



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 837 432 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.04.1998 Patentblatt 1998/17(51) Int. Cl.⁶: G08B 13/24

(21) Anmeldenummer: 97117104.6

(22) Anmeldetag: 02.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 18.10.1996 DE 19642985

(71) Anmelder:
Meto International GmbH
69434 Hirschhorn/Neckar (DE)

(72) Erfinder:

- Stocks, David
Herts SG8 6UH (GB)
- Clancy, Terry
64625 Bensheim-Zell (DE)

(54) Vorrichtung zur Überwachung eines elektronischen Sicherungselementes in einer Abfragezone

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines elektronischen Sicherungselementes (2) in einer Abfragezone (3), bestehend aus einer Sendeeinrichtung (4), die zumindest ein periodisches Abfragesignal in die Abfragezone (3) aussendet, wobei das Abfragesignal das Sicherungselement (2) zur Aussendung eines Erkennungssignals anregt, einer Empfangseinrichtung (5), die das Erkennungssignal empfängt, und einer Rechen-/Regeleinheit (7), die die von der Empfangseinrichtung (5) empfangenen Signale r(s) auswertet und bei Identifizierung des Sicherungselementes (2) einen Alarm auslöst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung (1) vorzuschlagen, die das Erkennen von Artikeln, die mit elektronisch detektierbaren Sicherungselementen (2) ausgestattet sind, innerhalb einer Abfragezone (3) verbessert.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) das empfangene Signal bezüglich Amplitude und Phase (I-Komponente und Q-Komponente) auswertet, daß sie ein in dem empfangenen Signal auftretendes Störsignal (fd(s)) erkennt und näherungsweise ermittelt und daß sie das empfangene Signal (r(s)) von dem Störsignal (fd(s)) befreit.

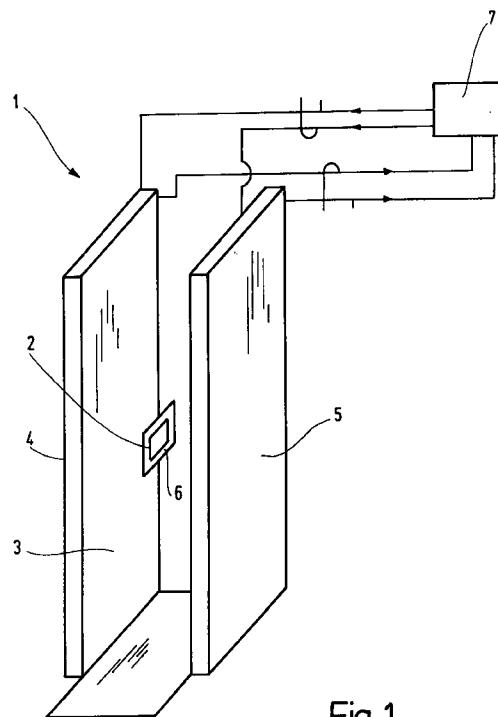


Fig.1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines elektronischen Sicherungselementes in einer Abfragezone, bestehend aus einer Sendeeinrichtung, die zumindest ein periodisches Abfragesignal in die Abfragezone aussendet, wobei das Abfragesignal das Sicherungselement zur Aussendung eines Erkennungssignals anregt, einer Empfangseinrichtung, die das Erkennungssignal empfängt, und einer Rechen-/Regeleinheit, die die von der Empfangseinrichtung empfangenen Signale auswertet und bei Identifizierung des Sicherungselementes einen Alarm auslöst.

Aus der DE 44 36 977.8 ist bereits eine Anlage zur elektronischen Überwachung von Artikeln, die mit Resonanzschwingkreisen gesichert sind, bekannt geworden. Um einerseits die Empfindlichkeit gegenüber Störsignalen zu erhöhen und andererseits eine hohe Nachweiswahrscheinlichkeit zu erreichen, werden sowohl die Amplituden der empfangenen Signale als auch der Phasenunterschiede zwischen dem Feld des Senders und den empfangenen Signalen ausgewertet. Die Resonanzfrequenz der Sicherungselemente variiert infolge von Fertigungstoleranzen. Um sicherzustellen, daß alle Sicherungselemente innerhalb vorgegebener Toleranzen detektiert werden, strahlt die Sendevorrichtung zyklisch ein Abfragesignal mit einer auf die Toleranzvorgaben bei der Fertigung der Sicherungselemente abgestimmten Bandbreite in die Abfragezone ab. Als Vergleichswerte kommen fest vorgegebene Schwellenwerte bzw. zuvor abgespeicherte Kurvenverläufe zur Anwendung. Hieraus resultiert der Nachteil dieser bekannt gewordenen Vorrichtung: die tatsächlichen, die Empfangssignale beeinflussenden Störquellen in der Abfragezone bzw. in Nähe der Abfragezone werden nicht oder nur unzureichend berücksichtigt.

Zur Detektierung von elektromagnetischen Sicherungselementen in einer Abfragezone wird in der EP 123 586 B vorgeschlagen, zusätzlich zu zwei Abfragefeldern mit den Frequenzen F1 und F2 im kHz-Bereich ein Feld mit einer im Hz-Bereich liegenden Frequenz F3 in die Abfragezone zu senden. Die beiden Abfragefelder mit den Frequenzen F1 und F2 regen ein in der Abfragezone befindliches Sicherungselement zur Aussendung eines charakteristischen Signals mit den Intermodulationsfrequenzen $n \cdot F1 \pm m \cdot F2$ ($n, m = 0, 1, 2, \dots$) an. Das niederfrequente Abfragefeld bewirkt, daß das Sicherungselement im Takt dieses Feldes von der Sättigung in eine Richtung zur Sättigung in die andere Richtung getrieben wird. Das charakteristische Signal tritt daher periodisch mit der Frequenz des niederfrequenten Feldes auf. Als alternative Lösung ist auch bekannt geworden, lediglich ein im kHz-Bereich liegendes Abfragefeld zur Erregung des Sicherungselementes zu verwenden, wobei das Erkennungssignal des Sicherungselementes wiederum im Takte eines niederfrequenten Feldes, das das weichmagnetische, nicht-lineare Material zwischen den beiden Sättigungen hin- und hertriebt, auftritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung vorzuschlagen, die das Erkennen von Artikeln, die mit elektronisch detektierbaren Sicherungselementen ausgestattet sind, innerhalb einer Abfragezone verbessert.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Rechen-/Regeleinrichtung das empfangene Signal bezüglich Amplitude und Phase (I-Komponente und Q-Komponente) auswertet, daß sie ein in dem empfangenen Signal auftretendes Störsignal erkennt und näherungsweise ermittelt und daß sie das empfangene Signal von dem Störsignal befreit.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfundungsgemäßen Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß die Rechen-/Regeleinrichtung das empfangene Signal $r(s)$, wobei $s = 1, 2, 3, \dots, n$ den jeweiligen Meßwert charakterisiert, in die folgenden Teilsignale zerlegt: ein Basissignal $b(s)$, ein direktes Signal $d^*(s)$, das Antwortsignal des Sicherungselementes $t^*(s)$ und ein Rauschsignal $n(s)$.

Im Falle eines RF-Sicherungselemente überwachenden Systems entspricht das Basissignal $b(s)$ dem Signal, das von den Analog-Digital-Wandlern (ADC) angezeigt wird, wenn die Sendevorrichtung ausgeschaltet ist und keine externen Rauschquellen vorhanden sind. Das Basissignal $b(s)$ entspricht daher dem von der Elektronik der Empfangsvorrichtung herrührenden Signal.

Bei eingeschalteter Sendevorrichtung wird ein geringer Anteil des gesendeten Signals direkt von der Empfangsvorrichtung empfangen. Dieser Signalanteil entspricht dem direkten Signal $d(s)$. Das direkte Signal variiert sowohl in Amplitude als auch in der Phase, wenn sich beispielsweise eine Person in der Nähe der Empfangsvorrichtung aufhält. Sobald ein Sicherungselement die Abfragezone passiert, erzeugt es ein zu dem Sendesignal proportionales Erkennungssignal. Dieses Signal ist folglich auch proportional zu dem direkten Signal $d(s)$. Externe Rauschsignale, die von der Empfangsvorrichtung empfangen werden, spiegeln sich in dem Signalanteil $n(s)$.

Aufgrund des Zuvorgesagten hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, bei Vorrichtungen zur Überwachung von Resonanzfrequenz(RF)-Sicherungselementen das direkte Signal $d^*(s)$ gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s)$ und das Antwortsignal des Sicherungselementes $t^*(s)$ gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s) \cdot t(s)$ zu setzen. Hierbei kennzeichnet k die Amplitudenänderung und Θ die Phasenänderung des direkten Signals $d(s)$.

Im Falle einer Vorrichtung zur Überwachung von elektromagnetischen(EM) Sicherungselementen ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfundungsgemäßen Vorrichtung vorgesehen, daß das direkte Signal $d^*(s)$ gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s)$ und das Antwortsignal des Sicherungselementes $t^*(s)$ gleich $t(s)$ gesetzt wird, wobei k wiederum die Amplitudenänderung und Θ die Phasenänderung des direkten Signals $d(s)$ beschreibt.

Im folgenden wird auf das in der Beschreibungseinleitung beschriebene Überwachungssystem mit den drei Frequenzen F1, F2 und F3 Bezug genommen. Bei einem elektromagnetischen Überwachungssystem erzeugt jedes nicht-

lineare Material in der Abfragezone elektromagnetische Signale mit der Frequenz F1 + F2 oder deren Harmonischen, also auch Einkaufswagen oder Metallverpackungen.

Um die Sende-/Empfangsvorrichtungen gegen derartige Störeinflüsse nach außen zu schützen, sind auf der der Abfragezone abgewandten Seite oftmals Metallplatten vorgesehen. Wären die Störeinflüsse statisch, wäre es ausreichend,

- 5 von dem empfangenen Signal stets einen konstanten Wert abzuziehen. Dies ist jedoch oftmals nicht der Fall: die Störsignale ändern sich beispielsweise infolge von Schwankungen der Energieversorgung - hierdurch werden Amplitudenänderungen verursacht -, der in dem System verwendeten Frequenzen F1, F2, F3 - diese bedingen Phasenänderungen - oder einer mechanischen Bewegung - diese wirkt sich auf Amplitude und Phase aus. Da die Amplituden dieser Störsignale bis zu 20mal größer sind als die Erkennungssignale von Sicherungselementen, wirken sich geringfügige Schwankungen bereits gravierend auf die Detektionswahrscheinlichkeit von Sicherungselementen aus, wenn ein einfacher Subtraktionsalgorithmus verwendet wird. Es ist daher von herausragender Bedeutung, daß Amplituden- und Phasenänderungen des direkten Signals erfindungsgemäß kompensiert werden können.
- 10

Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn die Rechen-/Regeleinrichtung das direkte Signal d(s) aus der Differenz der Langzeitmittel von empfangenen Signalen r(s) und Basissignalen b(s) bestimmt. Hierdurch läßt sich die Meßgenauigkeit der Vorrichtung erhöhen.

Eine vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Rechen-/Regeleinrichtung folgende Näherung macht: das direkte Signal d(s) wird in der IQ-Ebene derart gedreht, daß seine Hauptkomponente mit der Richtung der I-Komponente zusammenfällt, wobei rd(s) das direkte Signal nach der Drehung (= gedrehtes direktes Signal) beschreibt.

- 20 Insbesondere wird die Rotation durch Multiplikation von d(s) mit der komplexen Zahl

$$\frac{\text{Re_Energie} - j \cdot \text{Im_Energie}}{\sqrt{\text{Re_Energie}^2 + \text{Im_Energie}^2}}$$

25

simuliert, wobei Re_Energie die Energie des Realteils und Im_Energie die Energie des Imaginärteils des direkten Signals d(s) kennzeichnet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Rechen-/Regeleinrichtung von dem gedrehten direkten Signal rd(s) einen eventuell vorhandenen Anteil des Imaginärteils des gedrehten direkten Signals subtrahiert und dadurch das verbesserte direkte Signal

$$\text{ard}(s) = \text{rd}(s) - \text{Im}(\text{rd}(s)) \cdot \text{corr}(\text{Im}(\text{rd}(s)), \text{Re}(\text{rd}(s)))$$

erhält, wobei

35

$$\text{corr}(\text{Im}(\text{rd}(s)), \text{Re}(\text{rd}(s))) = \frac{\sum \text{Im}(\text{rd}(s)) \cdot \text{Re}(\text{rd}(s))}{\sum \text{Im}(\text{rd}(s))^2}$$

- 40 den Anteil des Imaginärteils des gedrehten direkten Signals Im(rd(s)) in dem Realteil des gedrehten direkten Signals Re(rd(s)) beschreibt.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung korreliert die Rechen-/Regeleinrichtung das verbesserte direkte Signal ard(s) mit dem empfangenen Signal r(s), wobei die Korrelationen vorteilhafterweise folgendermaßen lauten:

45

$\text{rc} = \text{corr}(\text{Re}(\text{ard}(s)), \text{Re}(\text{r}(s)) - \text{b}(s))$ - hier wird der Anteil des verbesserten direkten Signals ard(s) in der I-Komponente des empfangenen Signals r(s) bestimmt - und
 $\text{ic} = \text{corr}(\text{Re}(\text{ard}(s)), \text{Im}(\text{r}(s)) - \text{b}(s))$ - hier wird der Anteil des verbesserten Signals ard(s) in der Q-Komponente des empfangenen Signals r(s) ermittelt.

50

Anschließend wird gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung das gedrehte direkte Signal rd(s) mit der komplexen Zahl $\text{rc} - j \cdot \text{ic}$ multipliziert, wodurch sich das endgültige direkte Signal fd(s) zu

$$\text{fd}(s) = \text{rd}(s) \cdot (\text{rc} - j \cdot \text{ic}) \text{ ergibt.}$$

55

Die Rechen-/Regeleinrichtung subtrahiert dann den errechneten (simulierten) Wert für fd(s) von dem empfangenen Signal r(s).

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Überwachungszone für elektronisch gesicherte Artikel,

Fig. 2: ein Blockdiagramm einer Überwachungsvorrichtung für Sicherungselemente mit Resonanzschwingkreisen,

5 Fig. 3: ein Blockdiagramm einer Überwachungsvorrichtung für elektromagnetische Sicherungselemente und

Fig. 4: ein Flußdiagramm eines bevorzugt zur Anwendung kommenden Steuerprogramms für die Rechen-/Regel-einrichtung.

10 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Detektierung eines mit einem Sicherungselement 2 versehenen Artikels 6 in einer Abfragezone 3. Die Abfragezone 3 wird von zwei im wesentlichen parallel aufgestellten Detektorgattern gebildet, die die Sendevorrichtung 4 und die Empfangsvorrichtung 5 enthalten. Selbstverständlich können beide Vorrichtungen 4, 5 auch in einem Detektorgatter untergebracht sein. Die Steuerung der Überwachungsvorrichtung 1 sowie die Auswertung der Meßwerte erfolgt mittels der Rechen-/Regeleinrichtung 7.

15 In Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer Überwachungsvorrichtung 1 für Sicherungselemente 2 mit Resonanzschwingkreisen dargestellt. Die Sendevorrichtung 4 sendet zyklisch Abtastsignale einer vorgegebenen Bandbreite in die Abfragezone 3 aus. Die Bandbreite ist so bemessen, daß sichergestellt ist, daß alle zur Artikelsicherung eingesetzten Resonanzschwingkreise trotz fertigungsbedingter Toleranzen in ihrer Resonanzfrequenz detektiert werden.

Die Empfangsvorrichtung 5 empfängt ein Signal $r(s)$, das neben dem Erkennungssignal $t^*(s)$ auch einen Signalan-
20 teil $d(s)$ enthält, der direkt von der Sendevorrichtung 4 herröhrt, sowie Signale von externen Geräuschen $n(s)$. Die emp-fangen-en Signale $r(s)$ werden in dem Verstärker 10 verstärkt und in dem Demodulator 11 demoduliert. Die Analog-Digital-Wandler 12 liefern nachfolgend Meßwerte für die I-Komponente, die die Amplitude eines empfangenen Signals $r(s)$ widerspiegelt, und die Q-Komponente, die Phaseninformation des empfangenen Signals $r(s)$ beinhaltet, an die Rechen-/Regeleinrichtung 7.

25 Fig. 3 zeigt ein analoges Blockdiagramm einer Überwachungsvorrichtung 1 für elektromagnetische Sicherungsele-
mente 2. Die beiden Sendeantennen der Sendevorrichtung 4 senden Signale der Frequenzen F_1 , F_2 und F_3 in die Abfragezone 3. Durch die Abfragesignale wird das elektromagnetische Sicherungselement 2, das im wesentlichen aus einem Metall mit nicht-linearen magnetischen Eigenschaften besteht, zur Aussendung von Erkennungssignalen $t^*(s)$ angeregt, die von der Empfangsvorrichtung 5 empfangen werden. Neben den Erkennungssignalen $t^*(s)$ und den direk-
30 ten Signalen $d(s)$ enthalten die Empfangssignale $r(s)$ auch Signale $n(s)$, die von externen Geräuschquellen herröhren. Wie im Falle der Überwachung von Sicherungselementen 2 mit Resonanzschwingkreisen werden auch hier der Rechen-/Regeleinrichtung 7 die I- und die Q-Komponente der empfangenen Signale $r(s)$ zwecks erfindungsgemäßer Auswertung zur Verfügung gestellt.

35 Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm eines Steuerprogramms, das besonders gut für die erfindungsgemäße Auswertung
der Empfangssignale $r(s)$ geeignet ist. Die Programmpunkte 14 bis 18 umfassen ein sogenanntes Initialisierungspro-
gramm, welches dem eigentlichen Steuerprogramm vorgeschaltet ist. Dieses Initialisierungsprogramm wird vorzugs-
weise in einem festen zeitlichen Abstand durchlaufen, um sicherzustellen, daß der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1
40 stets möglichst aktuelle Ausgangswerte zur Verfügung stehen. Nach dem Start des Programms bei 14, wird unter dem
Programmpunkt 15 die Empfangsvorrichtung aktiviert. Die empfangenen Signale $r(s)$ werden über m Zyklen gemittelt,
wobei die Dauer eines Zyklus' jeweils der Dauer eines periodischen Abfragesignals entspricht. Der gemittelte Wert wird
als Basissignal $b(s)$ gespeichert. Dieses Basissignal entspricht, wie an vorhergehender Stelle bereits definiert, dem
Signalanteil der Empfangsvorrichtung 5 bei ausgeschalteter Sendevorrichtung 4.
Nachfolgend wird entsprechend dem Programmpunkt 17 die Sendevorrichtung 4 eingeschaltet. Bei Punkt 18 wird von
dem über mehrere Zyklen gemittelten, empfangenen Signal das entsprechend gemittelte Basissignal $b(s)$ subtrahiert.
45 Das Ergebnis dieser Berechnung ist das direkte Signal $d(s)$.

50 Dieser Initialisierungsphase schließt sich das eigentliche Steuer- und Überwachungsprogramm zwecks Detektie-
rung sich innerhalb der Überwachungszone befindlicher Sicherungselemente an. Bei Programmpunkt 19 werden die
während eines Zyklus empfangenen Signale aufgezeichnet. Bezogen auf die in der Einleitung beschriebenen, zum
Stand der Technik gehörenden Überwachungssysteme läßt sich ein Zyklus folgendermaßen definieren: Im Falle des
RF-Systems entspricht er der Zeitdauer, während der die Aussendung eines Frequenzbereiches vorgegebener Band-
breite erfolgt. Im Falle des EM-Systems wird der Zyklus durch die Niederfrequenz F_3 bestimmt. Anschließend wird bei
20 das Basissignal $b(s)$ von dem empfangenen Signal $r(s)$ subtrahiert. Das Ergebnis dieser Subtraktion ist das korri-
gierte empfangene Signal $r'(s)$. Unter Punkt 21 wird das laufende Mittel des direkten Signals $d(s)$ aktualisiert. Die
Aktualisierung erfolgt nach folgender Berechnung:

55

$$d(s) \leftarrow (d(s)^* \cdot x + r'(s)) / (x + 1) \text{ mit } x = \text{const.}$$

Dies ist die formelmäßige Darstellung eines über einen längeren Zeitraum laufenden, einen Mittelwert bildenden

Filters. x ist die Zeitkonstante des Filters.

Unter Programm Punkt 22 erfolgt eine Drehung des direkten Signals $d(s)$, die so ausgelegt ist, daß das Maximum des direkten Signals $d(s)$ in Richtung der I-Komponente zu liegen kommt. Vorzugsweise erfolgt die Rotation dadurch, daß das direkte Signal $d(s)^*$ mit der komplexen Zahl

5

$$\frac{\text{Re_Energie} - j \cdot \text{Im_Energie}}{\sqrt{\text{Re_Energie}^2 + \text{Im_Energie}^2}}$$

10 multipliziert wird. Hierbei charakterisiert Re_Energie die Energie des Realteils von $d(s)$ und Im_Energie die Energie des Imaginärteils von $d(s)$. $(\text{Re_Energie}^2 + \text{Im_Energie}^2)$ entspricht der Gesamtenergie. Das gedrehte direkte Signal $rd(s)$ ist das Ergebnis dieser Rotation.

Es ist durchaus möglich, daß nach der Drehung eine Korrelation zwischen dem Realteil $\text{Re}(rd(s))$ und dem Imaginärteil $\text{Im}(rd(s))$ des gedrehten direkten Signals $rd(s)$ vorhanden ist. Dieser verbleibende Anteil wird unter Programm-

15 Punkt 23 von dem gedrehten direkten Signal $rd(s)$ subtrahiert. Das Ergebnis dieser Subtraktion ist das verbesserte gedrehte direkte Signal

$$ard(s) \leftarrow rd(s) - \text{Im}(rd(s)) \cdot \text{corr}(\text{Im}(rd(s)), \text{Re}(rd(s)))$$

20 wobei

$$\text{corr}(\text{Im}(rd(s)), \text{Re}(rd(s))) = \frac{\sum \text{Im}(rd(s)) \cdot \text{Re}(rd(s))}{\sum \text{Im}(rd(s))^2}$$

25

den Anteil des Imaginärteils des gedrehten direkten Signals $\text{Im}(rd(s))$ in dem Realteil des gedrehten direkten Signals $\text{Re}(rd(s))$ beschreibt. Allgemein mit den Größen a und b ausgedrückt gilt:

$$\text{corr}(a,b) = (\sum a \cdot b) / (\sum a^2).$$

30

Anschließend wird bei 24 das verbesserte gedrehte direkte Signal $ard(s)$ mit dem empfangenen Signal $r'(s)$ korreliert. Insbesondere werden die I-Komponente und die Q-Komponente des empfangenen Signals $r'(s) = r(s) - b(s)$ mit der I-Komponente des verbesserten gedrehten direkten Signals $ard(s)$ korreliert.

Hierbei ist

35

$$rc = \text{corr}(\text{Re}(ard(s)), \text{Re}(r'(s)))$$

der Anteil von $ard(s)$, der in der I-Komponente des empfangenen Signals $r(s)-b(s)$ enthalten ist, und

40

$$ic = \text{corr}(\text{Re}(ard(s)), \text{Im}(r'(s)))$$

der Anteil des verbesserten Signals $ard(s)$, der in der Q-Komponente des empfangenen Signals $r(s) - b(s)$ enthalten ist.

Bei 25 wird das gedrehte direkte Signal $rd(s)$ mit den unter Punkt 24 berechneten Koeffizienten multipliziert. Das endgültige direkte Signal $fd(s)$ ergibt sich dann zu

45

$$fd(s) \leftarrow rd(s) \cdot (rc \cdot j \cdot ic).$$

Das Erkennungssignal des Sicherungselementes 2 wird unter Programm Punkt 26 nach folgender Formel berechnet:

50

$$t(s) \leftarrow r'(s) - fd(s).$$

Falls es sich bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 um ein Überwachungssystem für Resonanzfrequenz-Sicherungselemente handelt, wird bei Programm Punkt 27 das Erkennungssignal $t(s)$ des Sicherungselementes auf das endgültige direkte Signal $fd(s)$ normiert;

$$t(s) \leftarrow t(s) / fd(s).$$

Nunmehr wird bei Punkt 28 geprüft, ob es sich bei dem Signal $t^*(s)$ um ein Erkennungssignal eines Sicherungselementes 2 handelt. Falls diese Überprüfung ergibt, daß es sich um das Erkennungssignal $t^*(s)$ eines Sicherungselementes 2 handelt, wird bei 29 ein Alarm ausgelöst. Nach der bei Punkt 29 erfolgten Überprüfung kehrt das Programm auf den Punkt 19 zurück und startet den nächsten Überwachungszyklus.

5

Bezugszeichenliste

1	erfindungsgemäße Vorrichtung
2	Sicherungselement
10	Abfragezone
3	Sendevorrichtung
4	Empfangsvorrichtung
5	Artikel
6	Rechen-/Steuereinheit
7	Sägezahngenerator
15	spannungsgesteuerter Oszillator (VCO)
8	Verstärker
9	Demodulator
10	Frequenzerzeuger
20	s Anzahl der Messungen
b(s)	Basissignal
r(s)	empfangenes Signal
d(s)	direktes Signal
d*(s)	direktes Signal
25	n(s) Rauschsignal
t(s)	Signal erzeugt durch Sicherungselement
t*(s)	Signal erzeugt durch Sicherungselement
rd(s)	gedrehtes direktes Signal
ard(s)	korrigiertes gedrehtes direktes Signal
30	fd(s) endgültiges direktes Signal
k	Amplitudenänderung
Θ	Phasenänderung
j	imaginäre Zahl ($j = \sqrt{-1}$)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung eines elektronischen Sicherungselementes in einer Abfragezone, bestehend aus einer Sendeeinrichtung, die zumindest ein periodisches Abfragesignal in die Abfragezone aussendet, wobei das Abfragesignal das Sicherungselement zur Aussendung eines Erkennungssignals anregt, einer Empfangseinrichtung, die das Erkennungssignal empfängt, und einer Rechen-/Regeleinrichtung, die die von der Empfangseinrichtung empfangenen Signale auswertet und bei Identifizierung des Sicherungselementes einen Alarm auslöst,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) das empfangene Signal bezüglich Amplitude und Phase (I-Komponente und Q-Komponente) auswertet, daß sie ein in dem empfangenen Signal auftretendes Störsignal (fd(s)) erkennt und näherungsweise ermittelt und daß sie das empfangene Signal (r(s)) von dem Störsignal (fd(s)) befreit.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) das empfangene Signal r(s), wobei S = 1, 2, 3,...N ist, in die folgenden Teilsignale zerlegt: ein Basissignal b(s), ein direktes Signal d*(s), das Antwortsignal des Sicherungselementes t*(s) und ein Rauschsignal n(s).
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Falle einer Vorrichtung zur Überwachung von Resonanzfrequenz(RF)-Sicherungselementen das direkte Signal d*(s) gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s)$ und das Antwortsignal des Sicherungselementes t*(s) gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s) \cdot t(s)$ gesetzt wird, wobei k die Amplitudenänderung und Θ die Phasenänderung des direkten Signals d(s) beschreibt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
 daß im Falle einer Vorrichtung zur Überwachung von elektromagnetischen (EM) Sicherungselementen das direkte Signal $d^*(s)$ gleich $k \cdot e^{j\Theta} \cdot d(s)$ und das Antwortsignal des Sicherungselementes $t^*(s)$ gleich $t(s)$ gesetzt wird,
 wobei k die Amplitudenänderung und Θ die Phasenänderung des direkten Signals $d^*(s)$ beschreibt.
- 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) das direkte Signal $d(s)$ aus der Differenz der Langzeitmittel von empfangenen Signalen $r(s)$ und Basissignalen $b(s)$ bestimmt.
 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) folgende Näherung macht: das direkte Signal $d(s)$ wird in der IQ-Ebene derart gedreht, daß seine Hauptkomponente mit der Richtung der I-Komponente zusammenfällt, wobei $rd(s)$ das direkte Signal nach der Drehung (= gedrehtes direktes Signal) beschreibt.
 15
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Rotation durch Multiplikation von $d(s)$ mit der komplexen Zahl
 20

$$\frac{\text{Re_Energie} - j \cdot \text{Im_Energie}}{\sqrt{\text{Re_Energie}^2 + \text{Im_Energie}^2}}$$

25 erfolgt, wobei Re_Energie die Energie des Realteils und Im_Energie die Energie des Imaginärteils des direkten Signals $d^*(s)$ kennzeichnet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) von dem gedrehten direkten Signal $rd(s)$ einen eventuell vorhandenen Anteil des Imaginärteils des gedrehten direkten Signals subtrahiert und dadurch das verbesserte direkte Signal
 30

$$ard(s) = rd(s) - \text{Im}(rd(s)) \cdot \text{corr}(\text{Im}(rd(s)), \text{Re}(rd(s)))$$

35 erhält, wobei

$$\text{corr}(\text{Im}(rd(s)), \text{Re}(rd(s))) = \frac{\sum \text{Im}(rd(s)) \cdot \text{Re}(rd(s))}{\sqrt{\sum \text{Im}^2(rd(s))}}$$

40

den Anteil des Imaginärteils des gedrehten direkten Signals $Im(rd(s))$ in dem Realteil des gedrehten direkten Signals $Re(rd(s))$ angibt.

- 45 9. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 8,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) das verbesserte direkte Signal $ard(s)$ mit dem empfangenen Signal $r(s)$ korreliert.

- 50 10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Korrelationen folgendermaßen lauten:

55 $rc = \text{corr}(\text{Re}(ard(s)), \text{Re}(r(s) - b(s)))$, wodurch der Anteil des verbesserten direkten Signals $ard(s)$ in der I-Komponente des empfangenen Signals $r(s)$ bestimbar wird, und
 $ic = \text{corr}(\text{Re}(ard(s)), \text{Im}(r(s) - b(s)))$, wodurch der Anteil des verbesserten Signals $ard(s)$ in der Q-Komponente des empfangenen Signals $r(s)$ bestimbar wird.

- 11.** Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß das gedrehte direkte Signal $rd(s)$ mit der komplexen Zahl $rc - j \cdot ic$ multipliziert wird, wodurch sich das endgültige direkte Signal $fd(s)$ zu

5

$$fd(s) = rd(s) \cdot (rc - j \cdot ic) \text{ ergibt.}$$

- 12.** Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Rechen-/Regeleinrichtung (7) den errechneten Wert für $fd(s)$ von dem empfangenen Signal $r(s)$ subtrahiert.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

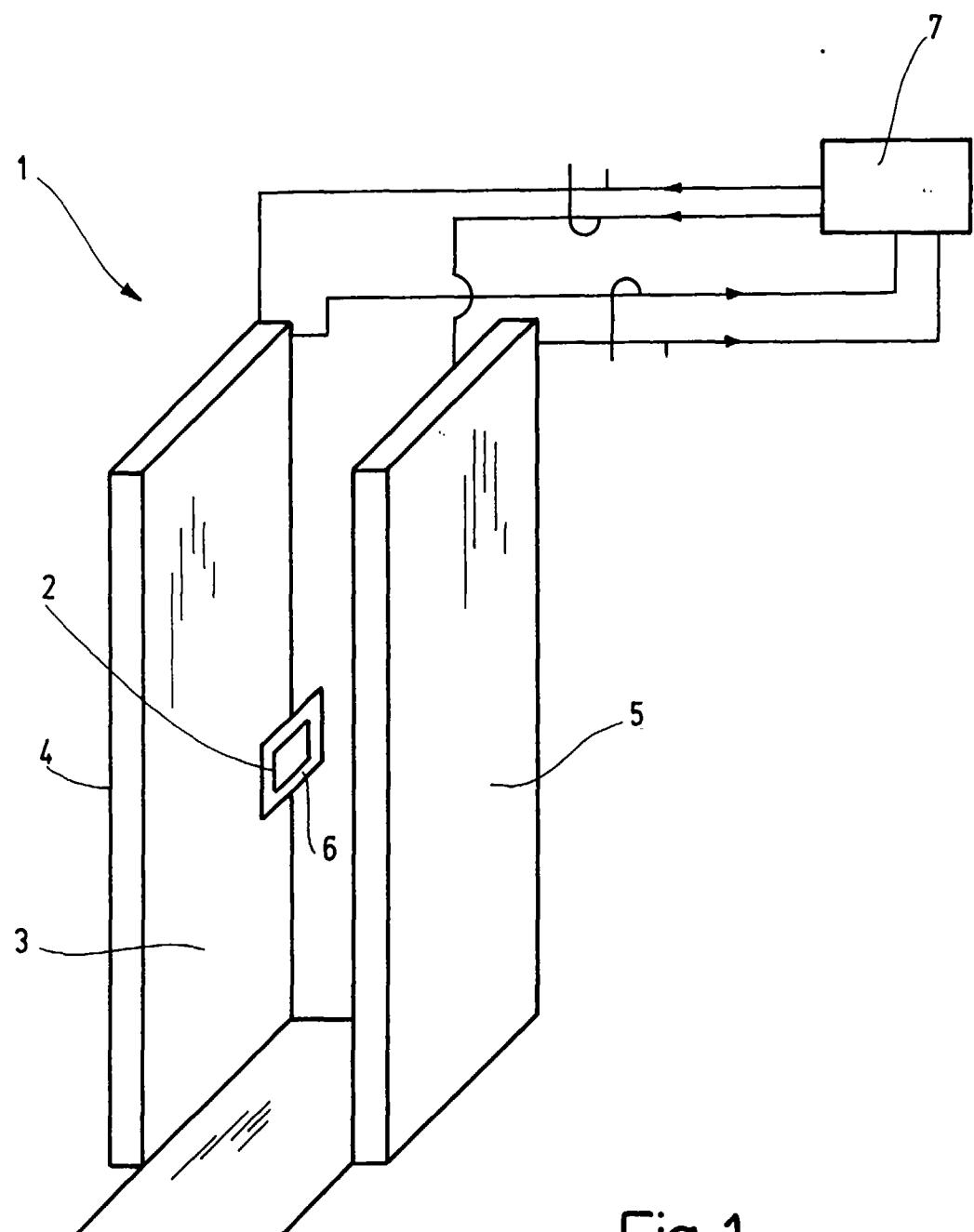


Fig. 1

Fig. 2

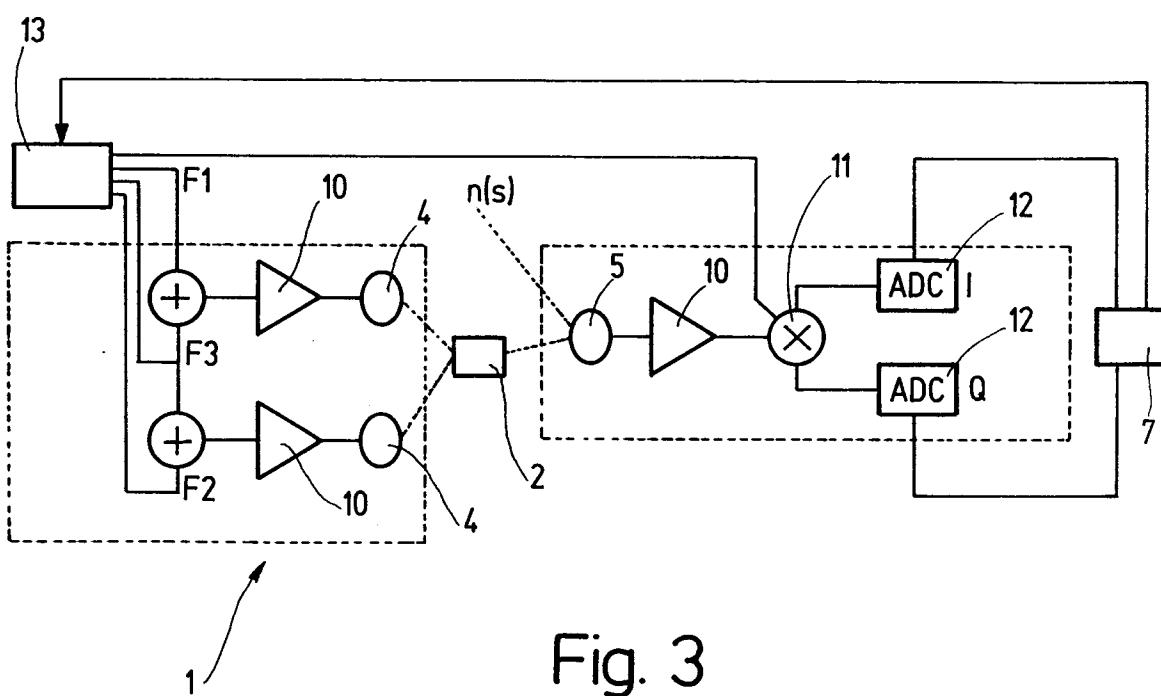
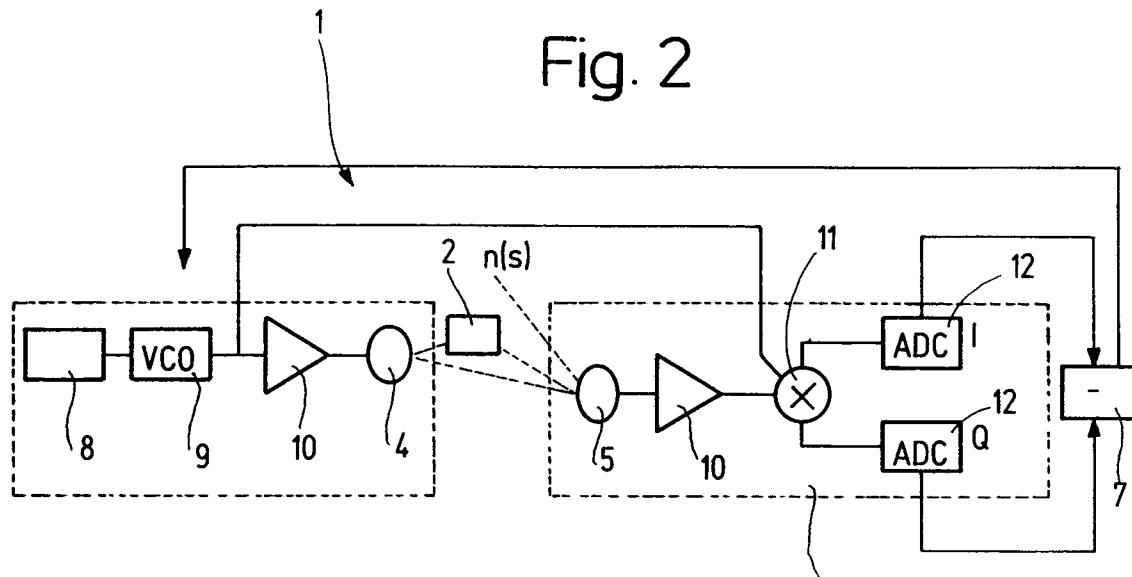


Fig. 3

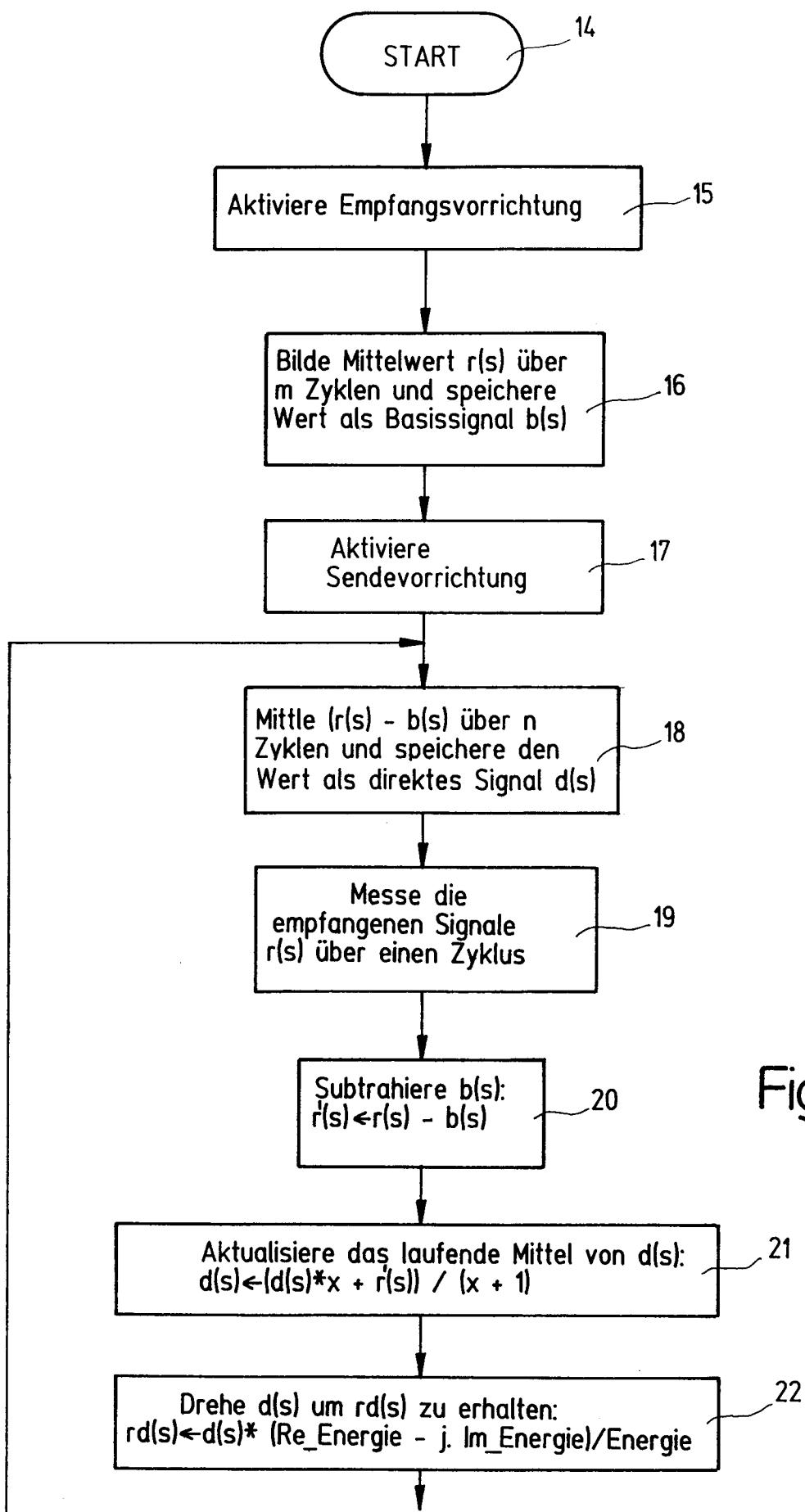


Fig. 4

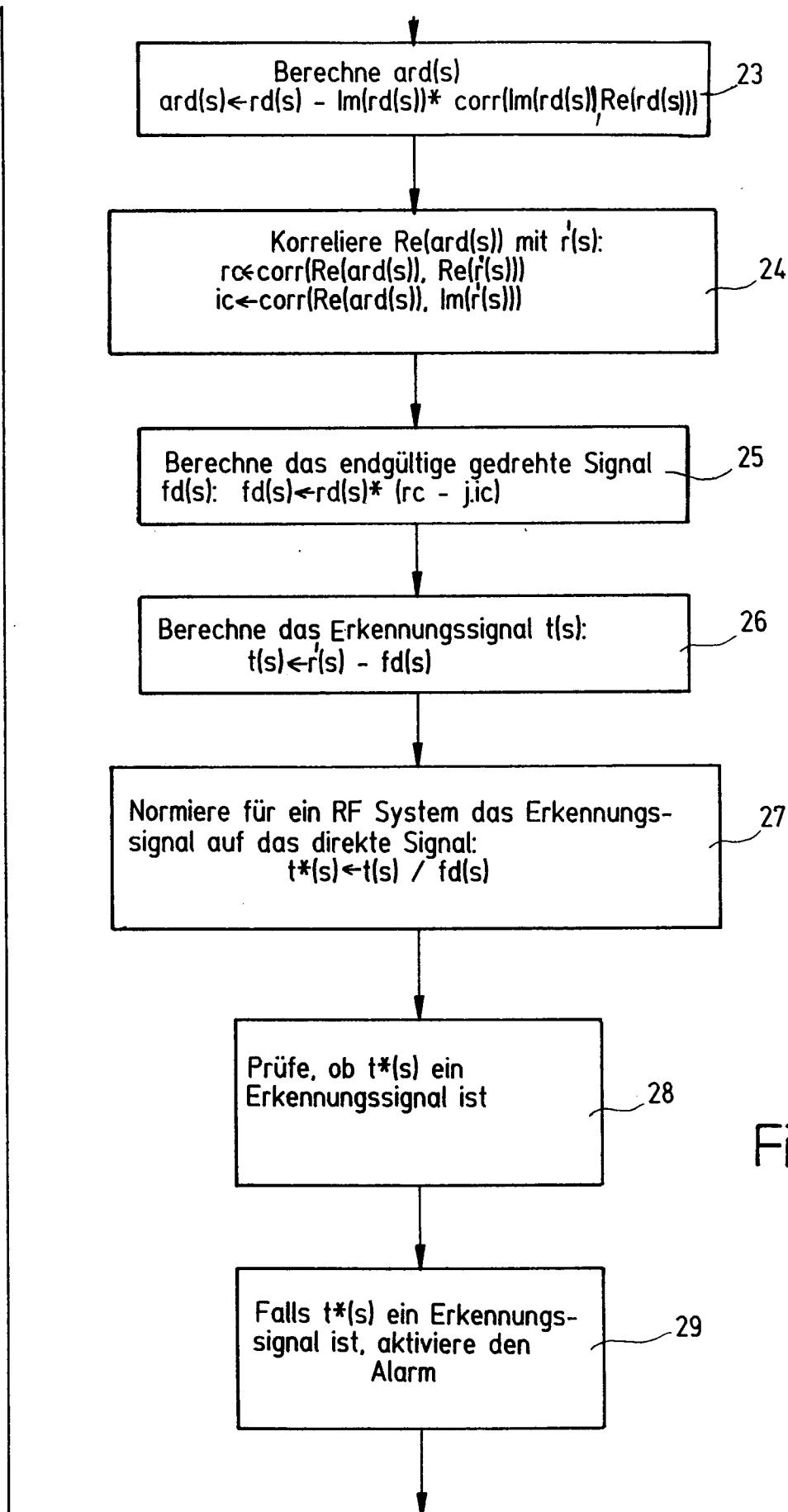


Fig. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	EP 0 707 296 A (ESSELTE METO INTERNATIONAL) * Zusammenfassung * ---	1	G08B13/24
A	EP 0 565 481 A (ACTRON ENTWICKLUNGS AG) * Zusammenfassung * -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
G08B			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	3. Februar 1998	Sgura, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		