



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

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 1450/90

73 Inhaber:
Stiftung Hasler-Werke, Bern 14

22 Anmeldungsdatum: 27.04.1990

72 Erfinder:
Neukomm, Peter A., Wettingen
Benedetti, Riccardo, Fehraltorf
Seiler, Beat, Geuensee

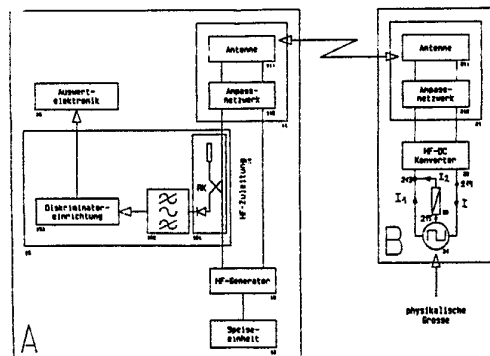
24 Patent erteilt: 30.06.1992

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.06.1992

74 Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

54 Verfahren zur Messung von physikalischen Grössen.

57 Zur Fernmessung von physikalischen Grössen wird ein Fernmessgerät bestehend aus einem aktiven Teilgerät (A) und einem passiven Teilgerät (B) verwendet, die voneinander getrennt sind, räumlich mehr oder weniger weit auseinanderliegen und über je eine Antennenanordnung (11 bzw. 21) in Wechselwirkung stehen. Das aktive Teilgerät (A) weist einen an eine externe Speiseeinheit (12) angeschlossenen HF-Generator (13) auf, der über eine HF-Zuleitung (14) mit seiner Antennenanordnung (11) verbunden ist, und umfasst eine Auswerteelektronik (16), die über einen HF-Demodulator (15) an die HF-Zuleitung (14) angekoppelt ist. Das passive Gerät (B) weist einen an seine Antennenanordnung (21) angeschlossenen HF-DC-Konverter (22) sowie einen über eine externe physikalische Grösse gesteuerten Signalgenerator (24) auf, an dessen Ausgang eine Lastimpedanz (23) angeschlossen ist. Das passive Gerät (B) moduliert und strahlt das von ihm empfangene HF-Trägersignal mit der hohen Originalmessfrequenz des Signalgenerators (24) zurück, und zwar ohne Herunterteilung der hohen Originalmessfrequenz oder mit einer nur geringfügigen Herunterteilung dieser Originalmessfrequenz. Dadurch können Messsignale in sehr kurzer Zeit auf direktem Wege ausgewertet werden.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von physikalischen Grössen mit einem Fernmessgerät entsprechend dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Weiterentwicklung des Verfahrens gemäss der internationalen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer WO 89/11 701. Dort wird eine Abfrage- und Fernwirkeinrichtung beschrieben, bestehend aus zwei kontaktlos arbeitenden Geräten, von denen das erste Gerät auf das zweite aus der Ferne wirkt und dieses auch abfragen kann. Die Übertragung der Energie und der Information geschieht über zwei in Wechselwirkung stehende Antennenanordnungen. Die Information wird mit Hilfe einer Unterträgerfrequenz übertragen, während für die Energieübertragung ein Hochfrequenzsignal verwendet wird. Dieses Gerät arbeitet im sogenannten elektromagnetischen Nahfeld mit relativ kleinen Antennen und eignet sich daher gut für eine Implementation in verschlossenen Materialien, wie in organischen Geweben, Beton usw.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein solches Verfahren derart zu verbessern, dass es gestattet, physikalische Grössen über längere Zeiträume innerhalb von Materialien einfach und ohne grossen Aufwand zu messen, wobei diese physikalischen Grössen von aussen zugänglich sein können, wie z.B. Temperatur, Kraft und Feuchtigkeit in einer Mauer. Es wird daher ein Verfahren angegeben, um diese physikalischen Messgrössen, die als Signale hoher Frequenz vorliegen, kontaktlos zu übertragen und in sehr kurzer Zeit auf direktem Wege auszuwerten.

Zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens eignen sich vor allem Sensoren auf Quarzschwingerbasis. Solche Sensoren schwingen im 100-bis 1000-kHz-Bereich, wobei durch die zu erfassende physikalische Grösse die Schwingung nur geringfügig, z.B. 40 ppm/1 Grad Celsius geändert wird. Dadurch, dass im Gegensatz zu den konventionellen aktiven Fernmesssystemen ein Signal mit der Originalschwingfrequenz zurückgestrahlt wird, dauert eine ganze Messung nur wenige Millisekunden bei geringem apparativem Aufwand.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung beispielsweise näher beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines erfindungsgemässen Fernmessgerätes,

Fig. 2 bis 5 verschiedene Signalverläufe und

Fig. 6 bis 9 einige Anwendungsbeispiele.

Das Fernmessgerät nach Fig. 1 umfasst zwei Teilgeräte A und B, die voneinander galvanisch getrennt sind, räumlich mehr oder weniger auseinander liegen und über je eine Antennenanordnung 11 bzw. 21 in Wechselwirkung stehen.

Das aktive Teilgerät A weist neben seiner Antennenanordnung 11 eine externe Speiseeinheit 12, einen HF-Generator 13, eine HF-Zuleitung 14, einen

HF-Demodulator 15 und eine Auswerteelektronik 16 auf.

Das passive Teilgerät B arbeitet ohne eigene Speiseeinheit und weist neben seiner Antennenanordnung 21 einen HF-DC-Konverter 22, eine Lastimpedanz 23 und einen gesteuerten Signalgenerator 24 auf.

Das Fernmessgerät arbeitet folgendermassen:

Der HF-Generator 13, welcher von der Speiseeinheit 12 mit elektrischer Energie versorgt wird, erzeugt laufend eine sinusförmige hochfrequente Schwingung mit annähernd konstanter Frequenz von beispielsweise 27 MHz. Aufgrund dieser hochfrequenten Schwingung entsteht auf der HF-Zuleitung 14 eine Welle, die als vorlaufende Welle vom HF-Generator 13 zur Antenne 11 läuft.

Die vorlaufende Welle wird in der Antenne 11 weitgehend abgestrahlt, weil die Resonanzfrequenz der Antennenanordnung 11 mit Hilfe des Anpassnetzwerkes 112 bei der HF-Senderfrequenz liegt. Die Antenne 21 des passiven Teilgerätes B ist dank des Anpassnetzwerkes 212 ebenfalls eigenresonant für die HF-Senderfrequenz und empfängt unter Voraussetzung von induktiver Kopplung der beiden Antennen 111 und 211 einen beträchtlichen Teil der abgestrahlten HF-Leistung.

Im HF-DC-Konverter 22 wird hieraus ein Gleichstrom I erzeugt, der dem Signalgenerator 24 die Energie zur Verfügung stellt. Die Frequenz des Signalgenerators 24 wird durch die physikalische Grösse, z.B. Temperatur, Kraft oder Feuchtigkeit gesteuert. Vorzugsweise besteht ein linearer Zusammenhang zwischen physikalischer Grösse und Signalfrequenz. Der gesteuerte Signalgenerator 24 schaltet nun seinerseits die Lastimpedanz 23. Diese Schaltvorgänge, welche die eigentliche Information enthalten, wirken sich rückwärts durch den HF-DC-Konverter 22 auf die Antenne 211 und von dieser auf die Antenne 111 aus, so dass auch im aktiven Teilgerät A eine rücklaufende Welle von der Antenne 11 zum HF-Generator 13 läuft. Die rücklaufende Welle wird aus der HF-Zuleitung 14 ausgekoppelt und dem HF-Demodulator 15 zugeführt. Im gleichen Rhythmus wie die Originalmessfrequenz des Signalgenerators 24 ändert die Anpassung der Sendeantenne 111 und damit auch die rücklaufende Welle, die durch den HF-Demodulator 15 ausgewertet wird. Ferner entsteht eine amplitudenmodulierte Streustrahlung, die mit einem AM-Empfänger erfasst werden könnte. In beiden Fällen steht nun die Signalfrequenz an einem vom Messort entfernten Ort zur Verfügung, aus der die physikalische Grösse wieder zurückbestimmt werden kann.

Die Antennenanordnung 11 bzw. 21 besteht aus einer eigentlichen Antenne 111 bzw. 211, die schleifenförmig ausgebildet ist, und einem Anpassnetzwerk 112 bzw. 212, welches mindestens eine zur Induktivität der Antenne 111 bzw. 211 parallelgeschaltete Kapazität umfasst. Das Anpassnetzwerk 112 bzw. 212 hat die Aufgabe, die Resonanzfrequenz der Antennenanordnung 11 bzw. 21 an die HF-Senderfrequenz abzustimmen. Um externe Störeinflüsse unter Einfluss von Relativbewegungen zwischen den beiden Antennen zu minimieren, ist die Antenne 211 kleiner als die Antenne 111.

Die HF-Zuleitung 14 stellt das Übertragungsmedium sowohl für die vorwärts als auch für die rückwärts laufende HF-Welle dar und ist vorzugsweise als Koaxialkabel ausgebildet.

Der HF-Generator 13 liefert die für den Betrieb des passiven Teilgerätes B notwendige Energie, indem er die Spannung der Speiseeinheit 12 in den hochfrequenten Bereich um- oder wechselrichtet.

Die Amplitude und/oder die Phase der rücklaufenden Welle in der HF-Zuleitung 14 ist mit der Signalfrequenz schwach moduliert.

Der HF-Demodulator 15 besteht aus einem Richtkoppler 151, einem Bandpass 152 und einer Diskriminatoreinrichtung 153. Der Richtkoppler 151 erfasst nur die rücklaufende modulierte Welle und liefert eine modulierte Gleichspannung. Der Bandpass 152 filtert aus dem Spektrum des Eingangssignales die Messfrequenz des gesteuerten Signalgenerators 24 heraus. Der Bandpass 152 erfüllt sehr strenge Forderungen bezüglich Phasenjitter, der dadurch entsteht, dass sich der Pegel des Eingangssignals ändern kann, das heisst der Bandpass 152 sollte amplitudenunabhängig sein. Weil das Sendersignal des Teilgerätes B zu einem nicht genau vorhersehbaren Zeitpunkt einsetzt, in dem sich der Bandpass 152 in Ruhe befindet, muss letzterer sich zuerst auf die Signalfrequenz des Signalgenerators 24 einschwingen. Während dieser Zeit ist keine gültige Aussage über die Messfrequenz zulässig. Nach dieser Einschwingzeit wird noch eine Sicherheitszeit abgewartet, um die Streuung der Einschwingzeit in Abhängigkeit der einfallenden Amplitude auszuschalten. Danach steht das sinusförmige Signal konstanter Frequenz zur Auswertung bereit. Das Signal wird der Diskriminatoreinrichtung 153 zugeführt, die vorzugsweise immer beim exakt gleichen Phasenwinkel umschaltet, um somit vorzugsweise ein rechteckförmiges Signal zu liefern.

In Fig. 1, Teilgerät B, ist der Punkt 213 ein Bezugspotentialanschluss, so dass sich am Punkt 214 die eigentliche Speisespannung für den Signalgenerator 24 ergibt. Die Lastimpedanz 23 ist zwischen dem Ausgang 215 des Signalgenerators 24 und dem Punkt 213 eingefügt. Der Strom I setzt sich daher aus dem Strom I1 für den Eigenverbrauch des Signalgenerators 24 bzw. seiner externen Sensoren und dem Strom I2 zusammen, der die Modulation bewirkt.

Hier zeigt sich der Vorteil, der sich ergibt, wenn man gemäss der Erfindung mit der hohen Originalmessfrequenz arbeitet. Denn bei heruntergeteilten Signalmessfrequenzen würde sonst die Einschwingzeit des Bandpasses länger sein und es müssten höhere Anforderungen zur Einhaltung eines konstanten Phasenwinkels gestellt werden. Das Signal wird nun der Auswertelektronik 16 zur digitalen Signalverarbeitung zugeführt, indem beispielsweise die Pulsdauer durch einen sehr schnellen Zähler gezählt und eventuell mit einer vorgegebenen Kennlinie nach Fig. 5 ausgewertet wird. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, mit einem sehr kurzen Messfenster die Originalmessfrequenz und damit die physikalische Grösse mit sehr grosser Genauigkeit zu bestimmen. Für eine genaue Auswertung der Messsignalfrequenz ist es von Vorteil, dass die Diskrimi-

natoreinrichtung 153, die das Messfenster erzeugt, möglichst genau bei den Nulldurchgängen der Phase umschaltet.

Der HF-DC-Konverter 22 richtet das von der Antennenanordnung 21 empfangene HF-Signal in eine Gleichspannung um. Eine wechselnde Belastung auf der Eingangsseite führt zu einer wechselnden Impedanzveränderung der Antennenanordnung 21. Die Lastimpedanz 23 kann beispielsweise ein ohmscher Widerstand oder eine elektronische Schaltung sein, die sich vorzugsweise wie ein Widerstand oder eine Kapazität verhält. Sie erzeugt am Richtkopplerausgang ein Sinus- oder Rechtecksignal gemäss Fig. 3. Ist die Lastimpedanz 23 eine Kapazität am Ausgang eines Rechtecksignalgenerators, so entstehen die in Fig. 4 gezeigten Signalspikes. Der Vorteil solcher Lastimpedanzen liegt beim geringen Leistungsbedarf zum Betrieb des Teilgerätes B.

Der gesteuerte Signalgenerator 24 weist einen Schwingkreis konstanter Frequenz (sinus-/rechteckförmig, Fig. 2 bzw. 3) bei konstanten physikalischen Bedingungen auf. Somit hat der Schwingkreis für eine bestimmte gleichbleibende physikalische Grösse eine konstante Frequenz. Ändert sich nun besagte Grösse nach bekannter Gesetzmässigkeit, z.B. linear mit bekannten Koeffizienten oder nach vorheriger ausgemessener Kurve, so ändert sich proportional auch die Frequenz. Der Signalgenerator wird durch eine physikalische Grösse, wie Kraft, Temperatur, Feuchtigkeit usw. frequenzgesteuert. An den Signalgenerator werden sehr hohe Ansprüche gestellt, beispielsweise Langzeitstabilität der einmal aufgenommenen Kurve (Fig. 5), weil dann der Signalgenerator für immer verschlossen wird und somit nicht mehr zugänglich ist. Ausserdem muss die Frequenz-Messwert-Kennlinie entweder einen monoton steigenden oder einen streng fallenden Verlauf haben, um durch eine vorgegebene Frequenz einen und nur einen Wert der physikalischen Grösse bestimmen zu können. Daher können auch Signalgeneratoren mit nichtlinearen Kennlinien verwendet werden. Die Kennlinie wird in der Auswertelektronik 16 zur Berechnung des Wertes der physikalischen Grösse herangezogen.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, verschiedene physikalische Grössen am gleichen Ort zu messen. Man benützt dafür entweder einen Signalgenerator mit einer Frequenzcharakteristik in mehreren physikalischen Grössen unter der Voraussetzung der uneindeutigen Zuweisung (Fig. 6) mittels einer zeitlich verschachtelten Umschaltung der physikalischen Grössen (Zeitmultiplex) oder verschiedene parallel arbeitende (Frequenzmultiplex) Signalgeneratoren mit jeweils verschiedenen Frequenz-Messwert-Kennlinien (Fig. 7).

Um die gleiche physikalische Grösse an verschiedenen Orten zu messen, können mehrere Teilgeräte B, C, D (Fig. 8 bzw. 9) verwendet und mit einem mobilen Teilgerät A abgetastet werden, indem es räumlich in die Nähe der Teilgeräte B, C oder D gebracht wird. In Fig. 8 geschieht die Wechselwirkung mit dem Teilgerät B und in Fig. 9 mit dem Teilgerät C.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von physikalischen Grössen mit einem Fernmessgerät bestehend aus einem aktiven Teilgerät (A) und einem passiven Teilgerät (B), die voneinander getrennt sind, räumlich mehr oder weniger weit auseinanderliegen und über je eine Antennenanordnung (11 bzw. 21) in Wechselwirkung stehen,

wobei das aktive Teilgerät (A) einen an eine externe Speiseeinheit (12) angeschlossenen HF-Generator (13) aufweist, der über eine HF-Zuleitung (14) mit seiner Antennenanordnung (11) verbunden ist, und eine Auswerteelektronik (16) umfasst, die über einen HF-Demodulator (15) an die HF-Zuleitung (14) angekoppelt ist, und

wobei das passive Gerät (B) einen an seine Antennenanordnung (21) angeschlossenen HF-DC-Konverter (22) sowie einen über eine externe physikalische Grösse gesteuerten Signalgenerator (24) aufweist, an dessen Ausgang eine Lastimpedanz (23) angeschlossen ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das passive Gerät (B) das von ihm empfangene HF-Trägersignal mit der hohen Originalmessfrequenz des Signalgenerators (24) moduliert und zurückstrahlt, und zwar ohne Herunterteilung der hohen Originalmessfrequenz oder mit einer nur geringfügigen Herunterteilung dieser Originalmessfrequenz.

2. Passives Gerät zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der HF-DC-Konverter (22) ausgebildet ist, um das von der Antennenanordnung (21) empfangene HF-Signal derart in eine Gleichspannung umzurichten, dass eine wechselnde Belastung auf der Eingangsseite zu einer wechselnde Impedanzveränderung der Antennenanordnung (21) führt.

3. Passives Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die am Ausgang des gesteuerten Signalgenerators (24) angeschlossene Lastimpedanz (23) sich wie ein ohmscher Widerstand oder eine Kapazität verhält.

4. Passives Gerät nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der gesteuerte Signalgenerator (24) einen Schwingkreis umfasst, der eine konstante Frequenz bei konstanten physikalischen Bedingungen aufweist.

5. Passives Gerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingkreis ein Sensor auf Quarzschwingerbasis ist.

6. Aktives Gerät zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der HF-Demodulator (15) während einer Einschwingzeit, in der er sich auf die Signalfrequenz einschwingt, und einer nachträglichen Sicherheitszeit ausgeblendet wird, um eine Streuung der Einschwingzeit in Abhängigkeit der einfallenden Amplitude auszuschalten.

7. Aktives Gerät nach Anspruch 6 oder zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der HF-Demodulator (15) einen zwischen einem Richtkoppler (151) und einer Diskriminatoreinrichtung (153) eingefügten Bandpass (152) aufweist, der aus dem Spektrum des

Eingangssignals die Messfrequenz des gesteuerten Signalgenerators (24) herausfiltert.

8. Aktives Gerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Bandpass (152) zumindest angenähert amplitudenunabhängig ist, um eine Phasestarrheit bezüglich des Originalmessfrequenz-Signals zu ermöglichen.

9. Aktives Gerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Diskriminatoreinrichtung (153) derart ausgebildet ist, dass sie zwischen einer vorgegebenen Anzahl Nulldurchgängen des ihr zugeführten Signals ein Messzeitfenster bildet.

10. Aktives Gerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteelektronik (16) derart ausgebildet ist, dass sie mit Hilfe eines Taktsignals, dessen Frequenz viel höher als die Frequenz des Ausgangssignals der Diskriminatoreinrichtung (153) ist, die Zeit zwischen zwei ein Messzeitfenster definierenden Nulldurchgängen misst, um die Originalmessfrequenz zu bestimmen.

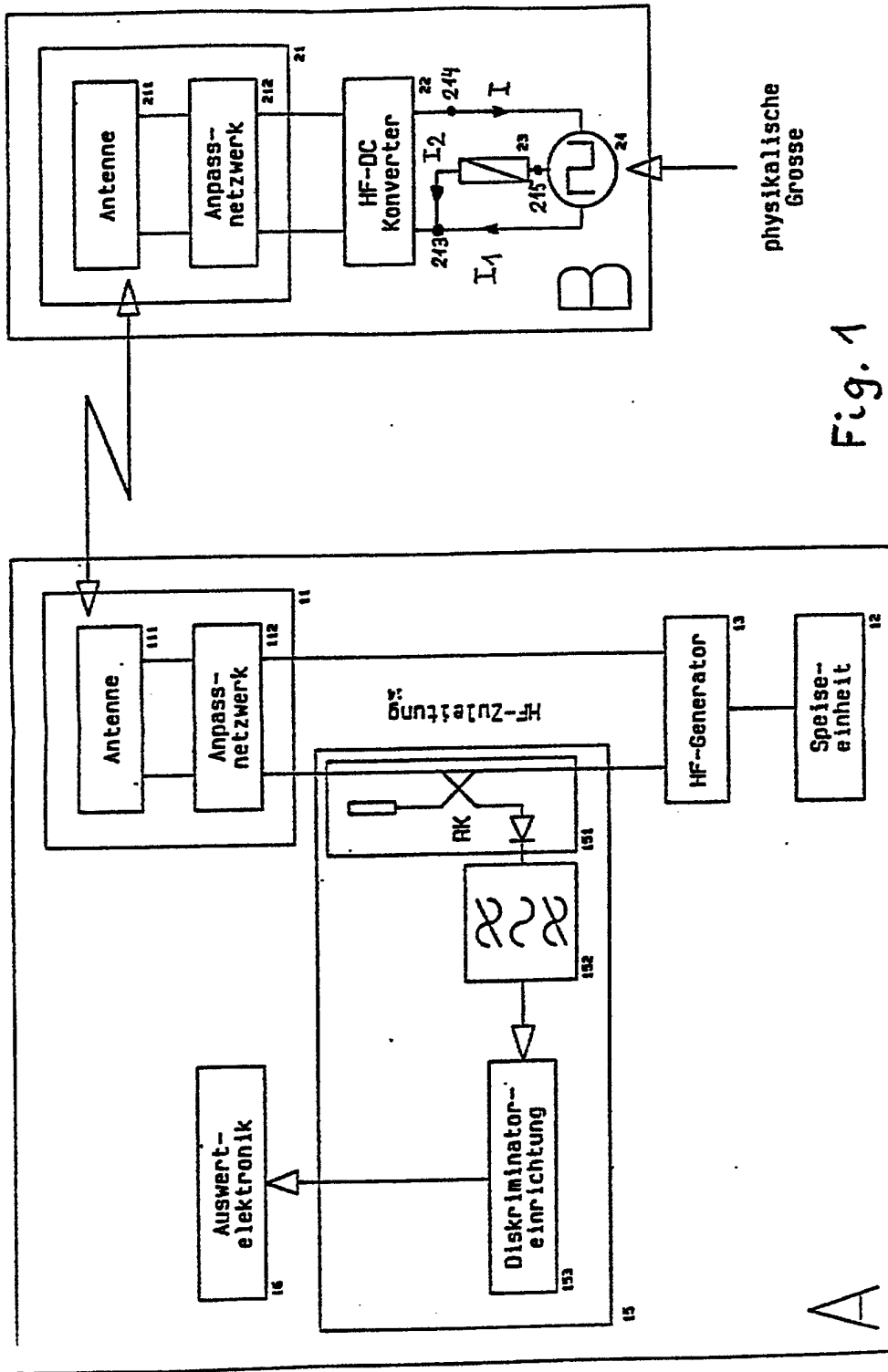


Fig. 1

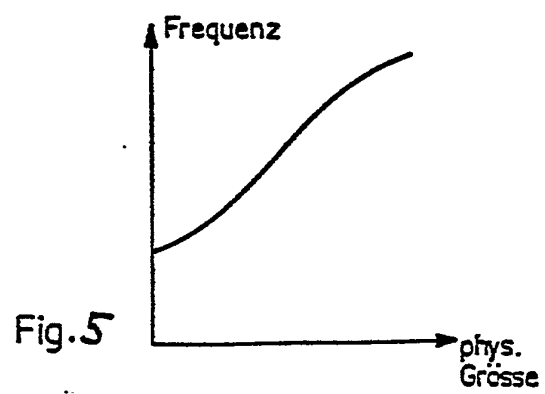
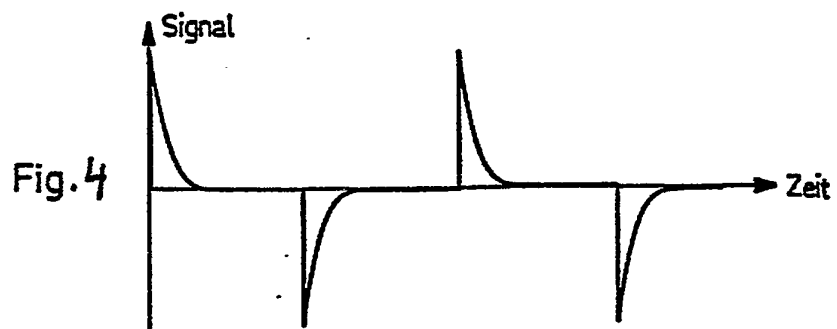
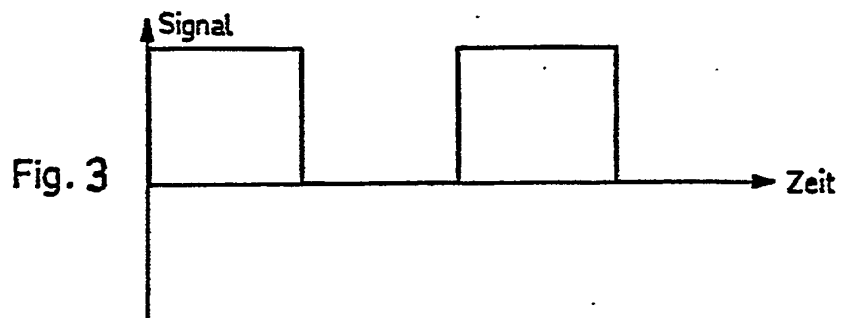
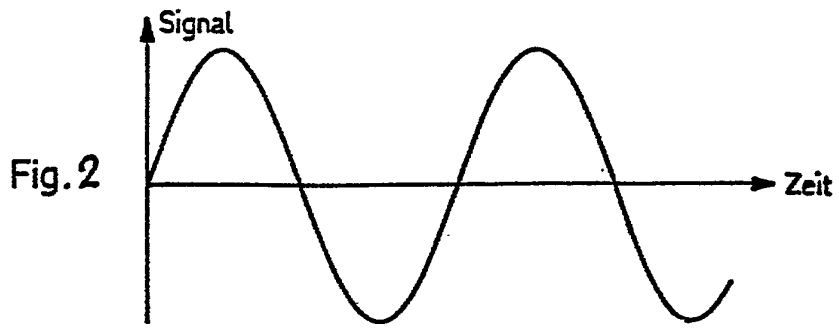


Fig. 6

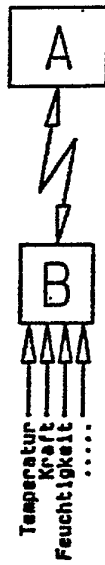


Fig. 7

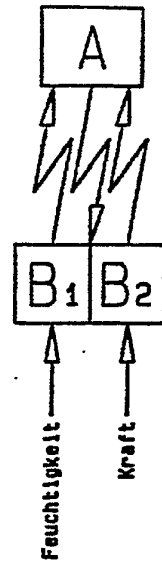


Fig. 8

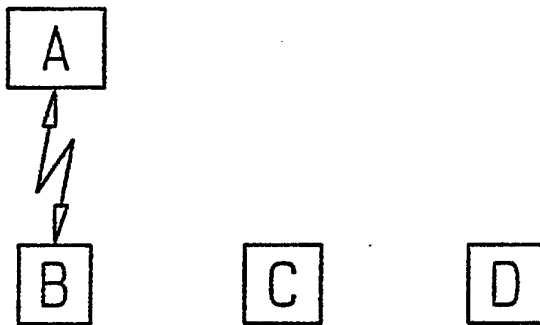


Fig. 9

