal O für den Fall, dass $I < I_0$ ist. Bei einer Variante der Schaltung wird am Ausgang 11a dauernd ein logisches Signal L eingestellt. Auf dem zweiten Ausgang 11b 65 erscheint ein logisches Signal L, wenn $I \geq I_0$ und ein logisches Signal O, wenn $I < I_0$ ist.

Der Spannungsdetektor 12 gibt am Ausgang jeweils ein L-Signal, wenn die Spannung U_C am Kondensator 2 gleich der

Referenzspannung U_0 ist. Im folgenden wird die Referenzspannung U_0 gleich Null angenommen. Für die erste Variante gemäss Fig. 5 liegt am Ausgang 11a der Stromvergleichsschaltung 11 dauernd ein L-Signal. Dann funktioniert die Schaltung wie folgt:

Am Anfang einer Periode T erreicht der Strom den Wert I_0 , wodurch das L-Signal am Ausgang 11b auf dem R-Eingang des Flip-Flop dieses zurückstellt. Hierdurch wird der Schalter 9 geöffnet. Der Strom I in der Spule 1 fliesst jetzt in den Kondensator 2. Der Strom I und die Spannung U_C im jetzt freien Schwingkreis 1, 2 verlaufen annähernd sinusförmig mit der Zeit, wie dies in der Fig. 5 dargestellt ist. Beim nächsten Nulldurchgang der Spannung U_C gibt der Spannungsdetektor 12 einen L-Impuls auf den S-Eingang des Flip-Flops 14 ab, so dass dieses auf L gestellt wird. Dadurch wird der Schalter 9 am Ende des Zeitintervalles A geschlossen. Der Strom I ist in diesem Moment negativ und nimmt exponential zu, bis der Wert I_0 am Ende des Intervalles B, und somit auch am Ende der Periode T wieder erreicht wird.

Für die zweite Variante gemäss Fig. 7 entspricht das logische Signal des Ausganges 11a der Stromvergleichsschaltung 11 dem Vorzeichen des Stromes I . Am Anfang einer Signalperiode wird wie bei der ersten Variante der Schalter 9 geöffnet und der Schwingkreis freigegeben.

Beim ersten Nulldurchgang von U_C ist $I < I_0$ und am Ausgang 11a liegt ein O-Signal, so dass der L-Impuls des Spannungsdetektors 12 im UND-Tor 13 aufgehoben wird. Erst beim nächsten Nulldurchgang von U_C ist $I > I_0$, so dass der L-Impuls des Spannungsdetektors 12 über das UND-Tor 13 an den S-Eingang des Flip-Flops 14 gelangt und dieses auf L stellt, wodurch der Schalter 9 am Ende des Intervalles B wieder geschlossen wird. Während des Intervalles B steigt der Strom I durch die Spule 1 wieder auf den Wert I_0 an, wobei eine neue Periode eingeleitet wird. Im Gegensatz zur ersten Variante ist der Strom I am Anfang des Intervalles B bereits wieder positiv.

Die benötigte Zeit bis zum Erreichen des Wertes I_0 ist somit bei der zweiten Variante bedeutend kürzer als bei der ersten und hängt von den Verlusten im Schwingkreis 1, 2 ab. Das Intervall A ist nahezu gleich der Periode T_0 einer gedämpften Schwingung der Spannung U_C über dem Kondensator 2 und hängt nur wenig von der Netzspannung U_N ab. Damit ist ersichtlich, dass die Signalfrequenz $f = 1/T$ nur wenig grösser ist als die Eigenfrequenz $f_0 = 1/T_0$ des Schwingkreises 1, 2 und nahezu unabhängig von der Netzspannung U_N , so dass die Sendeeinrichtung gemäss der Fig. 3 ein schmalbandiges Signal liefert, dessen Frequenz der Eigenfrequenz des Schwingkreises entspricht.

Die Sendeeinrichtung gemäss Fig. 6 ist geeignet ein breitbandiges Signal beim Betrieb nach der Fig. 7 zu liefern, wobei die momentane Frequenz während einer Halbperiode der Netzspannung U_N von dieser abhängt.

Diese Abhängigkeit des Verhältnisses f/f_0 wird bestimmt durch den Parameter

$$u = \frac{U_N}{\omega L I_0}$$

und ist in Fig. 4 dargestellt.

Für grosse Werte von u , das heisst für kleine Werte von I_0 wird die Frequenzänderung klein, bei kleinen Werten von u entsteht ein breitbandiges Signal.

Da der Vergleichsstrom I_0 frei wählbar ist, können durch eine Steuerung gemäss der Fig. 5 Frequenzabweichungen während einer halben Netzperiode erzeugt werden, welche beispielsweise für verschiedene logische Zustände kennzeichnend sind, welche über die Netzleitungen übermittelt werden sollen (Fig. 4). Bei einer sehr einfachen Ausführungsform kann eine O-Information durch die Anwendung der Modulation während

positiver Netzschwingungen, eine L-Information durch die gleiche Modulation während negativer Netzschwingungen dargestellt werden.

Die Signallänge kann ebenfalls mit Hilfe des Schalters 9 eingestellt werden. Sie kann vorzugsweise in Abhängigkeit von der Netzfrequenz mit einer Dauer von 10 ms gewählt werden, wodurch man Signale mit während dieser Dauer von der sinusförmigen Netzspannung abhängiger Frequenzmodulation erhält. Auf diese Weise kann zum Beispiel für die Übertragung digital dargestellter Informationen für ein L-Signal ein Signal mit einer maximalen Frequenzabweichung von

$$\frac{f}{f_0} = 0,5$$

(siehe Fig. 4) und für ein O-Signal mit einer maximalen Frequenzabweichung von 2 gewählt werden, wenn $u = 0,5$ für den ersten und $u = 2$ für den zweiten Zustand mittels des Vergleichsstromes I_0 eingestellt sind. Diese Einstellung kann durch einen entsprechenden Abgriff an einem Regelwiderstand in der Stromquelle 10 erfolgen. Es kann ebenfalls bei Wahl von $u = 10$ ein während des grössten Teils der Dauer einer Halbperiode der Netzfrequenz nur mit einer einzigen Frequenz moduliertes, also schmalbandiges Signal erzeugt werden (Fig. 4).

Das frequenzmodulierte breitbandige Signal eignet sich besonders gut für die Übermittlung von Zählerständen oder anderen Informationen mittels zahlreicher über die Netzleitungen verteilter Sendeeinrichtungen entgegen dem Netzenergiefluss zu einem oder mehreren in einer Zentrale für die Ermittlung dieser Information angeordneten Empfänger. Die Sendeeinrichtungen sind einfach und wenig kostspielig, da sie sich mit wenigen Halbleiterbausteinen bauen lassen. Wenn die Frequenzabweichung eine bestimmte Form hat, können die empfangenen Signale zeitlich und/oder der Frequenz nach gemäss einem früheren Vorschlag durch an eine zur Modulation in der Sendeeinrichtung angepassten Demodulation komprimiert und detektiert werden. Da die im Übermittlungspfad vorhandenen Störungen der Frequenz nach diskret über das Signalspektrum und die Störimpulse zeitdiskret über die Signaldauer verteilt sind, lässt sich mit Hilfe geeigneter Rauschfilter ein sicheres, empfindliches Übermittlungssystem mit hohem Nutzsinal/Rauschverhältnis realisieren, da die Störsignale nach der Rauschfilterung und Komprimierung einen bedeutend geringeren Leistungspegel als die Nutzsignale aufweisen.

Die Beispiele beschreiben praktische Realisierungen, wo $Z [t, \omega(t)]$ direkt zwischen die Netzleitungen geschaltet ist. Deshalb lassen sich mit diesen Sendeeinrichtungen sehr kräftige Signale erzeugen. Dabei ist der Energieaufwand zur Steuerung der Schwingungserzeugung in der Steuerungseinheit 6 sehr gering. Er beträgt nur einige Zehntel Prozent der erzeugten Schwingungsenergie und erfordert keine grossen Speisegeräte für die Signalerzeugung.

In der Fig. 6 sind fünf verschiedene Ausführungsformen der Erfindung in einem Schema dargestellt, wobei jede Ausführung einer Position des Doppelumschalters 20 entspricht. Jede dieser Ausführungsformen kann allein oder in Kombination mit anderen vorkommen.

Die Schaltung entspricht im Prinzip jener der Fig. 3, wobei zusätzlich 2 Modulationswicklungen 16 und 17 auf der Spule 1 vorgesehen sind. Mit einem Strom durch eine oder beide Wicklungen wird die Sättigung des Eisens der Spule 1 beeinflusst, was eine Änderung der Induktivität zur Folge hat.

Die Steuereinheit 21 unterscheidet sich darin von derjenigen der Fig. 3, dass eine zusätzliche Verbindung mit einer der drei Phasen R, S, T möglich ist, und dass ein Ausgangssignal S_0 erzeugt werden kann, das mit Hilfe einer Modulationswicklung 16, 17 auf der Spule 1 eine Beeinflussung der Kennlinien des

Senders, zum Beispiel die Linearisierung der meistens nichtlinearen Kennlinien des Eisenkerns der Spule 1, ermöglicht.

Es sind folgende Varianten möglich:

In der Stellung O des Doppelumschalters 20 ist das Korrektursignal S_0 an die Wicklung 16 angeschlossen. Die Wicklung 17 ist nicht angeschlossen, und sie kann in diesem Fall weggelassen werden. Das Signal S_0 erzeugt in der Wicklung 16 einen mit dem Regelwiderstand 18 einstellbaren Strom. Auf diese Weise wird die im vorhergehenden Abschnitt erwähnte Linearisierung erreicht. Auf gleiche Weise kann so mit dem Regelwiderstand 18 die Grundfrequenz f_0 eingestellt werden.

Wenn die Schaltarme 20a und 20b des Doppelumschalters 20 auf den Stellungen c, d oder e sind, findet eine mittels des Regelwiderstandes 19 einstellbare Korrektur der Grundfrequenz f_0 durch die Modulationsspule 17, die dann zwischen die Leitung mit dem Korrektursignal S_0 und die Massenleitung M_p geschaltet ist, und andererseits eine durch den Regelwiderstand 18 einstellbare Modulation mit Hilfe der Modulationsspule 16 statt. Da diese Modulationswicklung 16 in diesen Stellungen zwischen einer der Phasenleitungen R, S und T und der Massenleitung M_p liegt, wird ein während einer Signallänge mit einer variierenden Frequenz moduliertes Tonfrequenzsignal erzeugt, das je nach der Stellung der Schaltarme 20a und 20b gegenüber den anderen um 120 elektrische Grad verschoben ist. Diese gegeneinander phasenverschobenen, frequenzmodulierten breitbandigen Signale können entsprechenden Codierungen zugeordnet sein und in den entsprechend ausgerüsteten Empfängern nach ihrer Übertragung über die Netzleitungen ausgewertet werden. Wie vorher schon erwähnt, ist für eine Frequenzabweichung aufweisende, breitbandige Signale wiederum auf der Empfangsseite eine Komprimierung der Signale unter wirksamer Rauschfilterung möglich, die zu einer erhöhten Empfindlichkeit der Empfänger und damit zu einem verbesserten Signal/Rauschverhältnis führt. Die entsprechende Demodulation kann in den Empfängern in ähnlicher Weise von der Netzfrequenz abgeleitet werden. Es versteht sich, dass die Demodulation der Modulation auf der Sendeseite in diesem Fall angepasst sein soll, wie dies früher erklärt worden ist.

Eine weitere Möglichkeit der Modulation der Grundschwingung f_0 des Schwingkreises 1, 2 wird durch die Stellung f der Schaltarme 20a und 20b des Doppelumschalters 20 geboten. In dieser wird die Korrektur der Sollfrequenz f_0 mittels des Korrektursignals S_0 in der Modulationsspule 16 und die Modulation durch die Modulationsspule 17 mittels des Stromes I_Q einer externen Stromquelle 22 vorgenommen. Diese kann einen fest eingestellten Strom I_Q liefern, der eine Frequenz im Schwingkreis 1, 2 erzeugt, die um einen festen Betrag von der Grundfrequenz f_0 abweicht und für eine entsprechende Information benützt wird. Der von der Stromquelle 22 eingepreßte Strom I_Q kann jedoch auch während der Dauer eines Signals veränderlich und gegebenenfalls mit der Netzfrequenz synchronisiert sein und damit wiederum eine während der Dauer eines Signals entsprechende beliebige Frequenzänderung im Schwingkreis 1, 2 erzeugen. Diese kann im Empfänger wiederum durch eine der Modulation im Sender angepasste Demodulation zeitlich und/oder frequenzmässig komprimiert werden. Es sind weitere Varianten der Steuerung möglich, wobei das Korrektursignal S_0 weggelassen bzw. auf Null eingestellt werden kann.

Die Einrichtung nach der Fig. 8 wirkt ähnlich derjenigen der Fig. 6, siehe dazu das Diagramm der Fig. 9. Die Spannung U_C über dem Kondensator 2 braucht aber bei dieser Ausführungsform nicht unbedingt überwacht zu werden. Die Schalter 9 und 9' sind so eingerichtet und/oder gesteuert, dass sie immer gegengleich wirken, das heisst der Schalter 9 ist immer geschlossen, wenn der Schalter 9' offen ist und umgekehrt. Wenn der Schalter 9 schliesst, hat der Strom I_1 durch die

Schwingkreisspule 1' die Form einer Sinusschwingung, wie der Strom I in der Periode A der Fig. 5. Der Strom I_1 in der Schwingkreisspule 1 nimmt dann die Form einer exponentiellen Ladung an wie in der Periode B des Stromes I in der Fig. 5. Der resultierende Strom I durch den Stromwandler 23 besitzt dann in der Periode T die Form einer Sinusschwingung. Andererseits sind nach dem Zeitpunkt, wo der Strom $I_1 = I_1'$ wird und wo der Schalter 9 geöffnet und der Schalter 9' geschlossen ist bis zum nächsten Umschalten die Stromverläufe des Stromes I und I' umgekehrt zur ersten Periode. Die Umschaltung erfolgt jedoch immer nur durch Überwachung des Stromes I und immer in dem Augenblick, wo der Strom I von Minus zu Null wechselt. Die Schaltung wirkt wie ein Multi-vibrator.

Die Signaldauer kann zum Beispiel durch einen nichtdargestellten EIN/AUS-Schalter in den Anschlüssen der Strommessungswicklung 3 bestimmt werden. Die Schwingungen starten beim Schliessen dieses Schalters von selber. Die Spannung U_C an den Anschlüssen des Kondensators 2 ist bei jeder Schaltung der Schalter 9 und 9' ungefähr Null.

Die Signalformen werden durch das Verhältnis

$$\frac{f}{f_0}$$

bestimmt. Bei bestimmten Verhältnissen von

$$\frac{f}{f_0}$$

entsteht beispielsweise über eine Halbperiode der Netzspannung U_N praktisch nur eine einzige Grundfrequenz f , wie die Fig. 10 zeigt, und somit ein schmalbandiges Signal. Bei kleinerem Verhältnis

$$\frac{f}{f_0}$$

entsteht ein breitbandiges Signal, bei dem die Frequenz innerhalb einer Halbperiode der Netzspannung U_N um etwa 25% schwankt, wie dies Fig. 11 zeigt. Dabei tritt auch eine Schwankung der Amplitude A_m ein, wobei die Amplitude A_m bei tieferer Frequenz kleiner und bei der höchsten Frequenz am grössten ist. Dies ist besonders günstig, wenn die Einrichtung nach der Fig. 8 für die Rückmeldung von Informationen entgegen dem Fluss der Netzenergie bei höheren Übertragungsfrequenzen verwendet wird, da in diesem Fall die bei höheren Frequenzen höhere Dämpfung des Übertragungskanal kompensiert wird.

Die Einrichtung gemäss der Fig. 8 kann ähnlich wie diejenige nach Fig. 6 durch eine nichtgezeichnete zusätzliche, der Modulationswicklung 17 der Fig. 6 entsprechende Wicklung auf der Spule 1 und/oder 1' oder mittels Änderung einer anderen Komponente, zum Beispiel des Kondensators 2 moduliert werden. In diesem Fall kann auch bei bestimmten Verhältnissen

$$\frac{f}{f_0}$$

eine Schwingung mit über die Dauer des Signals wechselnder Frequenz und somit ein breitbandiges Signal erzeugt werden.

Anstelle der Nulldurchgänge des Stromes I im Stromwandler 23 kann ein anderes Kriterium gewählt werden. Ein Beispiel ist die Funktion $I(t) - I_{st}(t) = 0$, wobei I_{st} ein Steuerstrom ist. Eine entsprechende Einrichtung ist in Fig. 12 dargestellt.

Diese Einrichtung ist eine einfache Ausführungsform der Schaltung nach Fig. 8. Dabei werden in der Steuerungseinheit

21 ein Diskriminator 24 und zwei Impulsformer 26 und 26' sowie eine Invertierschaltung 25 benützt und die Schalter 9 und 9' sind als Triacs ausgebildet. Durch den Strom I in der Strommessungswindung 3 des Stromwandlers 23 und den Steuerstrom I_{st} wird der Diskriminator 24 gesteuert, welcher den Schalter 9 über den Impulsformer 26 und den Schalter 9' über die Invertierschaltung 25 und den Impulsformer 26' steuert. Anstelle der Steuerungseinheit 21 kann auch ein Impulstransformator verwendet werden, wenn nur eine einzige Frequenz erzeugt werden soll.

Es ist noch zu erwähnen, dass die Spannung auf der Last Z (zum Beispiel die Spannung U_C am Kondensator 2) sehr gross werden kann, besonders für breitbandige Lösungen. In diesem Fall ist es vorteilhaft, die Last $Z [t, \omega (t)]$ durch einen Transformator an das Netz zu koppeln, wobei die Spannung auf der

Lastseite niedriger sein soll. Das erlaubt auch eine galvanische Trennung zwischen Netz und Sender (Fig. 13).

Die erfindungsgemässen Sendeeinrichtungen zeichnen sich durch Einfachheit aus. Sie können mittels weniger diskreter und/oder integrierter Halbleiterbestandteile ausgeführt werden. Sie erlauben eine hohe Sendeleistung mit hohem Wirkungsgrad, da die Steuerung wenig Energie braucht. Sie ermöglichen die Erzeugung von Signalen sowohl mit sehr stabilen, festen Frequenzen, wie auch von frequenz-, amplituden- und/oder phasenmodulierten breitbandigen Signalen mit während der Impulsdauer veränderlicher Frequenz, welche empfangsseitig durch Filterung und Begrenzung und durch zeitliche und/oder frequenzmässige Komprimierung ein hohes Signal/Rauschverhältnis erlauben.

Fig. 1

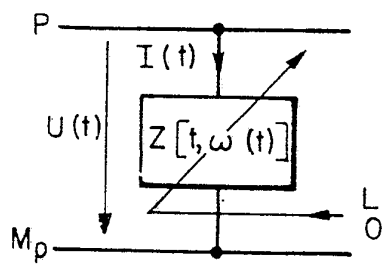


Fig. 2

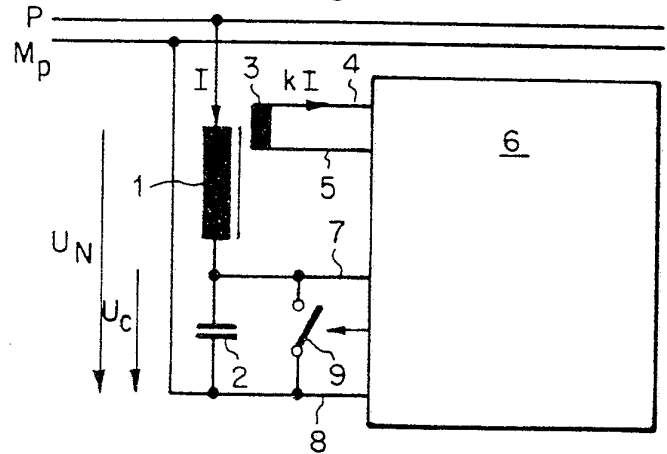


Fig. 3

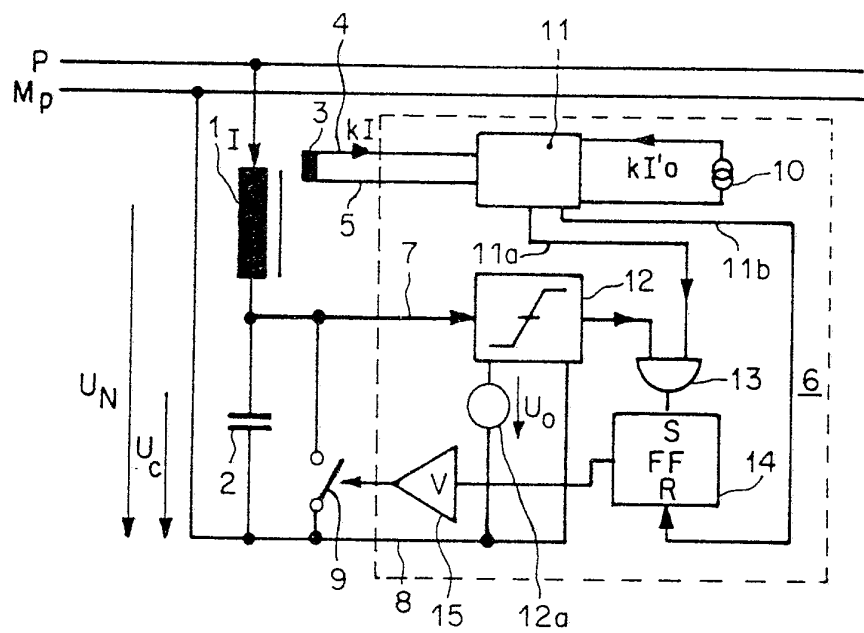


Fig. 4

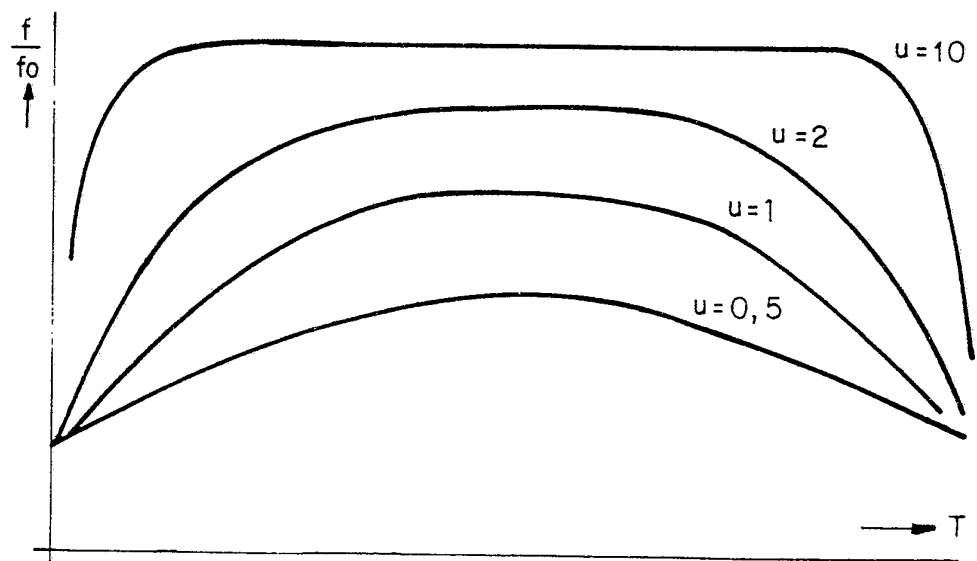


Fig. 5

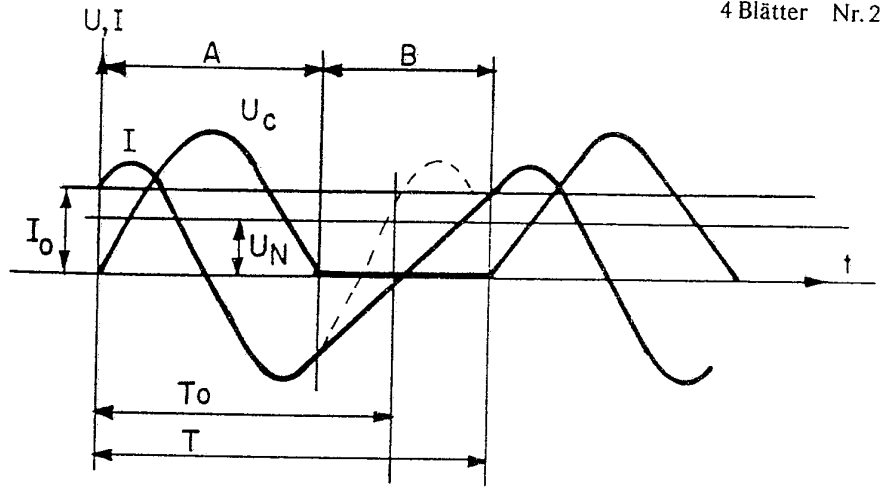


Fig. 6

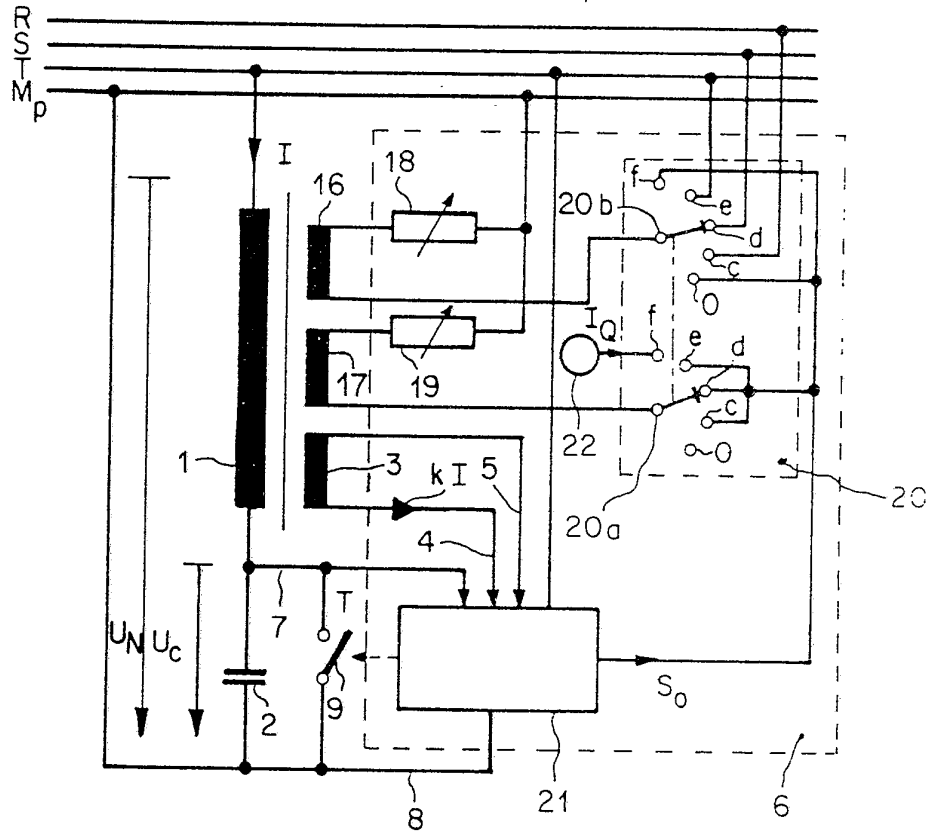


Fig. 7

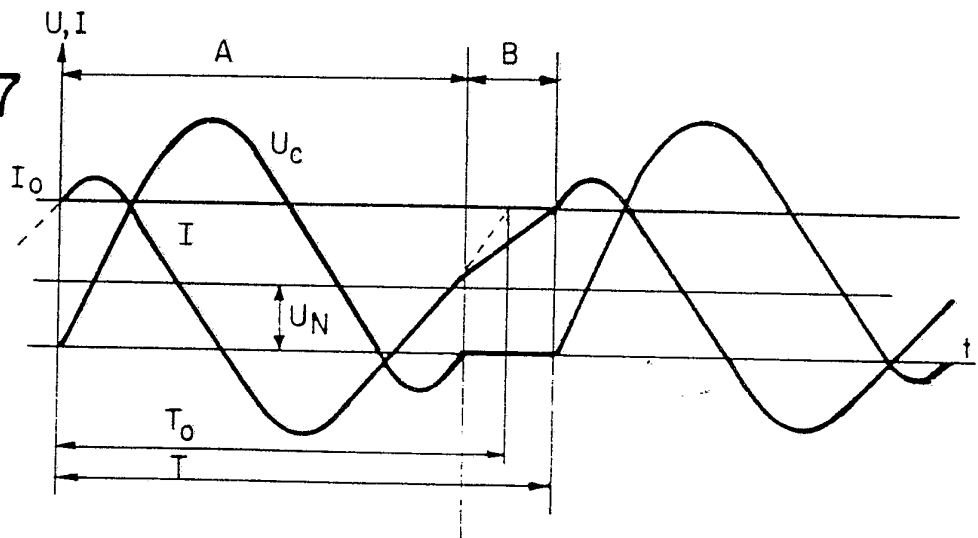


Fig. 8

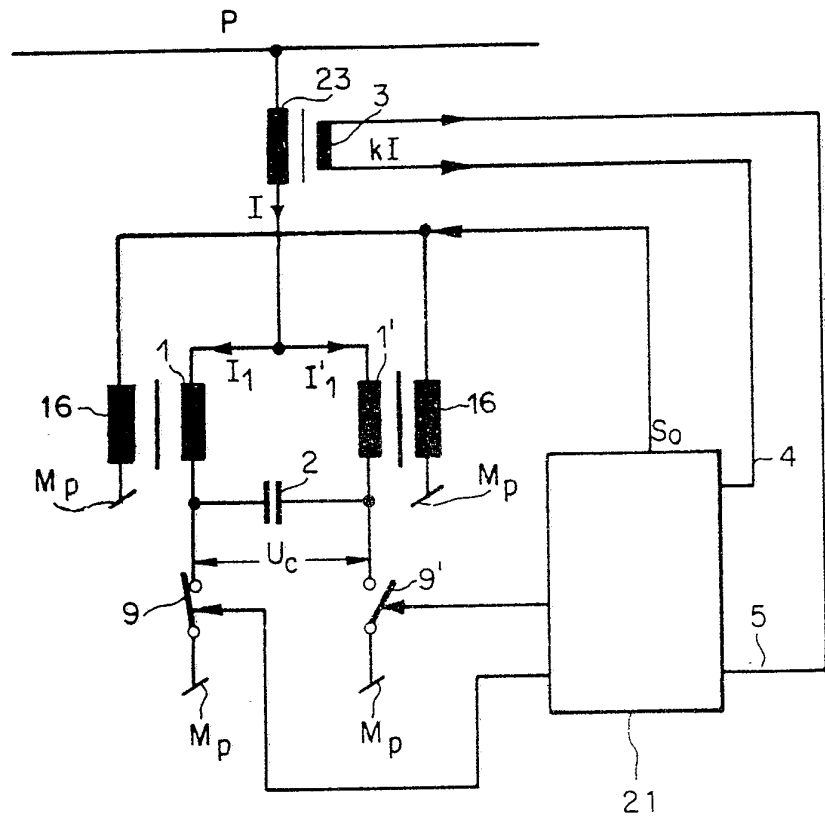


Fig. 9

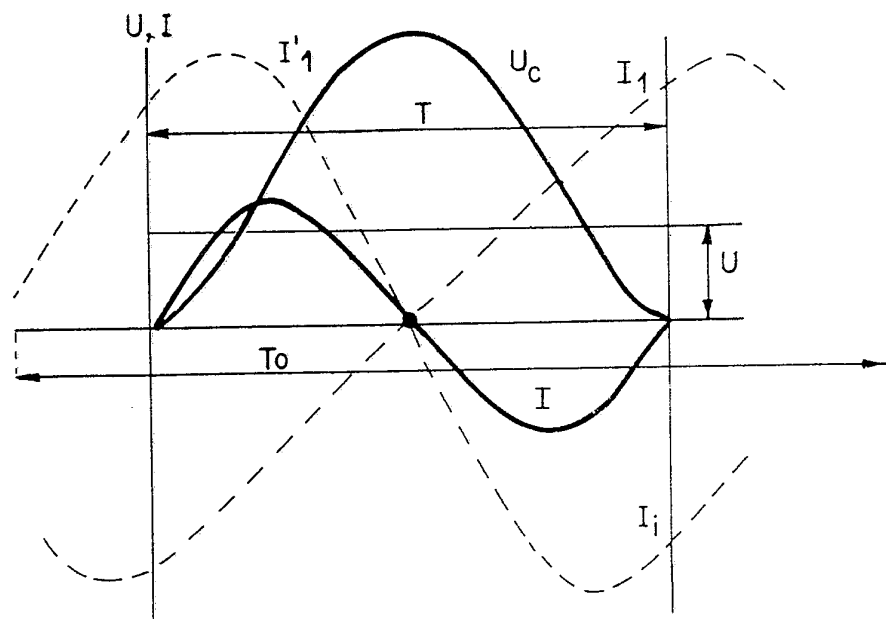


Fig. 10

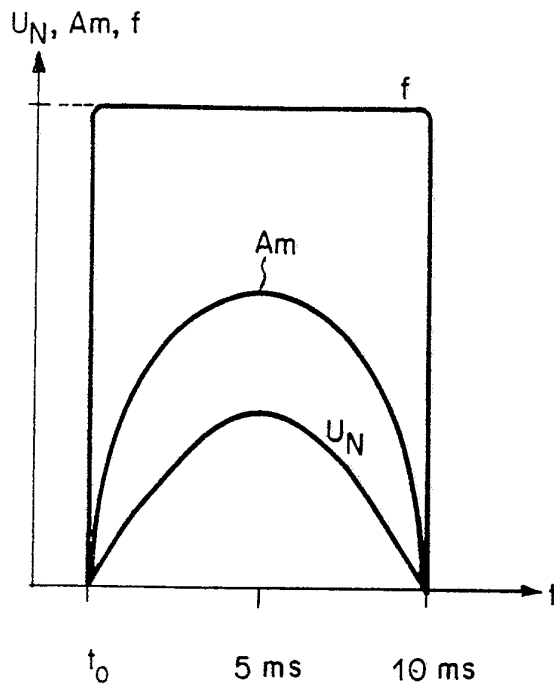


Fig. 11

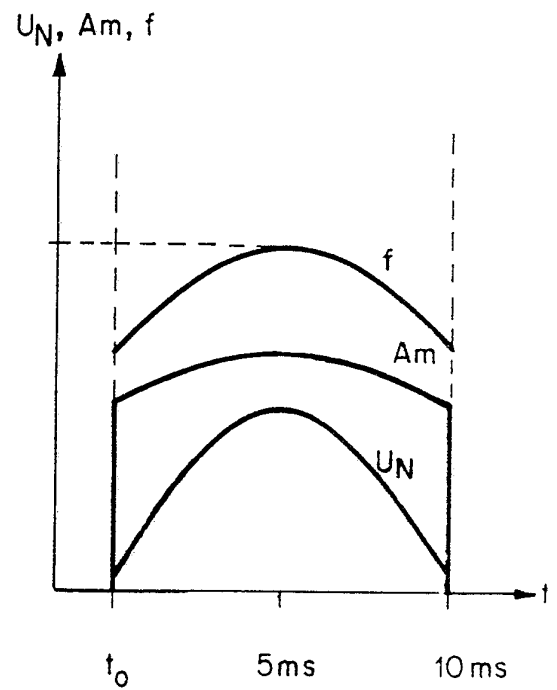


Fig. 12

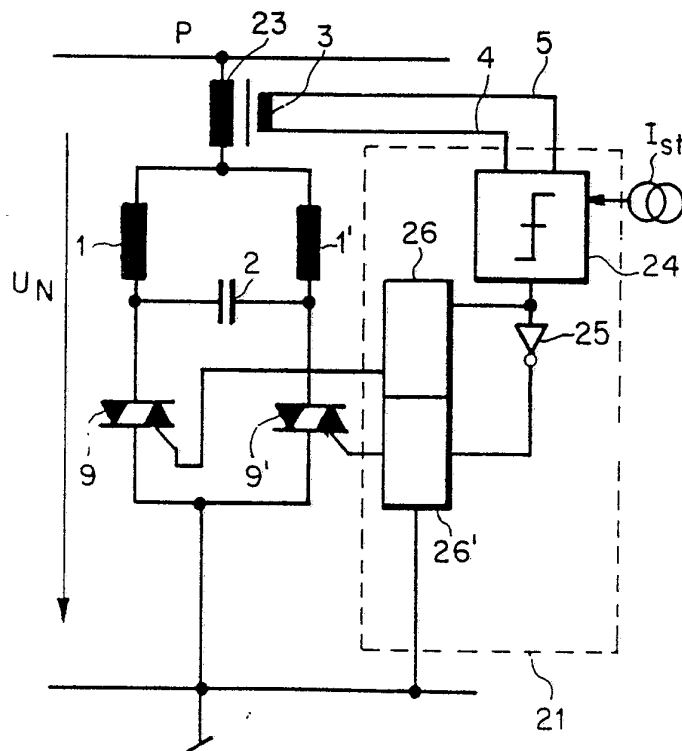


Fig. 13

