(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 707 296 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.04.1996 Patentblatt 1996/16

(51) Int. Cl.[6]: **G08B 13/24**

(21) Anmeldenummer: **95114703.2**

(22) Anmeldetag: **19.09.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB LI NL PT SE

(30) Priorität: **15.10.1994 DE 4436977**

(71) Anmelder: **Esselte Meto International GmbH**
D-64646 Heppenheim (DE)

(72) Erfinder:
- **Swales, Nicholas David**
  Hardwick, Cambridge, CB3 7XL (GB)
- **Thompson-Bell, Ian**
  Litlington, Hertfordshire, SG8 0RB (GB)

(54) Anlage zur elektronischen Artikelüberwachung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage zur elektronischen Artikelüberwachung, mit einem Sender, der ein elektromagnetisches Feld variabler Sendefrequenz mittels einer Sendeantenne (4) in eine Überwachungszone abstrahlt, und einem mit einer Empfangsantenne (6) versehenen Empfänger, dessen Ausgangssignale einer Detektionsvorrichtung (8) zugeführt werden, die bei der Anwesenheit eines Sicherungsanhängers (5) in der Überwachungszone ein Alarmsignal aktiviert, wobei der Sicherungsanhänger (5) einen Resonanzschwingkreis enthält. Zur Verbesserung der Störsicherheit und der Nachweiswahrscheinlichkeit wird vorgeschlagen, daß sowohl die Amplitude der empfangenen Signale als auch der Phasenunterschied zwischen dem Feld des Senders und den empfangenen Signalen ausgewertet wird.

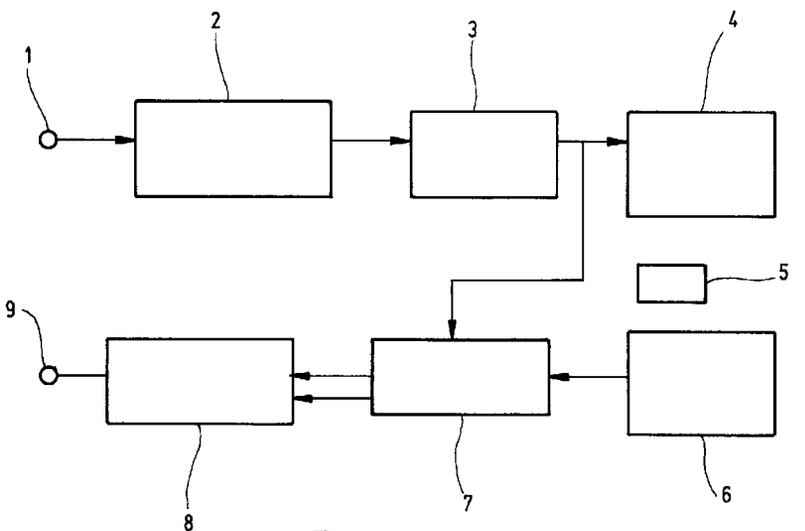


Fig. 1

EP 0 707 296 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektronische Artikelsicherungsanlagen, die die Anwesenheit eines mit einem Schwingkreis (Spule und Kondensator) ausgestatteten Sicherungsanhängers in einer Überwachungszone nachweisen und insbesondere in Verkaufseinrichtungen Verwendung finden, sind im Stande der Technik bekannt. Da die jeweilige Resonanzfrequenz der einzelnen Sicherungsanhänger einer fertigungsbedingten Toleranz von typisch ± 10 % unterliegt, ist es notwendig, die Sendefrequenz über einen bestimmten Bereich zu variieren (zu wobbeln), um sicher zu sein, alle Sicherungsanhänger nachweisen zu können. Dazu findet gewöhnlich ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) Verwendung, der den gewünschten Frequenzbereich liefert. Sein Eingang wird mit einer Sinus-, Dreieck- oder Treppenspannung beaufschlagt, und an seinem Ausgang liegt eine der Eingangsspannung proportionale Frequenz an. Alternativ können auch Digital-Analog-Wandler zur Frequenzerzeugung dienen. Der Oszillator ist im Regelfall an einer Endstufe angeschlossen, die im Pulsbetrieb eine Sendeantenne speist, welche ihrerseits ein Magnetfeld in der Überwachungszone erzeugt. Eine separate Empfangsantenne wird zum Empfang der Signale verwendet, die ein Sicherungsanhänger in der Überwachungszone erzeugt. Diese Antenne ist an einem Empfangsschaltkreis angeschlossen, der auf dem gesamten vom Sender überstrichenen Frequenzbereich sensitiv ist, während der Ausgang des Empfängers an einem Detektor angeschlossen ist, der bei der Anwesenheit eines Sicherungsanhängers in der Überwachungszone einen Alarm auslöst, so daß das Personal der Verkaufseinrichtung odgl. ggf. einen Diebstahl verhindern kann. Die Detektion wird gewöhnlich derart realisiert, daß bei einer Änderung der empfangenen Leistung - in Folge der Anwesenheit eines Sicherungsanhängers - bei einer bestimmten, gleichbleibenden Sendefrequenz, also konstanter zeitlicher Position während der Wobbelzyklen Alarm gegeben wird.

Eine Anlage gattungsgemäßer Art ist aus der EP 565 481 A1 bekannt geworden. Um einerseits die Nachweiswahrscheinlichkeit der Sicherungsanhänger durch eine Erhöhung der Empfindlichkeit verbessern zu können, andererseits die Wahrscheinlichkeit eines Fehlalarmes zu reduzieren, weist der Empfänger einen Mischer auf, dessen erster Eingang mit der Empfangsspule in Verbindung steht. Der zweite Eingang wird mit der Sendefrequenz beaufschlagt. Im Ergebnis liegt am Ausgang des Mischers eine Gleichspannungssignal an, die sich bei der Anwesenheit eines Sicherungsanhängers in der Überwachungszone ändert. Diese Spannung wird einem Bandpassfilter und einem Verstärker und schließlich einem Analog-Digital-Wandler des Detektors zugeführt.

Die EP 387 970 A1 offenbart eine andere, jedoch ähnliche Anlage. Hier wird dem Mischer vom Sender ein Referenzsignal mit einer derartigen Phase zugeführt, daß sich ein maximales Ausgangssignal ergibt, falls ein Sicherungsanhänger in der Überwachungszone ist. Wird hingegen ein Signal empfangen, das um 90 ° relativ zu dem eines Sicherungsanhängers phasenverschoben ist, wird die Ausgangsspannung minimal.

Bei den bekannten Anlagen finden somit Mischer (Synchrondetektoren) Verwendung, die der - im Signalweg nachfolgenden - Detektionsvorrichtung ausschließlich eine Information über das Produkt aus der empfangenen Amplitude und einem festen (wenn auch möglicherweise frequenzabhängigen), von der Phasenverschiebung zwischen gesendetem und empfangenen Signal abhängigen Faktor liefern. Als nachteilig ist dabei anzusehen, daß die Information über die Phase des empfangenen Signals unnötigerweise verlorengeht, so daß mitunter auch nicht von einem Sicherungsanhänger stammende Störsignale (deren Amplitude, jedoch nicht Phase dem Signal eines Resonanzschwingkreises entspricht) zur Auslösung eines für den betroffenen Kunden peinlichen Alarms führen können.

Ausgehend vom Stande der Technik liegt der Erfindung das Problem zugrunde, eine Anlage zur elektronischen Artikelüberwachung zu schaffen, die sich durch geringe Empfindlichkeit gegenüber Störsignalen und eine hohe Nachweiswahrscheinlichkeit auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sowohl die Amplitude der empfangenen Signale als auch der Phasenunterschied zwischen dem Feld des Senders und den empfangenen Signalen ausgewertet wird.

Der Kerngedanke besteht darin, die Entscheidung über das Auslösen eines Alarms anhand einer zusätzlichen Information - der Phasenverschiebung zwischen dem ausgestrahlten und dem empfangenen Signal - zu treffen, um somit besser zwischen dem von einem Sicherungsanhänger erzeugten und anderen, von beliebigen Störungsquellen (wie Sendern, metallischen Gegenständen in der Überwachungszone odgl.) stammenden Ausgangssignalen des Empfängers unterscheiden zu können.

Die Vorteile der Erfindung bestehen vornehmlich darin, daß die Wahrscheinlichkeit der Auslösung eines Fehlalarmes durch Störungsquellen wesentlich reduziert ist. Auch die Empfindlichkeit, also die Detektionswahrscheinlichkeit für Sicherungsanhänger ist verbessert.

Aufgrund der fertigungsbedingten Toleranzen der Resonanzkreise der Sicherungsanhänger erweist es sich als notwendig, die Sendefrequenz über einen bestimmten Bereich zu variieren, um wirklich alle eventuell in der Überwachungszone enthaltenen Sicherungsanhänger nachweisen zu können. Diese - an sich bekannte - Variation der Sendefrequenz ermöglicht, nicht nur die bei maximaler Amplitude, also bei der Resonanzfrequenz eines Sicherungsanhängers von der Empfangsantenne nachgewiesenen Signale, sondern auch bei anderen Sendefrequenzen gemessene Signale zur Entscheidung über das Auslösen eines Alarmes zu Rate zu ziehen. Zur Auswertung werden insbesondere die detektierten Amplituden- und Phasenmeßwerte herangezogen, die sich bei Sendefrequenzen ergeben, die in der Nähe der Reso-

nanzfrequenz eines Sicherungsanhängers liegen. Bei allen anderen Frequenzen (mit Ausnahme eventueller Störsender) wird die empfangene Amplitude hingegen unterhalb des stets vorhandenen Rauschpegels bleiben, so daß sich hier keine Möglichkeit bietet, Sicherungsanhänger nachzuweisen.

Ein Alarm wird nur dann ausgelöst, falls der Verlauf der Phasen und Amplituden der empfangenen Signale in Abhängigkeit von der Sendefrequenz zumindest näherungsweise mit einer festgelegten Kurvenform übereinstimmt. Diese Kurvenform entspricht der Kurve, die von einem Sicherungsanhänger in der Überwachungszone zu erwarten ist. Die bei den einzelnen, unterschiedlichen Sendefrequenzen empfangenen Signale werden daher gespeichert und es wird fortlaufend geprüft, ob sie (als Funktion der Sendefrequenz) der festgelegten Kurve entsprechen.

Weiterhin wird auch nur dann ein Alarm ausgelöst, falls die Amplituden der empfangenen Signale einen bestimmten Schwellenwert überschreiten.

Anhand der gemessenen Amplituden und Phasen kann die Halbwertsbreite und Mittenfrequenz der Resonanzkurve eines eventuell im Überwachungsbereich befindlichen Schwingkreises evaluiert werden. Anhand beider Werte kann die (dem Quotienten aus Resonanzfrequenz und Halbwertsbreite entsprechende) Güte des Schwingkreises berechnet werden. Nur falls sie innerhalb eines bestimmten Intervalls liegt, das entsprechend den handelsüblichen, in der jeweils abzusichernden Einrichtung verwendeten Sicherungsanhängern festgelegt ist, wird ein Alarm ausgelöst. Der Vorzug besteht darin, daß andere Schwingkreise mit höherer oder geringerer Güte keinen unerwünschten Fehlalarm bewirken können.

Als Synchrondetektor kommt vorzugsweise ein an sich bekannter, sogenannter IQ-Detektor zur Verwendung. Er weist einen Ausgang auf, an dem der gleichphasige Anteil von Sende- und Empfangssignal anliegt. An einem zweiten Ausgang liegt der um 90 ° (oder einen beliebigen, anderen Winkel) verschobene Anteil des empfangenen Signals an.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Sie zeigen in schematischer Darstellung in

Figur 1 : eine Blockschaltung der zum Senden und Empfangen dienenden Teile der Anlage;

Figur 2: eine Blockschaltung einer Detektionsvorrichtung;

Figuren 3-6: Beispiele für empfangene Signale;

Figur 7: ein Flußdiagramm für die Detektion von Sicherungsanhängern.

In Figur 1 ist eine zum Erzeugen eines elektromagnetischen Feldes in der Überwachungszone und zum Empfang dienende Schaltung dargestellt. Mittels einer am Eingang (1) anliegenden Spannung wird die Ausgangsfrequenz eines spannungsgesteuerten Oszillators (2), eines an sich bekannten VCO variiert. Die Frequenz der einem Leistungsverstärker (3) zugeführten Spannung wird somit durch eine Änderung der Spannung am Eingang (1) derart variiert, daß sie sukzessive den gesamten Bereich überstreicht, in dem die Resonanzfrequenz eines Sicherungsanhängers (5) liegen könnte. Das mit dem Leistungsverstärker (3) verstärkte Sendesignal wird einer Sendeantenne (4) zugeführt, die ein elektromagnetisches Feld entsprechender Frequenz in die Überwachungszone abstrahlt. Eine Empfangsantenne (6) dient zum Nachweis der von der Sendeantenne (4) und von dem in der Überwachungszone enthaltenen Sicherungsanhänger (5) erzeugten elektromagnetischen Felder; ihr der empfangenen Feldstärke entsprechendes Ausgangssignal wird einem Eingang eines Synchrondetektors (7) zugeführt. Der zweite Eingang des Synchrondetektors (7) wird mit einem Referenzsignal beaufschlagt, das dem Leistungsverstärker (3) entnommen wird. An den beiden Ausgängen des Synchrondetektors (7) ist die Detektionsvorrichtung (8) angeschlossen. An einem Ausgang des Synchrondetektors (7) liegt eine Spannung an, die dem gleichphasigen Anteil zwischen der Ausgangsspannung des Leistungsverstärkers (3) und der von der Empfangsantenne (6) gelieferten Spannung entspricht; an dem anderen Ausgang liegt der um 90 ° verschobene Anteil beider Spannungen an. Der - auch unter der Bezeichnung IQ-Detektor bekannte - Synchrondetektor (7) liefert somit am ersten Ausgang das Produkt aus beiden Eingangsspannungen und am zweiten Ausgang das Produkt aus einer Eingangsspannung und einer um 90 ° phasenverschobenen Eingangsspannung. Am Ausgang (9) der Detektionsvorrichtung (8) ist eine beliebige Alarmeinrichtung angeschlossen.

Figur 2 stellt ein Blockschaltbild einer Detektionsvorrichtung (8) dar. Sie enthält einen Digital-Analog-Wandler (15), dessen Ausgang (10) mit dem Eingang (1) des spannungsgesteuerten Oszillators (2) verbunden ist. Der Digital-Analog-Wandler (15) steuert somit die von der Sendeantenne (4) abgestrahlte Frequenz. Als Wandler (15) kommt im Regelfall eine 12-bit-Ausführungsform zum Einsatz, die es ermöglicht, den Ausgang (10) auf einen von 4096 möglichen Spannungswerten einzustellen und zwischen 4096 unterschiedlichen Sendefrequenzen zu wählen.

In einem Festwertspeicher (ROM) (12) gespeicherte Programme steuern einen Mikroprozessor (11) derart, daß er seinerseits den Digital-Analog-Wandler (15) über eine zwischengeschaltete digitale Eingabe-Ausgabe-Schaltung (16) so beeinflußt, daß die Sendefrequenz in entsprechenden Schritten variiert wird.

Die beiden Ausgänge des Synchrondetektors (7) sind mit jeweils einem Eingang (21,22) der Detektionsvorrichtung (8) verbunden. Der Mikroprozessor (11) setzt den Digital-Analog-Wandler (15) für einen Zeitraum von beispielsweise

einer Millisekunde auf eine konstante Ausgangsspannung, in der auch die Sendefrequenz gleich bleibt. Während dieses Zeitraumes integrieren die beiden Integratoren (18,20) die jeweils an ihren - mit dem Synchrondetektor (7) verbundenen - Eingängen (21,22) anliegenden Spannungen. Nach dem Ablauf dieses Zeitraumes veranlaßt der Mikroprozessor (11) die beiden Analog-Digital-Wandler (17,19), die Ausgangsspannungen der Integratoren (18,20) in einen Digitalwert umzuwandeln, der über die digitale Eingabe-Ausgabe-Schaltung (16) in einen Speicher (RAM) (13) hineingeschrieben wird. Dieser Vorgang wird sukzessive für alle Frequenzen des zu untersuchenden Frequenzbereiches wiederholt. Nach dem Ende eines Frequenzdurchlaufs untersucht der Mikroprozessor (11) die im Speicher (13) abgelegten Daten daraufhin, ob ein Sicherungsanhänger (5) in der Überwachungszone enthalten ist. Der Ausgang (9) der Detektionsvorrichtung (8) ist an einen Bus (14) angeschlossen, der den Mikroprozessor (11) mit den Speichern (12,13) und der digitalen Eingabe-Ausgabe-Schaltung (16) verbindet.

Wie bereits festgestellt wurde, liegen an den Eingängen (21,22) Informationen über die Amplitude der empfangenen Signale sowie über den Phasenunterschied zwischen dem Feld des Senders und den empfangenen Signalen an. Für jeden Frequenzdurchlauf werden daher die von den beiden Analog-Digital-Wandlern (17,19) gelieferten Werte getrennt voneinander gespeichert.

Die Ausgangsspannung des Synchrondetektors (7), die am Eingang (21) anliegt und im folgenden mit "I" bezeichnet wird, entspricht dem Produkt aus der gesendeten und der empfangenen Feldstärke, während am anderen Eingang (22) die als "Q" bezeichnete Spannung liegt, welche dem Produkt aus der empfangenen Feldstärke und einer gegenüber der gesendeten Feldstärke um 90 ° phasenverschobenen Spannung entspricht. Wird also ein mit der Sendefeldstärke gleichphasiges Signal empfangen, liegt am Eingang (21) eine Gleichspannung an, während am Eingang (22) keine Spannung liegt. Ist das empfangene Signal hingegen um 90 ° relativ zum Sendesignal verschoben, wird der Eingang (21) näherungsweise Null und am Eingang (22) liegt eine Gleichspannung an.

In Figur 3 ist ein typischer Verlauf der Spannungen an den Eingängen (21,22) dargestellt, wie er sich bei einem Frequenzdurchlauf ergibt, wenn kein Sicherungsanhänger (5) in der Überwachungszone enthalten ist. Die Spannung I am Eingang (21) ist auf der vertikalen Achse aufgetragen, und die Spannung Q am Eingang (22) ist auf der horizontalen Achse aufgetragen. Bei einer Variation der Sendefrequenz beginnt der Durchlauf bei der geringsten Frequenz am Punkt (23) und endet bei der höchsten Frequenz am Punkt (24). Das Artefakt (25) ist die Folge einer externen Störung, die von einem Radiosender oder einer benachbarten Artikelüberwachungs-Anlage stammen kann.

Die Amplitude des empfangenen Signals entspricht dem Abstand vom Ursprung, d.h. der Länge des Radiusvektors des Punktes (Q,I) und ist gleich der Quadratwurzel aus der Summe des Quadrats von I und des Quadrats von Q. Der Phasenwinkel entspricht dem Winkel zwischen dem Radiusvektor und der horizontalen Achse. Der Tangens des Winkels entspricht somit dem Quotienten I/Q.

Anhand der Figur 3 ist erkennbar, daß die Amplitude des (ohne Sicherungsanhänger (5)) empfangenen Signals während des Frequenzdurchlaufs variiert. Sie ist proportional zum Grad der Kopplung zwischen der Sendeantenne (4) und der Empfangsantenne (6). Die Phase des empfangenen Signals variiert bei diesem Durchlauf um typischerweise 300 °, was eine Folge der Laufzeit des Signals durch die Anlage, d.h. Sender und Empfänger ist. Die Phasenverschiebungen entstehen hauptsächlich durch die Filter des Empfängers. Die Laufzeit (d.h. Verzögerung) des Signals beträgt bei der hier dargestellten Anlage ca. 400 ns, die eine Phasendifferenz von 300° bei Signalen zwischen 7 und 9 MHz zur Folge hat.

Figur 4 stellt den Verlauf der Spannungen I und Q dar, falls ein Sicherungsanhänger (5) in der Überwachungszone enthalten ist. Das durch Störungen bedingte Artefakt (25) ist noch immer vorhanden. Hinzugekommen ist eine vom Sicherungsanhänger (5) erzeugte Schleife (26). Letztere entsteht dadurch, daß der Resonanzschwingkreis eine schnelle Änderung der Phasen und Amplituden (der von ihm wieder abgestrahlten Feldstärke) bewirkt, wenn die Sendefrequenz über seine Resonanzfrequenz hinweg variiert wird. Diese charakteristische Änderung der Phase und Amplitude des empfangenen Signals bildet den eigentlichen Kern der vorliegenden Erfindung. Falls ein beliebiges Objekt - jedoch kein Sicherungsanhänger (5) - in der Überwachungszone ist, bewirkt es ebenfalls eine Änderung in der Kopplung zwischen Empfangs- und Sendeantenne; es entsteht jedoch nicht die charakteristische Schleife, die ein Resonanzkreis erzeugt. Anhand dieser Information kann somit unschwer entschieden werden, ob ein Sicherungsanhänger in der Überwachungszone enthalten ist. Auch Störsignale, wie das Artefakt (25), produzieren keine charakteristische Schleife (26). Somit können auch sie keinen unerwünschten Fehlalarm erzeugen.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Verfahren, nach dem die Detektionsvorrichtung (8) anhand der gewonnenen Informationen zwischen Sicherungsanhängern und anderen Objekten bzw. Störsignalen unterscheiden kann, näher beschrieben. In dieser Ausführungsform wird der Mikroprozessor (11) durch im Festwertspeicher (12) gespeicherte Programme gesteuert und verarbeitet die in mehreren Frequenzdurchläufen gewonnenen, im Speicher (13) abgelegten Meßwerte.

Ein im Festwertspeicher (12) enthaltenes Programm berechnet die Durchschnittswerte der Spannungen an den Eingängen (21,22) - also I und Q - bei allen Frequenzen des Variationsbereiches. Der Durchschnitt wird jeweils über die letzten drei (oder eine beliebige andere Zahl) Durchläufe gebildet. Diese Durchschnittswerte enthalten somit Informationen über die gemittelte Amplitude und Phase der während der letzten Frequenzdurchläufe empfangenen Spannungen; sie stellen einen gespeicherten Hintergrund dar.

Die Amplituden und Phasen jedes nachfolgenden Durchlaufs werden mit den gespeicherten Durchschnittswerten verglichen. Im konkreten wird für jede Frequenz die Differenz aus den aktuellen und den mittleren Meßwerten berechnet und wiederum im Speicher (13) abgelegt. Die Differenzen lassen jegliche Unterschiede zwischen dem aktuellen und der vorhergehenden Durchläufen sehr gut erkennbar werden. Derartige Unterschiede können insbesondere eine Folge des Einführens eines Sicherungsanhängers (5) oder eines anderen Objektes in die Überwachungszone sein, oder durch kurzzeitige Störsignale entstehen.

Figur 5 zeigt die Amplituden und Phasen eines Frequenzdurchlaufs, bei dem ein Sicherungsanhänger (5) in der Überwachungszone enthalten ist, nachdem die gespeicherten Durchschnittswerte der vorhergehenden Durchläufe subtrahiert wurden. Die charakteristische Schleife (26) des Resonanzschwingkreises ist dabei in einen charakteristischen Kreis (27) übergegangen, der den Ursprung des Koordinatensystems berührt, und dessen Mittelpunkt außerhalb des Ursprungs liegt.

Offensichtlich ist die Differenz aus den aktuellen und den durchschnittlichen Meßwerten stets näherungsweise Null, mit Ausnahme der in der Nähe der Resonanzfrequenz eines Sicherungsanhängers liegenden Frequenzen.

Wird ein Gegenstand in die Überwachungszone eingebracht, der keinen Resonanzkreis enthält, ändert sich die Kopplung zwischen der Sende (4) und der Empfangsantenne (6) - und somit die empfangene Spannung - über den gesamten durchlaufenen Frequenzbereich. Das Ergebnis ist, daß die in Figur 3 dargestellte Kurve vergrößert, verkleinert oder gedreht wird. Die in einem derartigen Fall entstehenden Differenzen aus den aktuellen und den durchschnittlichen Meßwerten sind in Figur 6 dargestellt. Wie bei einem Sicherungsanhänger (5) entsteht ein charakteristischer Kreis, der jedoch grundsätzlich andere Eigenschaften hat. Er hat seinen Mittelpunkt im Ursprung des Koordinatensystems und berührt den Ursprung nicht. Hingegen liegt der Mittelpunkt des Kreises eines Sicherungsanhängers (5) außerhalb des Ursprungs und berührt letzteren. Die im Festwertspeicher (12) enthaltenen Programme differenzieren anhand dieser charakteristischen Unterschiede zwischen Sicherungsanhängern (5) und anderen Objekten.

Ein Nachteil der Verwendung der Differenz aus den aktuellen und den durchschnittlichen Meßwerten besteht darin, daß die Form der entstehenden Kreise nicht exakt zirkular ist. Der Grund dafür liegt darin, daß der Grad der Kopplung zwischen der Sende- (4) und Empfangsantenne (6) mit der jeweiligen Sendefrequenz variiert. Diese Änderungen der Kopplung verzerren die Form der charakteristischen Kreise (27,28). Es bietet sich daher an, die Verzerrungen durch eine Normierung der Meßwerte zu vermeiden. Dabei wird die jeweilige Differenz aus dem zuletzt gemessenen (also aktuellen) und den durchschnittlichen Meßwerten berechnet und anschließend durch die durchschnittlichen Meßwerte dividiert. Somit wird bei Frequenzen mit starker Kopplung - bei denen hohe Meßwerte entstehen - durch große Zahlen geteilt und bei kleiner Kopplung durch geringere Zahlen dividiert. Im Ergebnis sind die Amplituden der normierten Meßwerte näherungsweise frequenzunabhängig.

Insbesondere die normierten Meßwerte erlauben, anhand der Bandbreite detektierter Schwingkreise zu entscheiden, ob ein Sicherungsanhänger (5) in der Überwachungszone enthalten ist Bekannterweise haben konventionelle Sicherungsanhänger (5) eine Güte zwischen 50 und 200. Die Güte bestimmt die Bandbreite der nachweisbaren Signale, die der Zahl der Meßpunkte eines Kreises im I-Q-Diagramm entspricht. Erzeugt ein Objekt einen Kreis mit zu vielen oder zu wenigen Punkten, liegt der Schluß nahe, daß es sich nicht um einen Sicherungsanhänger handelt.

Schließlich zeigt Figur 7 ein Flußdiagramm, nach dem der Mikroprozessor (11) arbeiten kann. Zunächst erfolgt ein Durchlauf (29) der Sendefrequenz durch den zu untersuchenden Frequenzbereich. Anschließend erfolgt die Berechnung (30) der Differenz zu den vorher aufgenommenen, durchschnittlichen Meßwerten, wobei optional eine Normierung (Division durch die durchschnittlichen Meßwerte) durchgeführt werden kann. Im nächsten Schritt (31) wird geprüft, ob die Meßwerte im I-Q-Diagramm durch einen oder mehrere Kreise dargestellt werden können. Es wird also untersucht, ob die normierten Meßwerte (oder die Differenzen zwischen den aktuellen und den durchschnittlichen Meßwerten), die im folgenden als I'(f) und Q'(f) bezeichnet werden, als Funktion der Sendefrequenz f zumindest näherungsweise durch folgende Gleichung darstellbar sind:

$$I'(f) + i \cdot Q'(f) = U_0 + U_1 \exp(i \cdot c \cdot f).$$

Dabei entspricht i der imaginären Einheitszahl. U_0 ist eine komplexe Zahl, die dem Mittelpunkt des Kreises im I-Q-Diagramm entspricht. U_1 ist der Radius des Kreises und exp die bekannte Exponentialfunktion. c ist reell und ein Maß für die Zahl der Meßpunkte, die ein Kreis umfaßt. Enthält er viele Meßpunkte, ist c größer, als wenn er nur wenige Meßpunkte enthält. Der Mikroprozessor (11) versucht im Schritt (31) also, die Zahlen c, U0 und U1 zu evaluieren, die eine minimale Abweichung zwischen den Meßwerten I'und Q' und obiger Gleichung zur Folge haben. Im nächsten Schritt (32) werden eventuell aufgefundene Kreise - in einem Durchlauf können mehrere von ihnen aufgefunden werden, falls beispielsweise mehrere Sicherungsanhänger mit unterschiedlichen Resonanzfrequenzen in der Überwachungszone enthalten sind - separat untersucht. Die erste Abfrage (33) prüft, ob der Mittelpunkt des Kreises im Ursprung liegt, ob U_0 also kleiner als ein festgelegter Wert ist. Ist das Ergebnis ja, wird zum Schritt (41) gesprungen und festgestellt, daß kein Sicherungsanhänger (5) vorliegt. Ist das Ergebnis im Schritt (33) jedoch nein, erfolgt eine Prüfung (34), ob der Kreis durch den Ursprung verläuft (d.h. ob die Differenz aus dem Betrag von U_1 und dem Betrag von U_0 kleiner als ein festgelegter Wert ist). Ist das Ergebnis nein, liegt kein Sicherungsanhänger vor und es wird mit Schritt (41) fortgefahren.

Verläuft der Kreis jedoch durch den Ursprung, erfolgt eine Berechnung (35) der Entfernung seines Mittelpunktes vom Ursprung (d.h. des Betrages von U_0) und eine Prüfung (36), ob diese Entfernung einen Schwellenwert überschreitet. Ist das Ergebnis nein, wird ebenfalls bei Schritt (41) weitergemacht. Wird der Schwellenwert überschritten, erfolgt eine Berechnung (37) der Güte des Sicherungsanhängers (5) (sie entspricht dem Quotienten aus Resonanzfrequenz und Halbwertsbreite). Anschließend wird im Schritt (38) geprüft, ob die Güte größer als ein bestimmter Betrag (z.B. 50) ist. Ist das Ergebnis nein, wird bei Schritt (41) fortgefahren, anderenfalls erfolgt eine Prüfung (39), ob die Güte kleiner als ein zweiter Wert (z.B. 200) ist. Ist das Ergebnis ja, wird Alarm (40) ausgelöst, anderenfalls zu Schritt (41) übergegangen. Nachdem im Schritt (41) festgestellt ist, daß der untersuchte Kreis keinem Sicherungsanhänger (5) entspricht, wird im Schritt (42) geprüft, ob alle im Schritt (31) identifizierten Kreise abgearbeitet (untersucht) sind. Ist das nicht der Fall, wird zum Schritt (32) zurückgesprungen und der nächste Kreis zur weiteren Untersuchung bereitgestellt. Sind hingegen alle Kreise abgearbeitet, werden im Schritt (43) die durchschnittlichen Meßwerte aktualisiert, d.h. die am weitesten zeitlich zurückliegenden Meßwerte durch die jüngsten ersetzt. Anschließend erfolgt ein neuer Durchlauf (29) über den Frequenzbereich.

Offensichtlich sind viele andere Methoden denkbar, nach denen eine Detektion der charakteristischen Kreise eines Resonanzschwingkreises und die Unterscheidung von anderen Objekten, die andere Kreise produzieren, möglich ist. Sollte es sich aus Kosten- oder Geschwindigkeitsgründen als vorteilhaft erweisen, können die Berechnungen mit digitalen (wie beschrieben) oder auch analogen Schaltungen oder einer Kombination aus beiden durchgeführt werden.

Im Ergebnis erhält man eine Anlage, die wesentlich besser zwischen Sicherungsanhängern und anderen Objekten unterscheiden kann. Sie erlaubt die Detektion in relativ stark mit Störungen beaufschlagten Umgebungen, in denen konventionelle Anlagen nicht arbeiten könnten.

Patentansprüche

1. Anlage zur elektronischen Artikelüberwachung, mit einem Sender, der ein elektromagnetisches Feld variabler Sendefrequenz mittels einer Sendeantenne (4) in eine Überwachungszone abstrahlt, und einem mit einer Empfangsantenne (6) versehenen Empfänger, dessen Ausgangssignale einer Detektionsvorrichtung (8) zugeführt werden, die bei der Anwesenheit eines Sicherungsanhängers (5) in der Überwachungszone ein Alarmsignal aktiviert, wobei der Sicherungsanhänger (5) einen Resonanzschwingkreis enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl die Amplitude der empfangenen Signale als auch der Phasenunterschied zwischen dem Feld des Senders und den empfangenen Signalen ausgewertet wird.

2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Signale bei mehreren unterschiedlichen Sendefrequenzen ausgewertet werden, die insbesondere in der Nähe der Resonanzfrequenz des Sicherungsanhängers (5) liegen.

3. Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur dann ein Alarm ausgelöst wird, falls der Verlauf der Phasen und Amplituden der empfangenen Signale in Abhängigkeit von der Sendefrequenz zumindest näherungsweise mit einer festgelegten Kurvenform übereinstimmt.

4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur dann ein Alarm ausgelöst wird, falls die Amplituden der empfangenen Signale einen festgelegten Schwellenwert überschreiten.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur dann ein Alarm ausgelöst wird, wenn die anhand der empfangenen Signale berechnete Güte eines detektierten Resonanzschwingkreises innerhalb eines festgelegten Bereichs liegt.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei jeder Sendefrequenz Differenzmeßwerte dadurch bestimmt werden, daß die Differenz aus den Meßwerten des jeweils letzten Durchlaufs der Sendefrequenz und aus den Durchschnittswerten einer festen Zahl vorhergehender Durchläufe berechnet wird.

7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei jeder Sendefrequenz normierte Meßwerte dadurch bestimmt werden, daß die Differenz aus den Meßwerten des jeweils letzten Durchlaufs der Sendefrequenz und aus den Durchschnittswerten einer festen Zahl vorhergehender Durchläufe durch die jeweiligen Durchschnittswerte dividiert wird.

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei jeder Sendefrequenz zwei Meßwerte ausgewertet werden, wobei der erste Meßwert (I) proportional zu dem Anteil der von der Empfangsantenne (6) empfangenen Signale ist, der zum Feld des Senders gleichphasig ist, und der zweite Meßwert (Q) proportional zum

Anteil der von der Empfangsantenne (6) empfangenen Signale ist, die um einen festen Phasenwinkel von 90 ° relativ zum Feld des Senders verschoben sind.

9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß geprüft wird, ob die Differenzmeßwerte oder die normierten Meßwerte (I' und Q') bei den Sendefrequenzen f zumindest näherungsweise durch die Gleichung

$$I'(f) + i \cdot Q'(f) = U_0 + U_1 \exp(i \cdot c \cdot f),$$

darstellbar sind, wobei U_1 und c reelle Zahlen sind und U_0 eine komplexe Zahl ist.

10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur dann ein Alarm ausgelöst wird, falls der Betrag von U_0 etwa gleich dem Betrag von U_1 ist.

11. Anlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur dann ein Alarm ausgelöst wird, falls der Betrag von U_0 und/oder von U_1 einen festgelegten Schwellenwert überschreitet.

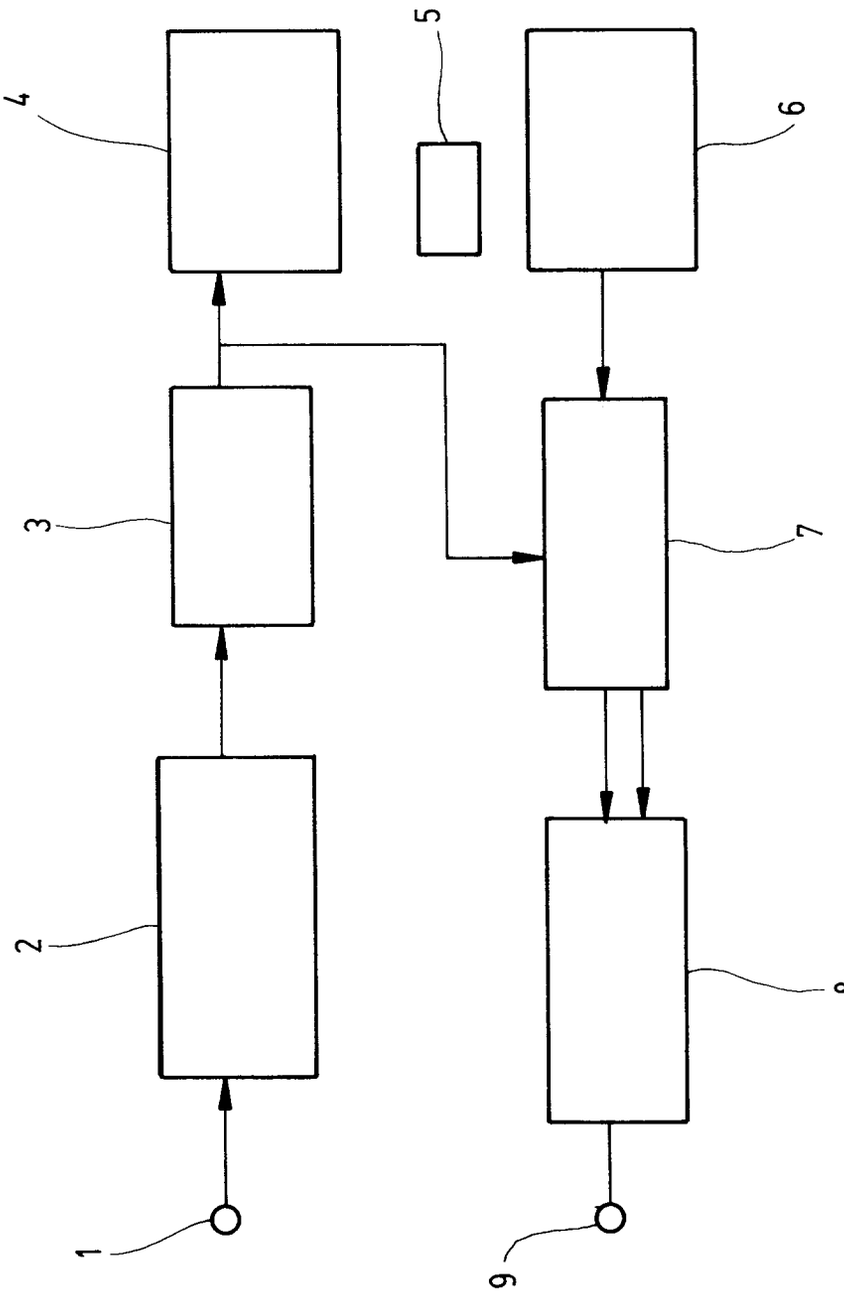


Fig. 1

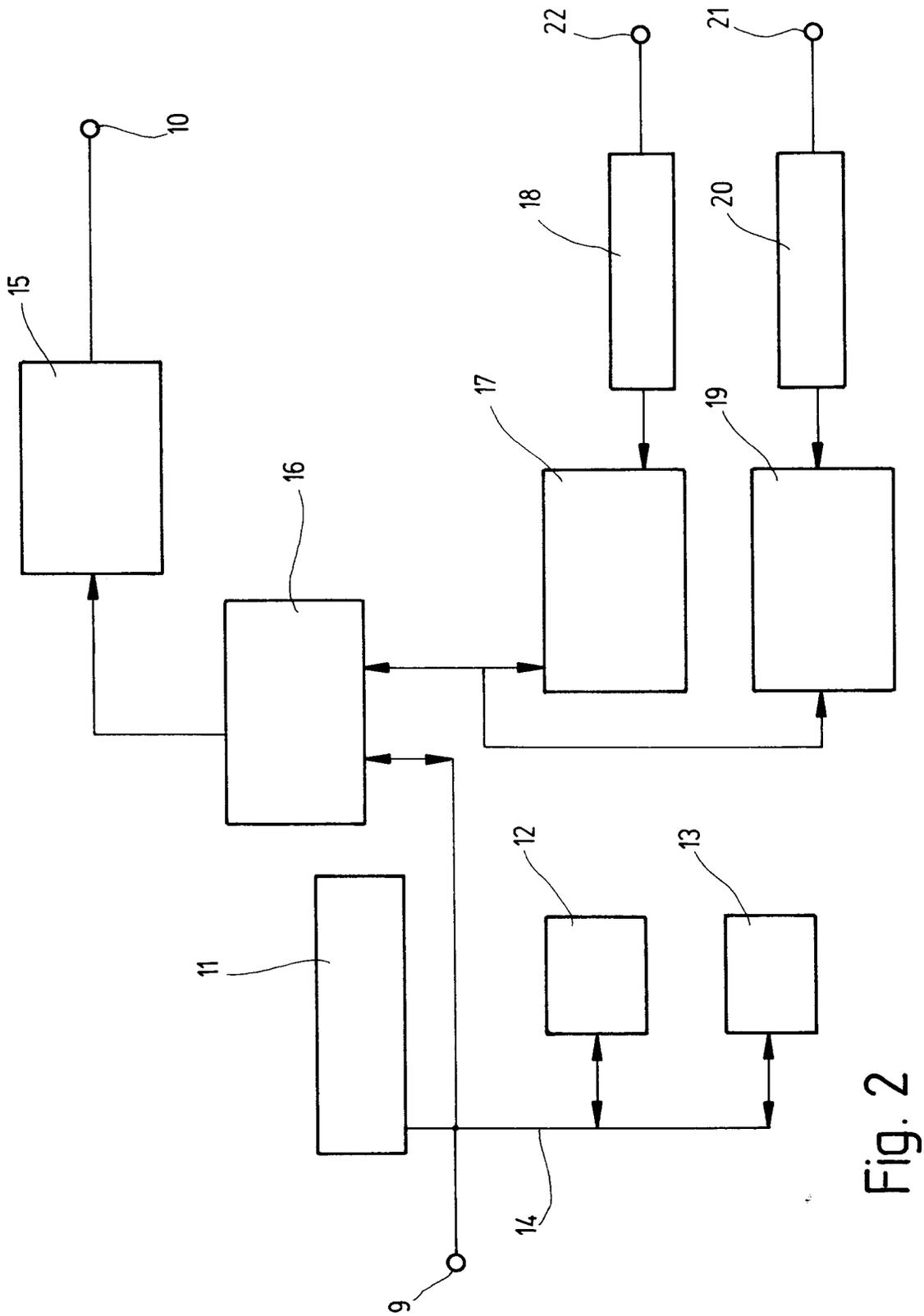


Fig. 2

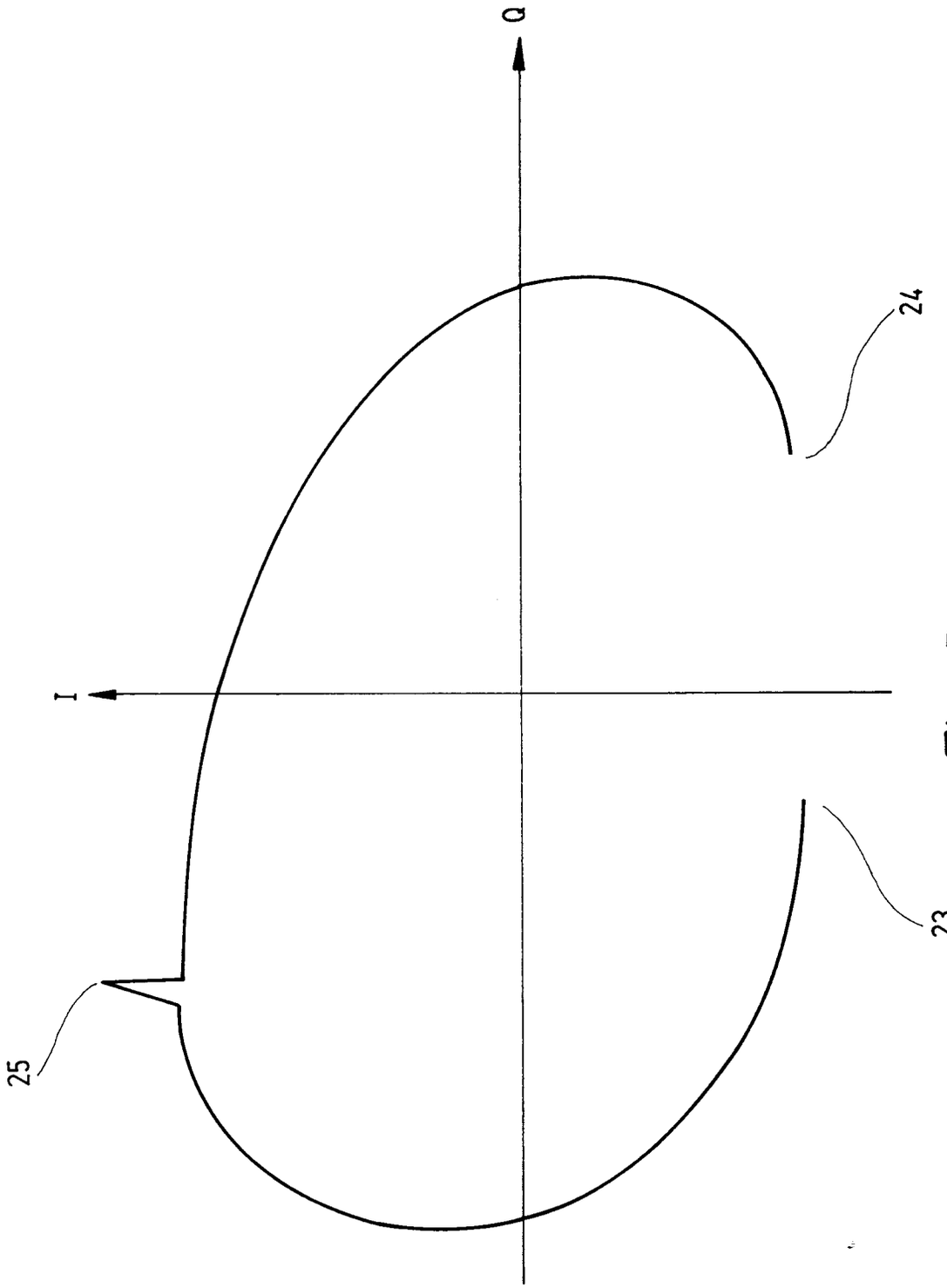


Fig. 3

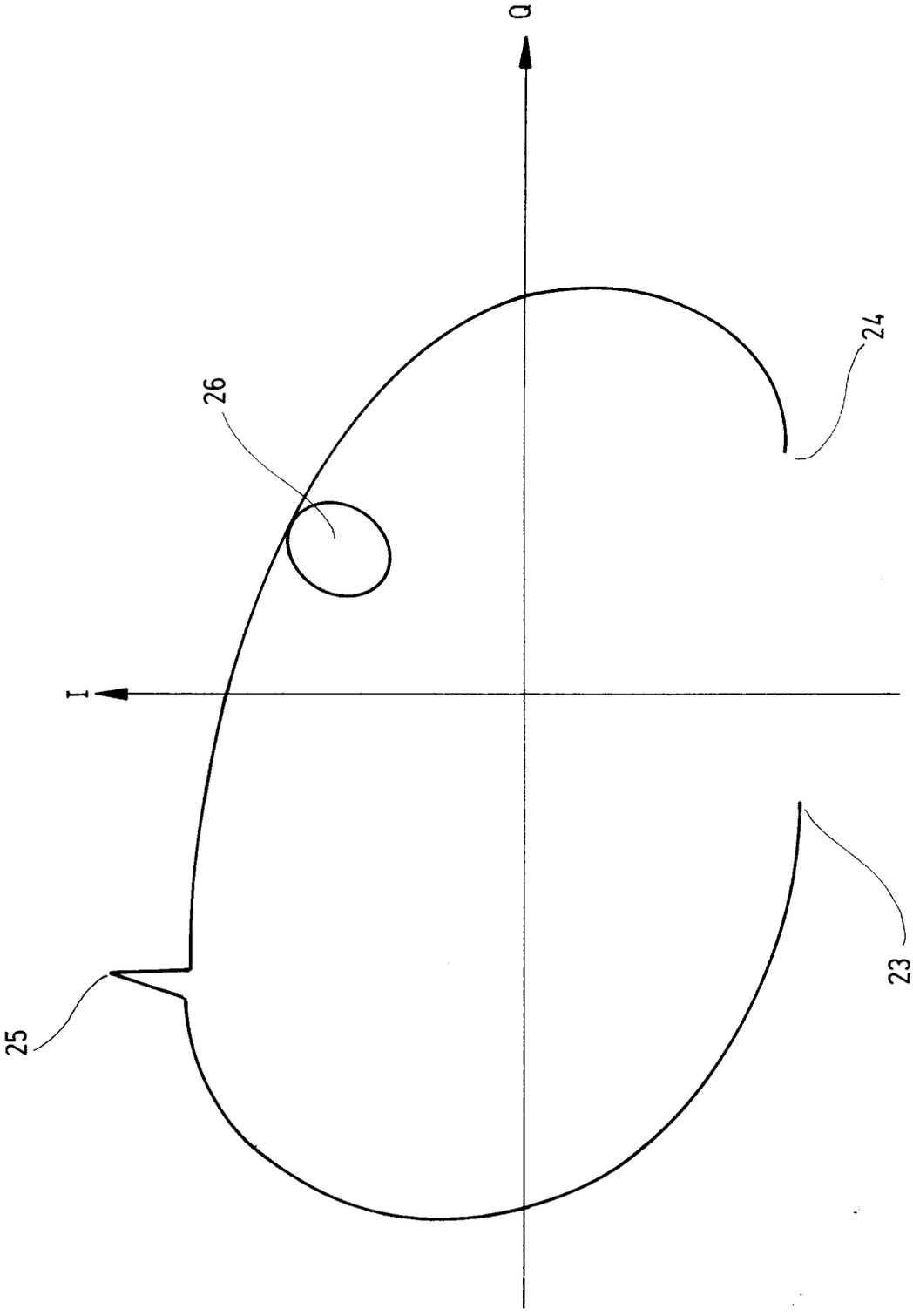


Fig. 4

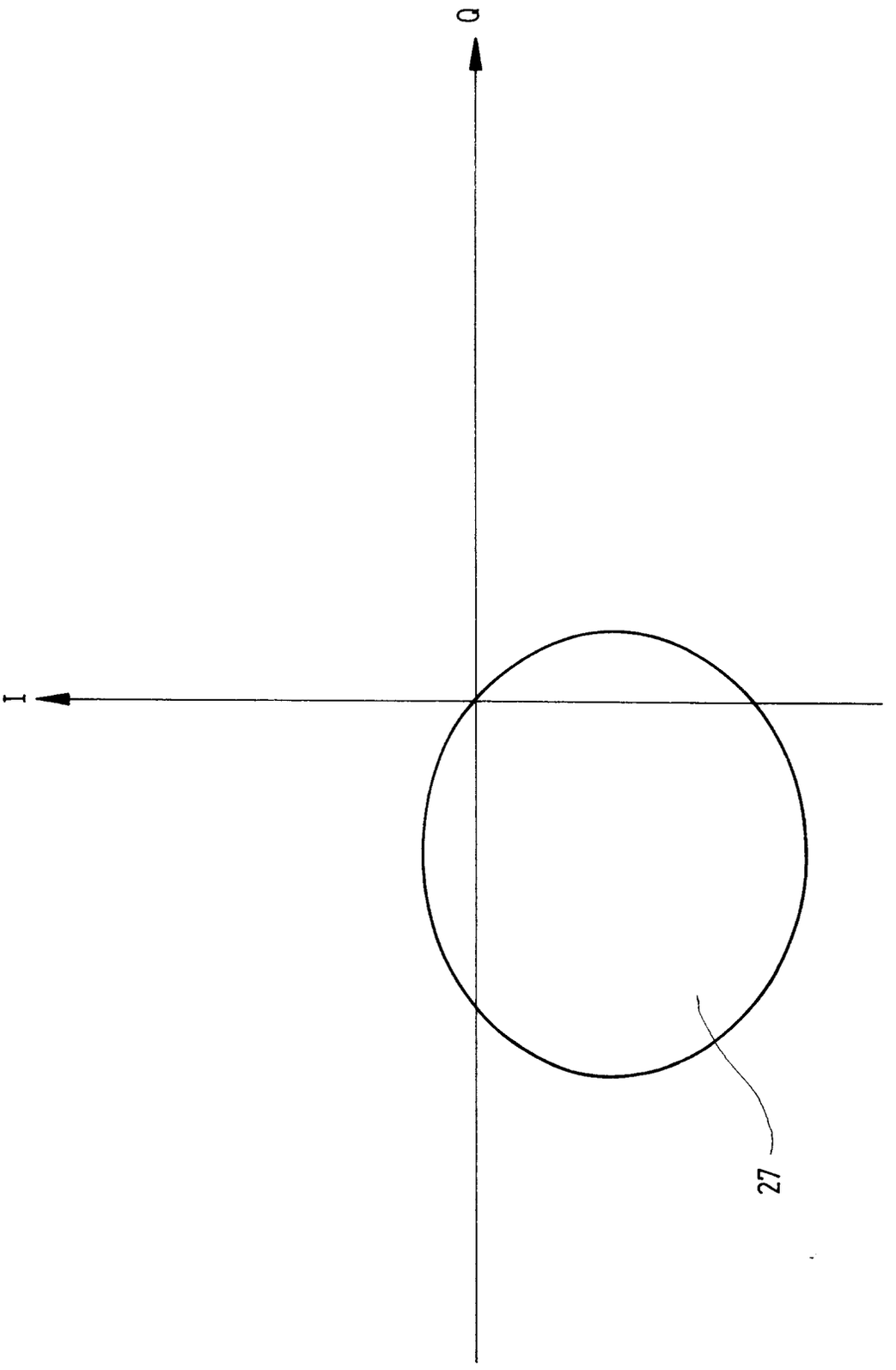


Fig. 5

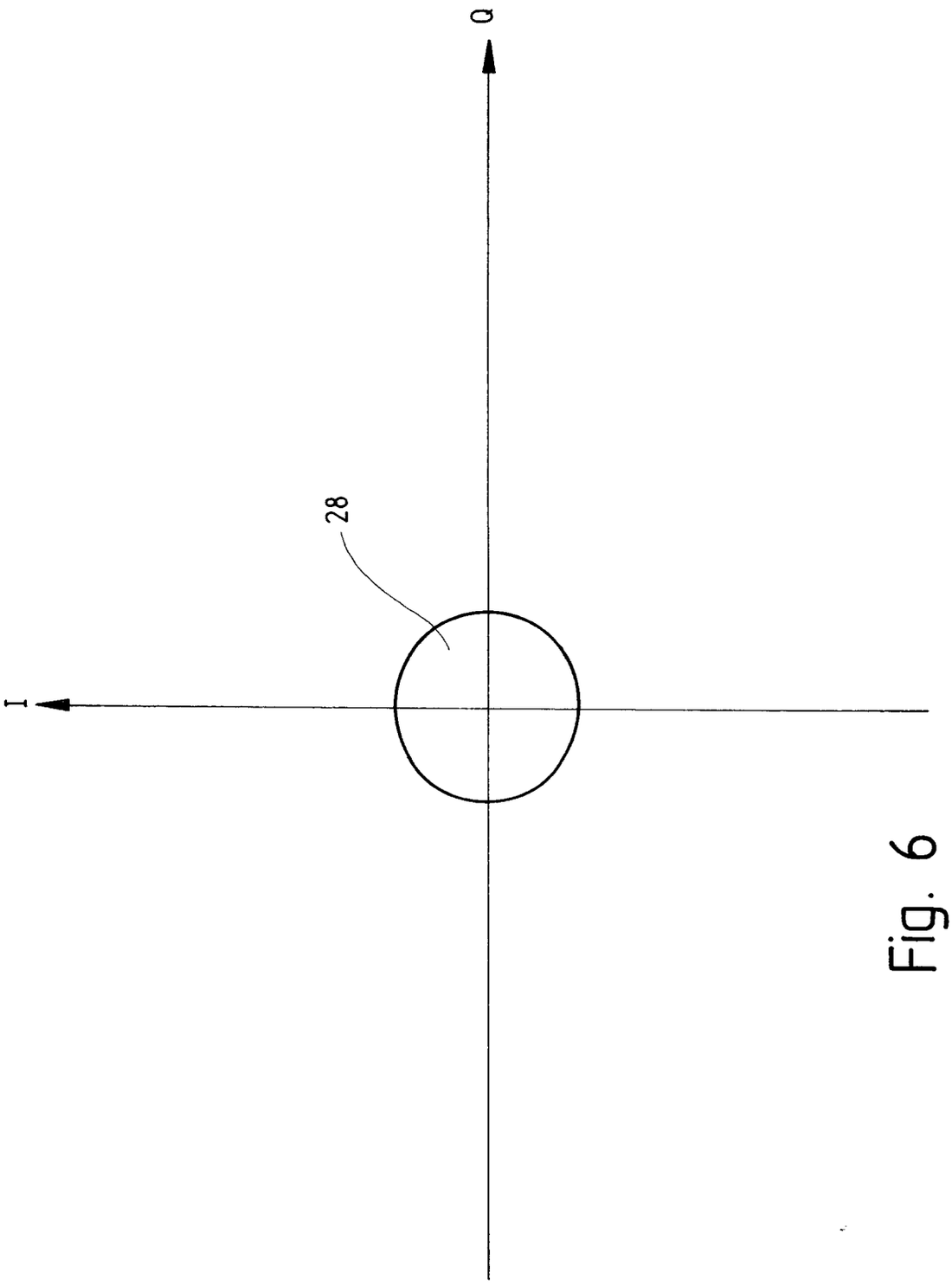
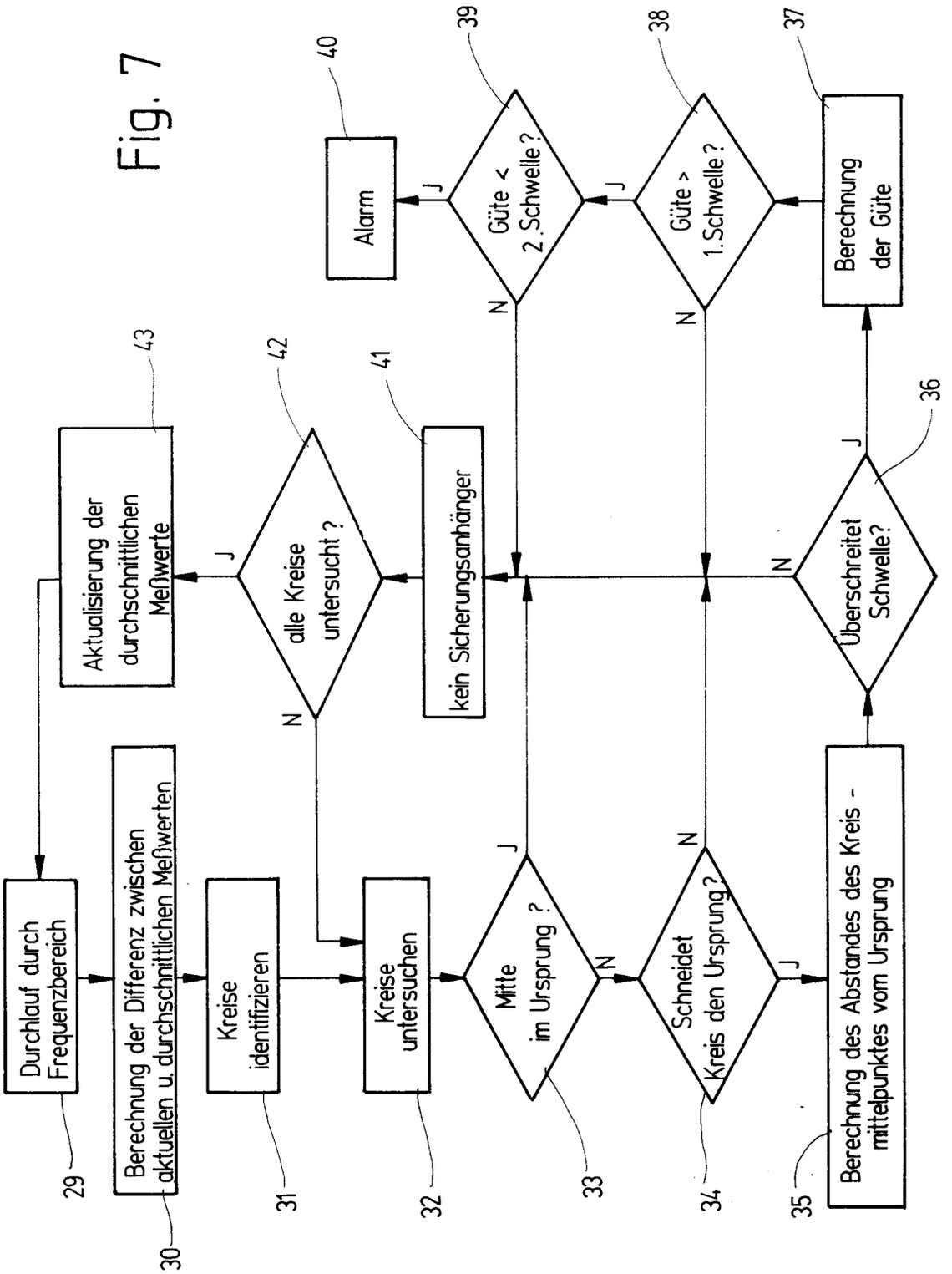


Fig. 6

Fig. 7


Durchlauf durch Frequenzbereich
29
Berechnung der Differenz zwischen aktuellen u. durchschnittlichen Meßwerten
30
Kreise identifizieren
31
Kreise untersuchen
32
Mitte im Ursprung ?
33
Schneidet Kreis den Ursprung?
34
Berechnung des Abstandes des Kreis - mittelpunktes vom Ursprung
35
Überschreitet Schwelle?
36
Berechnung der Güte
37
Güte > 1.Schwelle ?
38
Güte < 2.Schwelle ?
39
Alarm
40
kein Sicherungsanhänger
41
alle Kreise untersucht ?
42
Aktualisierung der durchschnittlichen Meßwerte
43
J
N

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 4703

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	EP-A-0 387 970 (NEDAP) * Zusammenfassung * ---	1	G08B13/24
A	EP-A-0 608 961 (NEDAP) * Ansprüche 1,2 * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

G08B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	18. Januar 1996	Sgura, S

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)