



**Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 141 929**  
**B1**

⑫

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**25.11.87**

⑥① Int. Cl.<sup>4</sup>: **G 08 B 13/26**

②① Anmeldenummer: **84109632.4**

②② Anmeldetag: **13.08.84**

---

⑤④ **Verfahren und Anordnung zur Messung von kapazitiven Zustandsänderungen an einem Schutzzaun.**

---

③⑩ Priorität: **16.06.83 DE 3329554**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.05.85 Patentblatt 85/21**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.11.87 Patentblatt 87/48**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB IT NL**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**DE-A-3 110 352**  
**GB-A-892 872**  
**US-A-3 103 003**

⑦③ Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München, Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

⑦② Erfinder: **Kupec, Peter, Dr.-Ing., Blumenstrasse 24, D-8043 Unterföhring (DE)**  
Erfinder: **Metzner, Uwe, Ing., Theodolindenstrasse 49, D-8000 München 90 (DE)**  
Erfinder: **Thilo, Peer, Dr.-Ing., Buchhierlstrasse 19, D-8000 München 71 (DE)**

**EP 0 141 929 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zur Messung von kapazitiven Zustandsänderungen an einem mehrere parallel angeordnete Drahtelektroden aufweisenden Schutzzaun, wobei jeweils eine Wechsellspannung an mindestens eine der Elektroden angelegt und an mindestens einer Elektrode Meßsignale empfangen werden und wobei aus zeitlichen Änderungen der Meßsignale Störungs- bzw. Alarmkriterien abgeleitet werden.

Es ist seit langem bekannt und üblich, das Eindringen unbefugter Personen in einen geschützten Bereich durch Kapazitätsmessungen bzw. durch Auswertung von Kapazitätsänderungen festzustellen und zur Alarmgabe zu verwenden. Kapazitive Schutzzäune werden insbesondere zur Überwachung ausgedehnter Freilandanlagen verwendet, da durch sie auch in unübersichtlichem Gelände alle Zustandsänderungen und damit auch die Annäherung und das Eindringen unbefugter Personen sicher erfaßt werden können. Ein Problem bei derartigen Schutzzäunen liegt jedoch darin, daß Kapazitätsänderungen auch durch Störeinflüsse verursacht werden, insbesondere durch Witterungseinflüsse, wie Regen, Schnee und Reif, aber auch durch Vögel und Kleintiere, welche sich vorübergehend auf die Elektroden setzen bzw. unter dem Zaun hindurchschlüpfen. Derartige Störeinflüsse sollen einerseits möglichst nicht zur Alarmgabe führen, während andererseits ein eindringender Mensch in jedem Fall sicher erkannt und gemeldet werden muß.

Beispielsweise ist es bekannt, die Teilkapazitäten zwischen Sende- und Empfangselektroden zu messen und die resultierende Differenz dieser Teilkapazitäten über eine Differentialbrücke auszuwerten, um symmetrisch auftretende Umwelteinflüsse zu eliminieren (DE-C-12 20 289). Bei derartigen Brückenschaltungen werden sprunghafte Kapazitätsänderungen bestimmter Größe und stetige Kapazitätsänderungen mit definierter Änderungsgeschwindigkeit als Alarmkriterien verwendet. Mit diesen relativ einfachen Alarmkriterien liegt jedoch nur eine geringe Störsicherheit vor.

Es ist auch bereits bekannt (DE-A-31 10 352), die Teilkapazitäten und die Eigenteilkapazitäten eines Elektrodensystems durch Umschalten der Potentiale der einzelnen Elektroden zu messen. Die Meßergebnisse, nämlich alle Systemkapazitäten, werden dabei über Mikrocomputer ausgewertet, so daß eine hohe Störsicherheit erzielt wird. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß in der Nähe der Elektroden eine Vielzahl aufwendiger Umschalteinrichtungen vorzusehen ist, und daß dabei relativ hohe Potentiale ständig zwischen den einzelnen Elektroden umgeschaltet werden müssen. Außerdem kann immer nur eine Teil-

bzw. Eigenteilkapazität pro Messung gewonnen werden. Wegen der Einschwingzeiten beim Umschalten dauert eine vollständige Messung deshalb verhältnismäßig lange.

In der älteren Anmeldung DE-A-32 22 640.3 ist auch bereits ein Verfahren beschrieben, bei dem die Teil- und die Eigenteilkapazitäten eines Elektrodensystems durch Verwendung unterschiedlicher Frequenzen alle gleichzeitig gemessen werden können. Auch in diesem Fall kann durch die Auswertung über Mikrocomputer eine hohe Störsicherheit erzielt werden. Doch hat auch dieses Verfahren den Nachteil, daß wegen der unterschiedlichen Meßfrequenzen ein hoher Schaltungsaufwand für die Sender und die Empfangseinrichtungen mit entsprechenden Filtern erforderlich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Meßverfahren und eine Anordnung zur Messung von kapazitiven Zustandsänderungen der eingangs genannten Art zu schaffen, wobei der Schaltungsaufwand für die Messung gegenüber den bekannten Verfahren erheblich vermindert ist und trotzdem eine hohe Störsicherheit gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in jeder der angeschalteten Elektroden jeweils die Stromstärke als Meßsignal ermittelt und daraus ein Meßwert für die Betriebskapazität der betreffenden Elektrode gewonnen wird und daß aus der Änderung der Meßwerte einzelner Elektroden im Vergleich mit ihrem jeweiligen Ruhewert und/oder im Vergleich mit den übrigen Elektroden Störungs- bzw. Alarmsignale abgeleitet werden.

Mit der erfindungsgemäßen Strommessung an den einzelnen Elektroden erhält man eine der Elektrodenzahl entsprechende Anzahl von Meßwerten und damit eine hohe Redundanz der Alarmaussage. Jeder gemessene Stromwert ist proportional der Betriebskapazität dieser betreffenden Elektrode bei einer bestimmten Anschaltung im gesamten Elektrodensystem. Es ist dabei nicht erforderlich, die einzelnen Teilkapazitäten und Eigenteilkapazitäten zu bestimmen.

Die der Elektrodenanzahl entsprechenden Meßwerte können über die bekannten, der jeweiligen Elektrode zugeordneten Eigenschaften ausgewertet werden. Beispielsweise können Elektrodenverdickungen, die an allen Elektroden gleichzeitig auftreten, als Ansammlung von Wasser, Schnee oder Reif identifiziert und bei der Auswertung kompensiert werden.

Zur Kompensation von gleichmäßig wirkenden Störeinflüssen, wie den erwähnten Witterungseinflüssen, ist es zweckmäßig, aus den Meßwerten aller Elektroden einen Mittelwert zu bilden und jeden einzelnen Meßwert, der mit einem aus der geometrischen Anordnung abgeleiteten Faktor multipliziert wird, mit diesem Mittelwert zu vergleichen. Bei allgemeinen Witterungseinflüssen muß dann die Differenz zwischen dem Mittelwert und den mit einem Faktor versehenen Einzelwerten jeweils etwa Null

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ergeben. Weicht diese Differenz aber für einzelne Elektroden signifikant von Null ab, so läßt sich daraus schließen, daß sich speziell an Witterungseinflüsse hinaus die Kapazität wesentlich verändert hat.

Für einen (menschlichen) Eindringling gibt es weiterhin charakteristische Zeit-Strom-Verläufe bzw. Zeit-Betriebskapazitätsverläufe, die sich gegenüber dem Verlauf von Störungen gravierend unterscheiden. So kann man etwa das Eindringen eines Menschen zwischen zwei Elektroden von dem Aufsetzen eines Vogels dadurch unterscheiden, daß man die Steilheit der Stromänderung mit vorgegebenen Mustern vergleicht. Für die Abgrenzung zwischen einem Menschen und einem durchschlüpfenden Kleintier kann der Umstand herangezogen werden, daß die Stromänderungen benachbarter Elektroden von der Masse des sich annähernden Körpers bestimmt wird, so daß auch hier der Vergleich mit vorgegebenen Mustern eine Unterscheidung ermöglicht.

Für spezielle Anwendungsfälle kann es von Vorteil sein, alle Elektroden als Sendeelektroden an die Wechselspannung des Senders anzuschalten. Für einen Sicherheitszaun ist es jedoch im allgemeinen zweckmäßig, die Elektroden teilweise als Sendeelektroden und teilweise als geerdete Empfangselektroden zu schalten, wobei in besonders vorteilhafter Ausführungsform die aufeinanderfolgend angeordneten Elektroden jeweils abwechselnd als Sendeelektroden und als Empfangselektroden geschaltet werden. Durch die Messung der Sender- und Empfängerströme läßt sich eine besonders gute und redundante Alarmaussage gewinnen, da für einen den Zaun durchdringenden Intruder die Änderungen von Sender- und Empfängerströmen gegenläufig sind. Die Auswertung der Strommessungen wird im übrigen besonders einfach, wenn die Sendeelektroden alle an der gleichen Spannung und die Empfangselektroden auf Erdpotential geschaltet sind.

Eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zweckmäßigerweise so aufgebaut, daß eine Sendeeinrichtung mit einem oder mehreren Elektroden verbindbar ist, daß Strommeßeinrichtungen zur Messung der Stromstärke in jeder der Elektroden vorgesehen sind und daß den Strommeßeinrichtungen eine Auswerteschaltung mit Vergleichseinrichtungen zum Vergleich der einzelnen Meßwerte mit den gleichzeitig ermittelten Meßwerten der übrigen Elektroden, mit den zu einem früheren Zeitpunkt ermittelten Meßwerten der jeweils gleichen Elektrode und mit gespeicherten Werten nachgeschaltet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 die schematische Anordnung eines Schutzzauns mit Sender und Strommeßeinrichtungen,

Fig. 2 ein Blockschaltbild für die Auswertung

der an dem Schutzzaun gewonnenen Meßwerte, Fig. 3 eine detailliertere Schaltung der Funktionseinheiten in der Vergleichseinrichtung VG2,

Fig. 4 ein Diagramm zur Darstellung der Kapazitätsänderungen aufgrund unterschiedlicher Annäherungsgeschwindigkeiten eines Vogels und eines Menschen.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Schutzzaun mit sieben Elektroden, die in der Reihenfolge ihrer Anordnung übereinander abwechselnd als Sendeelektroden und als Empfangselektroden geschaltet sind. So sind die Sendeelektroden 1S, 3S, 5S und 7S alle an einen gemeinsamen Wechselstromsender S angeschaltet, der eine Wechselspannung  $U_S$  von beispielsweise 100 V und 10 kHz erzeugt. Die Empfangselektroden 2E, 4E und 6E sind dagegen alle an Erdpotential geschaltet. Jede Elektrode besitzt gegenüber dem Erdpotential eine Eigenteilkapazität, beispielsweise die Elektrode 1S die Kapazität  $C_{11}$  oder die Elektrode 7S die Eigenteilkapazität  $C_{77}$ . Zwischen den einzelnen Elektroden bestehen jeweils Teilkapazitäten, etwa zwischen den Elektroden 1S und 2E die Kapazität  $C_{12}$  oder zwischen den Elektroden 5S und 2E die Kapazität  $C_{52}$ .

In den Stromkreis einer jeden Elektrode 1S bis 7S ist eines der Strommeßgeräte IM1 bis IM7 eingeschaltet, wobei jeweils der in der betreffenden Sende- oder Empfangselektrode fließende Strom  $I_{1S}$ ,  $I_{2E}$ ... bis  $I_{7S}$  beim Anliegen der Sendespannung  $U_S$  an die Sendeelektroden gemessen wird. Damit ist eine Potentialumschaltung beim Messen nicht erforderlich, außerdem genügt eine einzige Sendefrequenz. Der in der jeweiligen Elektrode gemessene Strom ist der Betriebskapazität dieser betreffenden Elektrode proportional. Für das dargestellte Beispiel von Fig. 1 gilt für die einzelnen Ströme bei gleicher Sendespannung  $U_S$ :

$$I_{1S} = j\omega U_S \cdot (C_{11} + C_{12} + C_{14} + C_{16}) = j\omega U_S \cdot C_1$$

$$I_{2E} = j\omega U_S \cdot (C_{12} + C_{32} + C_{52} + C_{72}) = j\omega U_S \cdot C_2$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$I_{7S} = j\omega U_S \cdot (C_{77} + C_{71} + C_{73} + C_{75}) = j\omega U_S \cdot C_7$$

Die in Klammer stehende Summe der jeweiligen Teilkapazitäten und Eigenteilkapazitäten ist dabei die Betriebskapazität für die betreffende Elektrode. Bei einem System von n Elektroden werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren also n Ströme bzw. n Betriebskapazitäten  $C_\mu$  mit  $\mu = 1 \dots n$  gemessen. Daraus können n Meßwerte für die weitere Auswertung gewonnen werden. Eine Ermittlung der einzelnen Teilkapazitäten bzw. Eigenteilkapazitäten ist also dabei nicht erforderlich.

Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild die Auswertung der gemäß Fig. 1 gewonnenen Meßsignale. Von der Strommeßeinrichtung IM, die beispielsweise die sieben Strommeßgeräte IM1 bis IM7 aus Fig. 1 enthält, werden die sieben Strommeßwerte zur weiteren Auswertung über ein Bandpaßfilter BF geführt, um höherfrequente Vorgänge auszuschalten. Beispielsweise umfaßt das Bandpaßfilter einen Bereich von 0,0001 Hz bis etwa 10 Hz. Die Strommeßeinrichtung IM kann natürlich anstelle der einzelnen Meßgeräte IM1 bis IM7 auch ein einziges Meßgerät enthalten, mit welchem in Multiplextechnik die sieben Elektroden abgetastet werden. Bei jeder Abtastung werden die neuen Meßwerte in einer Vergleichseinrichtung VG1 mit den in einem Speicher SP1 enthaltenen früheren Meßwerten der gleichen Elektroden verglichen. Sind die Werte gegenüber den früheren Werten bzw. Ruhewerten unverändert, so besteht keine Notwendigkeit für eine weitere Verarbeitung. Die Meßwerte werden jedoch eine bestimmte Zeit gespeichert, so daß jeweils eine bestimmte Anzahl von Vergleichs-Meßwerten aus vorangehenden Abtastungen zur Verfügung stehen.

Haben sich die Meßwerte gegenüber einer früheren Abtastung geändert, so erzeugt die Vergleichseinrichtung VG1 ein Signal für die weiteren Vergleichseinrichtungen VG2, VG3 und VG4. Beim Anliegen dieses Signals werden die Meßwerte für die Betriebskapazitäten  $C_{\mu}$  ( $\mu = 1..7$ ) von der Vergleichseinrichtung VG1 bzw. über den Speicher SP1 den weiteren Vergleichseinrichtungen VG2, VG3 und VG4 zugeführt. In diesen Vergleichseinrichtungen werden Alarmkriterien nach unterschiedlichen Gesichtspunkten abgeleitet.

Die Wirkungsweise der Vergleichseinrichtung VG2 ist anhand von Fig. 3 zu ersehen. Mit dem Signal von der Vergleichseinrichtung VG1 werden die Meßwerte der Betriebskapazitäten  $C_{\mu}$  über ein UND-Glied AN1 an eine erste Rechenschaltung RE1 gegeben. In dieser Rechenschaltung wird für jede Betriebskapazität ein zugehöriger Drahtdurchmesser  $D_{\mu}$  berechnet. Der Drahtdurchmesser ist eine Funktion  $f_{\mu}$  von der Betriebskapazität  $C_{\mu}$ . Diese Funktion ist für jeden Draht unterschiedlich. Deshalb werden bei Errichtung der Anlage diese Funktionen  $f_{\mu}$  ( $C_{\mu}$ ) für jede Elektrode experimentell ermittelt und in der Rechenschaltung RE1 gespeichert. Solange die Elektroden unverändert sind, ergibt sich in der Rechenschaltung RE1 der tatsächliche Elektrodendurchmesser  $D$ . Durch Witterungseinflüsse, beispielsweise durch Reifbildung, kann dieser Elektrodendurchmesser sich vergrößern, was eine entsprechende Änderung der gemessenen Betriebskapazität zur Folge hat. Aber auch durch andere Einflüsse, wie durch das Aufsetzen eines Vogels oder durch das Eindringen eines Menschen, kann sich die Betriebskapazität so verändern, daß in der Rechenschaltung RE1 ein scheinbar vergrößerter Elektrodendurchmesser errechnet wird.

Aus den in der Rechenschaltung RE1 errechneten Elektrodendurchmessern  $D_{\mu}$  ( $\mu = 1..7$ ) wird dann in dem Mittelwertbildner MB ein Mittelwert gebildet, und zwar nach der Beziehung

$$D_M = \frac{1}{7} \cdot \sum D_{\mu}$$

Dieser Mittelwert  $D_M$  wird dann einer zweiten Rechenschaltung RE2 zugeführt.

In der zweiten Rechenschaltung RE2 wird der Mittelwert  $D_M$  wiederum in einen Wert für die Betriebskapazität für jede einzelne Elektrode umgerechnet, und zwar nach der Beziehung  $C'_{\mu} = g_{\mu}(D_M)$ . Die Funktion  $g_{\mu}$  ist die Umkehrfunktion zu der oben beschriebenen Funktion  $f_{\mu}$  für jede einzelne Elektrode und bezeichnet wie diese die Abhängigkeit zwischen Elektrodendurchmesser und Betriebskapazität für den Normalzustand der einzelnen Elektroden. Die Werte für  $g_{\mu}$  für  $\mu = 1..7$  werden wie die Werte für  $f_{\mu}$  für die Anlage im Normalzustand experimentell ermittelt bzw. aus  $f_{\mu}$  berechnet und in die Rechenschaltung RE2 eingespeichert. Dort wird nunmehr jeweils aus dem Elektrodendurchmesser-Mittelwert  $D_M$  über die Funktion  $g_{\mu}$  für jede Elektrode der Wert  $C'_{\mu} = g_{\mu}(D_M)$  gebildet und von dem Meßwert für die Betriebskapazität  $C_{\mu}$  subtrahiert. Das ergibt für jede Elektrode einen kompensierten Meßwert der Betriebskapazität  $C_{\mu k}$ . Durch diese Kompensation der Meßwerte über die beschriebene Mittelwertbildung und Subtraktion ergibt sich für alle Elektroden ein Wert von etwa 0, solange eine gleichmäßige Elektrodenverdickung durch Witterungseinflüsse vorliegt. Unterscheidet sich aber der Differenzbetrag, d.h. der kompensierte Wert  $C_{\mu k}$ , bei einzelnen Elektroden wesentlich von 0 bzw. einem Schwellenwert  $C_{S\mu k}$ , so ist daraus ein Eindringling zu erkennen. Zu diesem Zweck werden die Werte  $C_{\mu k}$  einer Komparatoreinrichtung KO zugeführt, in der für jede Elektrode ein Schwellenwert  $C_{S\mu}$  gespeichert ist. Ergibt sich in der Komparatoreinrichtung, daß ein Wert  $C_{\mu k}$  größer ist als der zugehörige Schwellenwert  $S_{S\mu}$ , so wird am Ausgang ein Signal  $vg_2$  abgegeben.

Um weiterhin unterscheiden zu können, ob es sich bei dem festgestellten Eindringling um einen Vogel, ein Kleintier oder um einen Menschen handelt, werden die Meßwerte  $C_{\mu}$  der einzelnen Elektroden weiteren Vergleichseinrichtungen VG3 und VG4 zugeführt.

In der Vergleichseinrichtung VG3 wird durch Vergleich mit den gespeicherten Meßwerten der vorangehenden Abtastungen aus dem Speicher SP1 die Steilheit der Meßwertänderung ermittelt und mit einem vorgegebenen Muster verglichen. Hierbei wird die Tatsache ausgewertet, daß beispielsweise ein Vogel sich wesentlich schneller an den Zaun annähert als dies ein Mensch tun kann.

Fig. 4 zeigt hierzu ein Diagramm, wobei ein typischer Verlauf der Betriebskapazität  $C_{\mu}$  über der Zeit aufgetragen ist. Die Kurve  $C_{\mu V}$  stellt den

Verlauf des Meßwerts beim Anfliegen eines Vogels dar. Zwischen den beiden Meßzeitpunkten  $T_m$  und  $T_{m+1}$  wird ein steiler Anstieg der Betriebskapazität  $C_{\mu}$  festgestellt. Die Betriebskapazität bleibt danach gleich, bis zu einem späteren Zeitpunkt ein steiler Abfall der Betriebskapazität das Wegfliegen des Vogels anzeigt. Im Vergleich dazu zeigt die Kurve für die Annäherung eines beispielsweise unter dem Zaun hindurchkriechenden Menschen einen völlig anderen Verlauf. Die Kurve  $C_{\mu M}$  zeigt zwischen den Zeitpunkten  $T_m$  und  $T_{m+1}$  einen verhältnismäßig langsamen Anstieg und entsprechend zu einem späteren Zeitpunkt auch wieder einen langsameren Abfall. In der Vergleichseinrichtung VG3 (Fig. 2) wird deshalb aus der Annäherungsgeschwindigkeit des Eindringlings, d.h., aus dem zeitlichen Verlauf der Änderung von  $C_{\mu}$ , im Vergleich mit einem Schwellenwert  $v_s$  ein Signal abgeleitet. Aus der Bedingung

$$\frac{dC_{\mu}}{dt} > v_s$$

wird hier das Alarmkriterium  $vg_3$  abgeleitet.

In der Vergleichseinrichtung VG4 werden die im Vergleich mit den vorhergehenden Abtastungen ermittelten Meßwertänderungen mit gespeicherten Musterwerten verglichen. Diese Musterwerte setzen eine Grenze für die Alarmgabe dort, wo die Masse und die durch diese Masse verursachte Meßwertänderung dem Muster eines Kleintieres oder eines Vogels im Vergleich zu dem durch die Masse eines menschlichen Körpers verursachten Muster zuzuordnen ist. Dies geschieht in einfacher Weise dadurch, daß die der Masse des Eindringlings entsprechende absolute Meßwertänderung  $\Delta C_{\mu}$  in Vergleich gesetzt wird mit einem Schwellenwert  $cs$ . Dabei kann der Schwellenwert für die Empfangselektroden und für die Sendeelektroden unterschiedlich sein. Dieser Schwellenwert bzw. diese Schwellenwerte werden ebenfalls für die betreffende Anlage experimentell ermittelt und in der Vergleichseinrichtung VG4 gespeichert. Bei jeder Abfrage kann somit aus der Beziehung

$$C_{\mu} > cs$$

wird das Alarmkriterium  $vg_4$  abgeleitet, falls die Änderung der Betriebskapazität aufgrund der Masse des eindringenden Körpers über dem Schwellenwert liegt.

Erst wenn die festgestellten Meßwertänderungen weder durch die Mittelwertkompensation in der Vergleichseinrichtung VG2 noch durch die steilheitsbedingte Kompensation in der Vergleichseinrichtung VG3 noch in der Abgrenzungskompensation der Vergleichseinrichtung VG4 völlig kompensiert werden kann, wird über das Koinzidenzglied AN2 ein Alarmsignal AL ausgelöst.

Daneben ist in an sich bekannter Weise auch

noch eine Sabotageerkennung SE vorgesehen, wie in Fig. 2 dargestellt. Dieser Sabotageerkennungseinrichtung SE werden sowohl die gemessenen Stromwerte aus der Strommeßeinrichtung IM für die einzelnen Elektroden als auch der gemessene Spannungswert an den einzelnen Elektroden zugeführt. Zur Spannungsmessung dient ein Meßgerät UM, welches über einen Abtastschalter AS bei jeder Abfrage an die einzelnen Elektroden 1S bis 7S anschaltbar ist. Wird in der Sabotageerkennungseinrichtung SE festgestellt, daß die Spannung stark abfällt bzw. gegen 0 geht oder daß der Elektrodenstrom  $I_{\mu}$  an einer der Elektroden gegen 0 geht, so wird daraus ein Kurzschluß oder ein Drahtbruch erkannt und zur Erzeugung eines Sabotagesignals SAB ausgewertet.

Zweckmäßigerweise wird die beschriebene Auswertung der Meßwerte durch einen Mikrocomputer vorgenommen, in welchem die jeweiligen Meßwerte und die zum Vergleich benötigten Werte gespeichert sind und der die Vergleichsoperationen durchführt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von Kapazitätsänderungen an einem mehrere parallel angeordnete Drahtelektroden aufweisenden Schutzzaun, wobei jeweils eine Wechsellspannung an mindestens eine der Elektroden angelegt und an mindestens einer der Elektroden Meßsignale empfangen werden und wobei aus zeitlichen Änderungen der Meßsignale Störungs- bzw. Alarmsignale abgeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder der angeschalteten Elektroden (1S, 2E, ... 7S) jeweils die Stromstärke ( $I_{1S}$  bis  $I_{7S}$ ) als Meßsignal ermittelt und daraus ein Meßwert für die Betriebskapazität der betreffenden Elektrode (1S bis 7S) gewonnen wird und daß aus der Änderung der Meßwerte einzelner Elektroden gegenüber ihren jeweiligen Ruhewerten und/oder gegenüber den übrigen Elektroden Störungs- bzw. Alarmkriterien abgeleitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Meßwerten aller Elektroden (1S bis 7S) ein Mittelwert gebildet wird und daß aus dem Vergleich der einzelnen, mit einem geometrisch bedingten Faktor multiplizierten Meßwerte mit dem Mittelwert bei signifikanter Abweichung ein Alarmsignal abgeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Mittelwertbildung aus den Betriebskapazitäten die den einzelnen Elektroden zuzuordnenden Elektrodendurchmesser errechnet und daraus der Mittelwert zum Vergleich mit den errechneten und mit ihrem jeweiligen Faktor multiplizierten Einzeldurchmessern gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß die Änderungsteilheit der Meßwerte einzelner Elektroden ermittelt und mit vorgegebenen Mustern verglichen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die absolute Änderung der Meßwerte benachbarter Elektroden ermittelt und mit vorgegebenen Mustern verglichen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden als Sendelektroden geschaltet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgend angeordneten Elektroden abwechselnd als Sendelektroden (1S, 3S, 5S, 7S) und als Empfangselektroden (2E, 4E, 6E) geschaltet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendelektroden alle an die gleiche Spannung und die Empfangselektroden auf Erdpotential geschaltet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Elektroden mit einer der Sendespannung ( $U_S$ ) gegenphasigen Spannung beaufschlagt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendelektroden mit unterschiedlichen Spannungen, beispielsweise mit gestaffelten Spannungen, betrieben werden.

11. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sendeeinrichtung (S) mit einer oder mehreren Elektroden (1S, 3S, 5S, 7S) verbunden ist, daß Strommeßeinrichtungen (IM1 bis IM7) zur Messung der Stromstärke in dem Stromkreis einer jeden Elektrode (1S, 2E, 3S, 4E, 5S, 6E, 7S) vorgesehen sind und daß den Strommeßeinrichtungen eine Auswerteeinrichtung mit Vergleichseinrichtungen zum Vergleich der Meßwerte mit einem Mittelwert (VG2), zum Vergleich der Änderungsteilheit der Meßwerte mit einem vorgegebenen Muster (VG3) und zum Vergleich der Meßwertänderungen mit vorgegebenen Mustern (VG4) nachgeschaltet ist.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Vergleichseinrichtungen Rechenwerke zur Berechnung der Elektrodendurchmesser aus den Betriebskapazitäten, zur Bildung eines Mittelwertes der Elektrodendurchmesser und zum Subtrahieren der mit einem individuellen Faktor multiplizierten Elektrodendurchmesser vom Mittelwert enthält.

## Claims

1. A method of measuring capacitance changes at a protective fence provided with a plurality of wire electrodes arranged in parallel, where an

alternating voltage is connected to at least one of the electrodes and measurement signals are received at one of the electrodes at least, and where disturbance or alarm signals, as the case may be, are derived from changes of the measurement signals with respect to time, characterised in that in each of the connected electrodes (1S, 2E, ..., 7S) the respective current strength ( $I_{1S}$  to  $I_{7S}$ ) is established as a measurement signal from which a measured value is obtained for the operating capacitance of the respective electrode (1S to 7S) and that the disturbance or alarm criteria are derived from the change in the measured values of individual electrodes in comparison to their respective rest values and/or the other electrodes.

2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that a mean value is formed from the measured values of all the electrodes (1S to 7S) and that the mean value is compared with the individual measured values, multiplied by a geometrically-dependent factor, to derive an alarm signal in the event of a significant deviation.

3. A method as claimed in Claim 2, characterised in that for the mean value formation, the electrode diameters to be assigned to the individual electrodes are calculated from the operating capacitances, and from these the mean value is formed for comparison with the calculated individual diameters multiplied by their respective factor.

4. A method as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that the gradient of change of the measured values of individual electrodes is determined and compared with predetermined patterns.

5. A method as claimed in one of Claims 1 to 4, characterised in that the absolute change in the measured values of adjacent electrodes is determined and compared with predetermined patterns.

6. A method as claimed in one of Claims 1 to 5, characterised in that all the electrodes are connected as transmitting electrodes.

7. A method as claimed in one of Claims 1 to 5, characterised in that the consecutively-arranged electrodes are alternately connected as transmitting electrodes (1S, 3S, 5S, 7S) and as receiving electrodes (2E, 4E, 6E).

8. A method as claimed in one of Claims 1 to 7, characterised in that the transmitting electrodes are all connected to the same voltage and the receiving electrodes are connected to earth potential.

9. A method as claimed in one of Claims 1 to 7, characterised in that a portion of the electrodes are supplied with a voltage opposed in phase to the transmitting voltage ( $U_S$ ).

10. A method as claimed in one of Claims 1 to 7 and 9, characterised in that the transmitting electrodes are operated with differing voltages, for example with graded voltages.

11. An arrangement for carrying out the method claimed in Claim 1, characterised in that

a transmitting device (S) is connected to one or more than one electrode (1S,3S,5S,7S), that current-measuring devices (IM1 to IM7) are provided for measuring the current strength in the circuit of each electrode (1S,2E,3S,4E,5S,6E,7S) and that the current-measuring devices are connected at their output end to an analysis device with comparator means to compare the measured values with a mean value (VG2), the gradient of change of the measured values with a predetermined pattern (VG3), and the measured value changes with predetermined pattern (VG4).

12. An arrangement as claimed in Claim 11, characterised in that one of the comparator means contains calculators which calculate the electrode diameter from the operating capacitances, form a mean value of the electrode diameters, and subtract the electrode diameters, multiplied by an individual factor, from the mean value.

### Revendications

1. Procédé pour mesurer des variations de la capacité dans une clôture de protection comportant plusieurs électrodes en fil disposées parallèlement, et selon lequel une tension alternative respective est appliquée à au moins l'une des électrodes et les signaux de mesure sont reçus sur au moins l'une des électrodes et selon lequel des signaux de perturbation ou des signaux d'alarme sont dérivés de variations dans le temps des signaux de mesure, caractérisé par le fait que l'intensité du courant ( $I_{1S}$  à  $I_{7S}$ ) est déterminée respectivement en tant que signal de mesure dans chacune des électrodes (1S, 2E, ... 7S) raccordés, et une valeur de mesure de la capacité en fonctionnement de l'électrode considérée (1S à 7S) est obtenue à partir de cette intensité, et des critères de perturbation ou des critères d'alarme sont dérivés de la variation des valeurs de mesure d'électrodes individuelles par rapport à leurs valeurs respectives au repos et/ou par rapport aux autres électrodes.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'une valeur moyenne est formée à partir des valeurs de mesure de toutes les électrodes (1S à 7S) et qu'un signal d'alarme est dérivé de la comparaison des différentes valeurs de mesure, multipliées par un facteur conditionné par la géométrie, à la valeur moyenne dans le cas d'un écart important.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que pour la formation de la valeur moyenne à partir des capacités en fonctionnement, on calcule les diamètres qui peuvent être associés aux différentes électrodes et que l'on forme, à partir de là, la valeur moyenne en vue de la comparer aux diamètres individuels, calculés et multipliés par leur facteur respectif.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à

3, caractérisé par le fait qu'on détermine la pente de variation des valeurs de mesure de différentes électrodes et qu'on la compare à des modèles prédéterminés.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'on détermine la variation absolue des valeurs de mesure d'électrodes voisines et qu'on la compare à des modèles prédéterminés.

6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que l'on branche toutes les électrodes en tant qu'électrodes d'émission.

7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'on branche les électrodes disposées sous la forme d'une suite, en alternance en tant qu'électrodes d'émission (1S, 3S, 5S, 7S) et tant qu'électrodes de réception (2E, 4E, 6E).

8. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'on place toutes les électrodes d'émission à la même tension et qu'on place les électrodes de réception au potentiel de terre.

9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'on charge une partie des électrodes avec une tension qui est en opposition de phase avec la tension d'émission ( $U_S$ ).

10. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7 et 9, caractérisé par le fait que l'on fait fonctionner les électrodes d'émission avec des tensions différentes, par exemple avec des tensions échelonnées.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'un dispositif d'émission (S) est relié à une ou plusieurs électrodes (1S, 3S, 5S, 7S), que des dispositifs ampèremétriques (IM1 à IM7) servant à mesurer l'intensité du courant sont prévus dans le circuit de chaque électrode (1S, 2E, 3S, 4E, 5S, 6E, 7S) et qu'en aval des dispositifs ampèremétriques se trouve raccordé un dispositif d'évaluation comportant des dispositifs comparateurs servant à comparer les valeurs de mesure à une valeur moyenne (VG2), à comparer la pente de variation des valeurs de mesure à un modèle prédéterminé (VG3) et à comparer les variations des valeurs de mesure à des modèles prédéterminés (VG4).

12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé par le fait que l'un des dispositifs comparateurs contient des unités de calcul servant à calculer le diamètre des électrodes à partir des capacités en fonctionnement, à former une valeur moyenne des diamètres des électrodes et à soustraire de la valeur moyenne les diamètres des électrodes, multipliés par un facteur individuel.

60

65

7

FIG 1

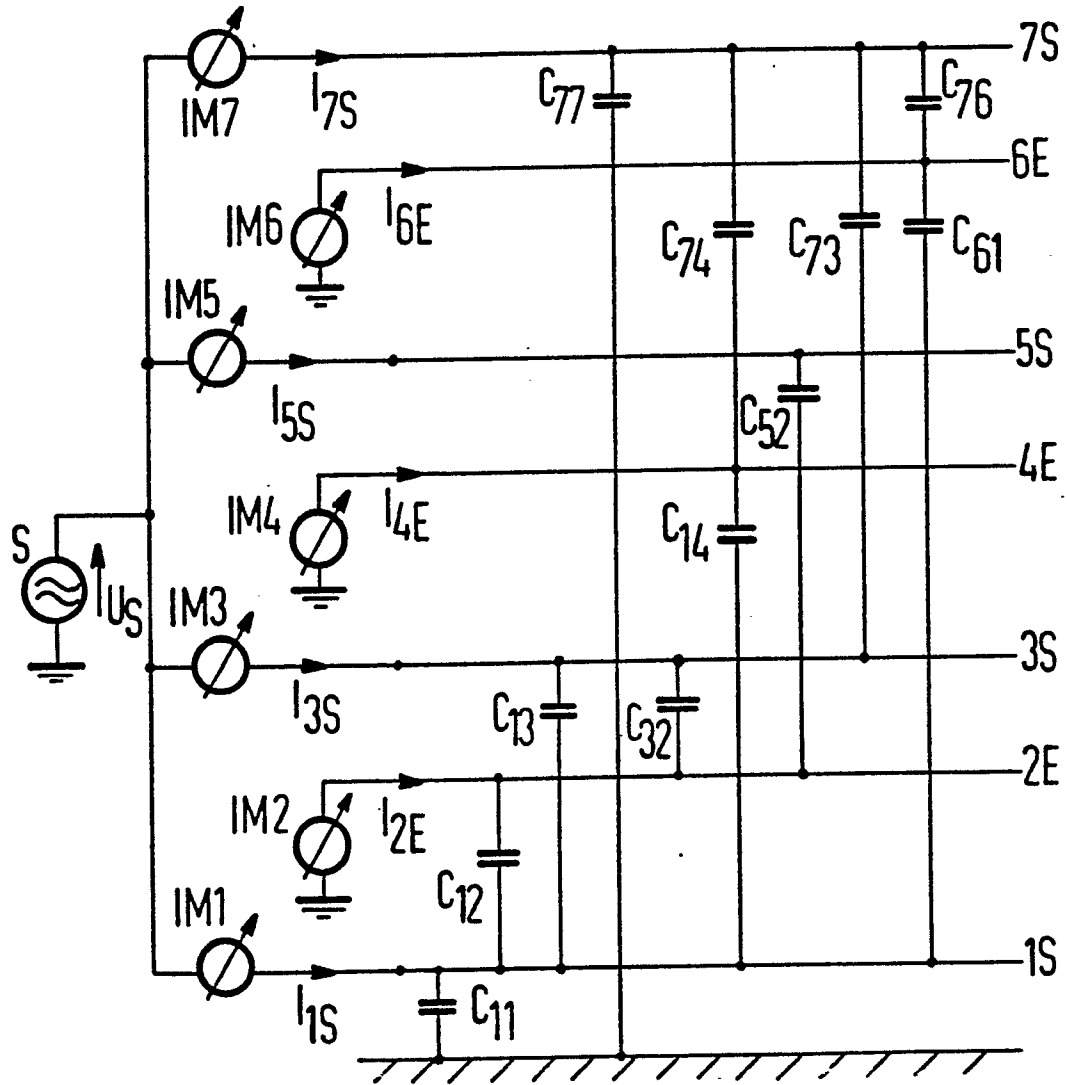


FIG 2

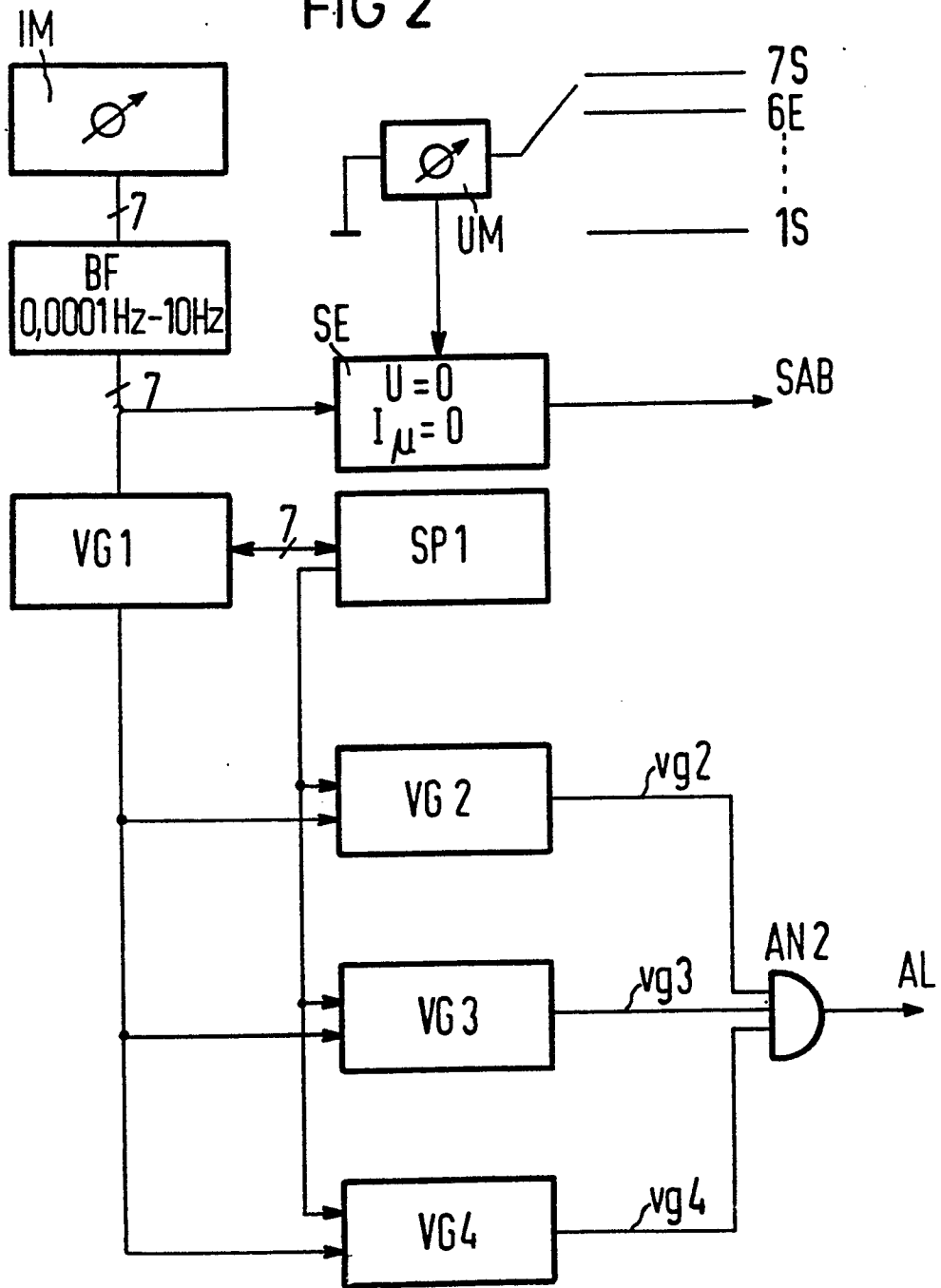


FIG 3

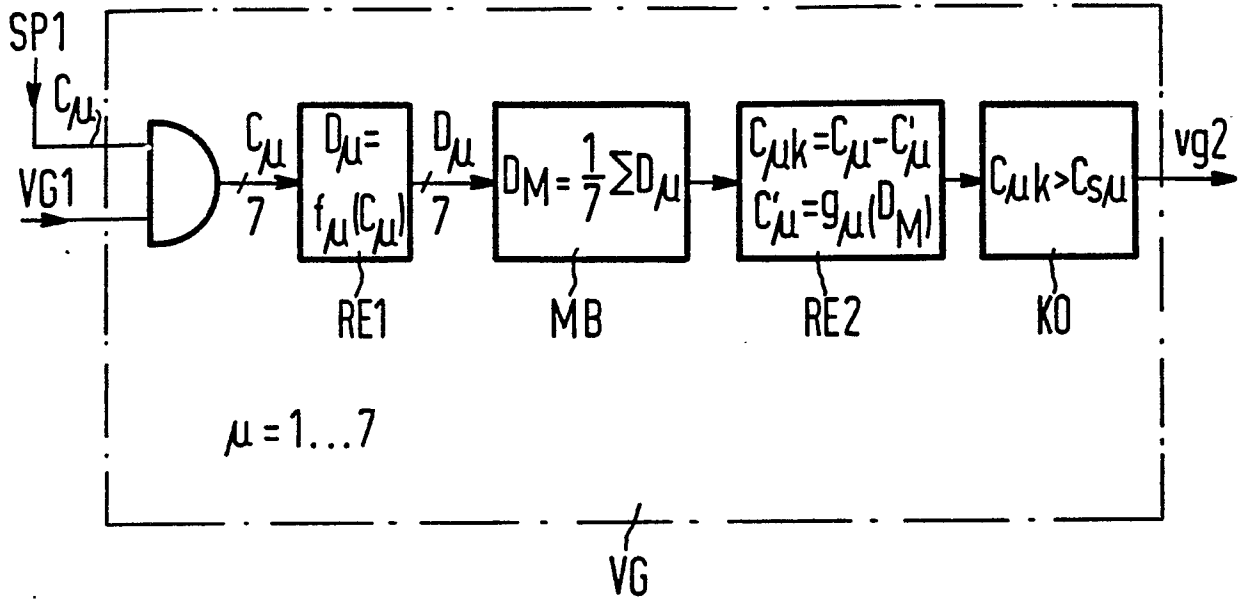


FIG 4

