



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 196 81 725 B4 2007.04.26**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **196 81 725.0**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/20664**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/023738**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **23.12.1996**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.07.1997**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **26.11.1998**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **26.04.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01R 27/26 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**08/578,464 26.12.1995 US**

(62) Teilung in:  
**196 55 368.7**

(73) Patentinhaber:  
**Philipp, Harald, Southampton, Hampshire, GB**

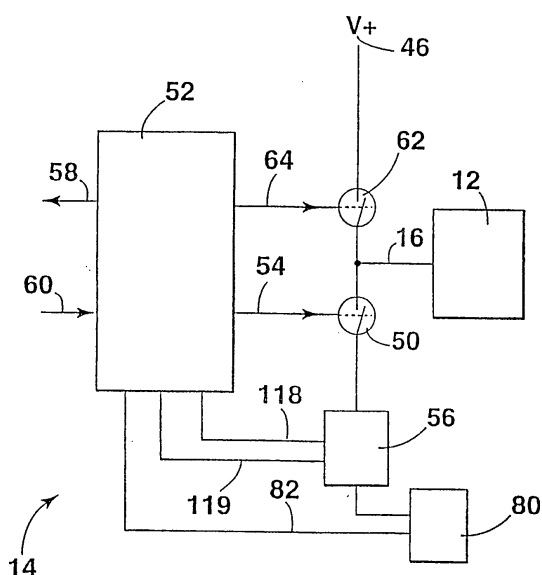
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Lambsdorff & Lange, 81673 München**

(72) Erfinder:  
**Philipp, Harald, Southampton, Hampshire, GB**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 35 44 187 A1**  
**GB 13 95 635**  
**US 54 61 321**  
**US 53 29 239**  
**US 52 94 889**  
**US 51 59 276**  
**US 38 86 447**  
**US 35 51 319**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Messen der Kapazität einer Platte gegenüber einem Massepotential sowie Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Messen der Kapazität einer Platte (12) gegenüber einem Massepotential (22), insbesondere zur Ermittlung des Abstands eines Objekts von der Platte, mit den folgenden Verfahrensschritten:  
 a) Aufladen der Platte (12) auf ein Referenzpotential aus einer Spannungsquelle,  
 b) Entladen der Platte (12) in einen Ladungsdetektor (56),  
 c) Wiederholen der Verfahrensschritte a) und b) eine Anzahl Male, wobei die jeweils in Schritt b) entladenden Ladungen im Ladungsdetektor gesammelt werden,  
 d) nach Ausführung der mehrfachen Lade- und Entladevorgänge gemäß den Verfahrensschritten a) bis c) Auswerten des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) basierend auf der gesammelten Ladung zur Angabe der Kapazität der Platte (12) gegenüber dem Massepotential (22),  
 e) Zurücksetzen des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) auf ein vorbestimmtes Potential, und  
 g) Wiederholen sämtlicher Verfahrensschritte a) bis e) eine Anzahl Male.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen der Kapazität einer Platte gegenüber einem Massepotential gemäß Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens gemäß Gattungsbegriff des Patentanspruchs 11.

**Stand der Technik**

**[0002]** Die Technik kennt zahlreiche Verfahren für die Kapazitätsmessung. Von Bedeutung für die vorliegende Erfindung sind solche Verfahren, bei denen der Wert eines zu prüfenden Kondensators aus der Messung der für die Ladung oder Entladung des Schaltkreiselements unter kontrollierten Bedingungen abgeleitet wird. Aus diesen Verfahren seien hier die folgenden hervorgehoben:

US 5,329,239, in dem Kindermann u.a. ein von einem Mikroprozessor gesteuertes Multimeter beschreiben, das eine von einer konstanten Spannung gelieferte Kapazität unbekannter Größe lädt, wenn ein erster Schalter geschlossen wird, und die Ladung über einen bestimmten Widerstand entlädt, wenn ein zweiter Schalter geschlossen wird.

**[0003]** US 5,294,889, in dem Heel u.a. einen Meßkreis beschreiben, der eine konstante Stromquelle zum Entladen eines Kondensators unbekannter Kapazität verwendet.

**[0004]** US 5,159,276, in dem Reddy einen Meßkreis zur Leckerkennung mittels Messung der Kapazität eines durchlässigen Koaxialkabels beschreibt, an das eine geschaltete konstante Gleichstromquelle angelegt ist.

**[0005]** Kapazitive Feldsensoren werden allgemein in einer Vielzahl von Einsatzbereichen wie Sicherungsanlagen, Türsicherungssystemen, Maschine-Mensch-Schnittstellen wie Tastaturen, Materialtransportreglern und ähnlichen Anlagen verwendet. Solche Sensoren lassen sich in drei Oberklassen gliedern: 1. solche, die ein elektrisches Feld mittels separater Kopplungsplatten ausgeben und feststellen; 2. solche, die eine einzelne Kopplungsplatte zur Ausgabe und Feststellung von Feldstörungen verwenden; und 3. solche, die auf passive Weise von dem gemessenen Gegenstand erzeugte oder auf diesem vorhandene elektrische Felder oder von diesem gestörte Umgebungsfelder feststellen.

**[0006]** Viele bereits existierende und mit Einzelelektroden – nachfolgend zumeist "Kopplungsplatten" oder einfach "Platten" genannt – arbeitende Sensoren verwenden Wechselfelder, wobei die Kopplungsplatte an eine Wechselstromquelle wie z.B. einen HF-Signalgeber angeschlossen wird. Auf der Kopplungsplatte auftretende Signalpegelschwankungen

werden zwecks Feststellung der Nähe eines das elektrische Feld absorbierenden Gegenstands gemessen. Folgende Sensoren dieser Art sind bekannt:

– Ein Sensor mit einer Kapazitätsbrückenschaltung zur Feststellung der Signalpegelschwankungen. In diesem Fall wird die Brücke dazu genutzt, die Hintergrundkapazität dämpfen und die relativ kleinen Signalpegelschwankungen verstärken zu können.

– Ein Sensor, bei dem die Kopplungsplatte in einen Abstimmkreis einbezogen wird, so daß Schwankungen der Plattenkapazität, die von einem in der Nähe befindlichen bewegten Gegenstand verursacht werden, die Resonanzfrequenz des Abstimmkreises leicht verändern, die dann nach verschiedenen Verfahren gemessen werden können.

– Ein Sensor, bei dem die Kopplungsplatte an eine RC-Schaltung angeschlossen wird, deren Zeitkonstante auf die Veränderungen der Plattenkapazität reagiert. Eine Variante dieser Art von Sensoren arbeitet mit einer Konstant-Stromquelle zum Laden der Platte und ermittelt die Kapazitätsschwankungen durch Messen der Ladungsveränderungen anhand eines Bezugsgefälles. Gemeinhin wird der Wert mithilfe von Spannungsvergleichsmessungen und einer Bezugsspannung ermittelt.

**[0007]** Nach GB-A-1 395 635 wird ein der Kapazitätsmessung zu unterziehender Kondensator vermittelt einer elektronischen Steuerung periodisch abwechselnd mit einer Spannungsquelle und mit einem Analog-Integrator verbunden, dessen Ausgangssignal wiederum periodisch abgefragt und ggf. bis zur nächsten Abfrage gespeichert wird.

**[0008]** Es ist allgemein bekannt, daß sinusförmige Wechselspannungssignale keine Vorbedingung für solche Sensoren sind und daß ebenso gut auch andere Wellenformen wie z.B. Rechteckwellen oder -impulse mit demselben Effekt verwendet werden können.

**[0009]** Die bestehenden Systeme weisen folgende Probleme auf:

– Erzeugung von HF-Störsignalen, insbesondere bei pulsmodulierten oder mit ungedämpfter Hochfrequenz arbeitenden Systemen;

– Empfindlichkeit gegenüber externen nichtkapazitiven Kopplungen, wie z.B. reine Widerstandsverbindungen gegen Kopplungsplatte und Erde, die das Meßverfahren stören;

– Hohe Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit in der Umgebung der Kopplungsplatte;

– Unfähigkeit zur Überwachung geringfügiger Kapazitätsschwankungen von großen Gegenständen oder Gegenständen mit hoher Hintergrundkapazität;

– Unfähigkeit zur automatischen Anpassung an

Schwankungen der ursprünglichen Plattenkapazität, insbesondere dann, wenn diese Kapazität sich über einen breiten Bereich erstrecken kann; und  
– Unfähigkeit zur Tolerierung von Störeinflüssen durch benachbarte Sensoren.

**[0010]** Von den oben angesprochenen Problemen verdient die Erzeugung von HF-Störsignalen besondere Beachtung. In DE 35 44 187 A1 ist zwar bereits in Zusammenhang mit einer nach dem Prinzip der "geschalteten Kondensatoren" arbeitenden Kapazitätsmeßschaltung eine sogenannte aktive Schirmung angegeben, bei der das Potential einer Abschirmelektrode beständig dem periodisch veränderten Potential der Kopplungsplatte nachgeführt wird. Diese Abschirmung schützt indessen nur vor dem Einfluß von Streukapazitäten und Störfeldern auf die Meß- oder Sensorkapazität und vermag nicht, HF-Störsignale seitens der betreffenden Meßschaltung selbst zu unterbinden oder unschädlich zu machen, wie sie durch regelmäßige hochfrequente Schaltimpulse entstehen.

**[0011]** Des weiteren verdient von den oben aufgeführten Problemen die Empfindlichkeit gegenüber externen nichtkapazitiven Kopplungen besondere Erwähnung. Widerstandsverbindungen gegen Erde können in den meisten Fällen nicht durch angemessene Isolierung oder durch Veränderung der Umgebung der Versuchsanordnung überwunden werden. Wenn z.B. bei der Regelung eines Wasserzapfhahns der Sensor den gesamten Zapfhahn als Kopplungsplatte nutzt, bewirkt das Umgebungswasser unvorherbestimmbare und zeitabhängige Schwankungen der Kapazität gegen Erde. Aufgrund der Spritzwasser um die Basis des Auslaufs und der Leitfähigkeit des Wassers im Rohr liegt diese veränderliche Impedanz auch dann vor, wenn das Leitungsrohr aus Kunststoff besteht. Bei allen bisherigen Sensorsystemen beeinträchtigen solche Leitungspfade – obwohl sie nichtkapazitiver Natur sind – den Sensorschaltkreis. Wenn der Sensor z.B. mit einem RC-Schaltkreis oder einer Variante davon arbeitet, beraubt der Streuleitungspfad die Kopplungsplatte ihres Ladestroms und verändert auf diese Weise die scheinbare Zeitkonstante. Bei gedämpfter Messung oder Brückenschaltkreisen wird die kapazitive Kopplung der Platte bei Vorliegen eines externen fluktuierenden Konduktanzpfads durch und aus sich selbst heraus zu einem fluktuierenden Blindwiderstand und macht den Schaltkreis wertlos. Außerdem ist deutlich, daß die Kopplungskapazität in diesem Fall sinnlos wird.

**[0012]** Die Nachteile der bisherigen kapazitiven Sensoren haben zahlreiche Konstrukteure von Näherungssteuersystemen, die in der Nähe von Wasser oder anderen schwach leitenden Flüssigkeiten eingesetzt werden sollen, dazu veranlaßt, Sensoren zu verwenden, die einen Energiestrahls in den Maßbe-

reich senden und die Reflexion des Strahls als Anzeige für die Anwesenheit eines Benutzers messen. Solche Systeme arbeiten mit sichtbarem Licht und Licht im Infrarot-Grenzbereich, Mikrowellen und Ultraschall. Bemerkenswert unter den bisherigen Systemen für die Regelung von Wasserversorgungsanlagen sind die folgenden:

- US 5,033,508, US 4,972,070 und US 4,872,485, in denen Laverty verschiedene Aspekte von Infrarotsystemen für die Regelung einer Wasserfontäne beschreibt;
- US 5,025,516, in dem Wilson eine Anordnung von konvergierenden Strahlen für die Regelung der Wasserfontäne eines Waschbeckens beschreibt;
- US-Patentantrag Nr. 08/266,814, eingereicht am 30.12.1994, in dem der Anmelder vorliegender Erfindung die Verwendung eines anpassungsfähigen Infrarot-Fontänenreglers beschreibt, der sowohl auf Näherung als auch auf Bewegung reagiert. Die Beschreibung von US-Patentantrag Nr. 08/266,814 sind in den hiermit vorgelegten Antrag als Verweise einbezogen.

**[0013]** Die Schrift US 3,886,447 betrifft eine Kapazitäts-Meßeinrichtung. Zur Messung einer Plattenkapazität wird über einen Schalter Ladung auf einen Referenzkondensator aufgebracht. Die Spannung am Referenzkondensator wird durch einen Hoch-Impedanz-Eingang eines Operationsverstärkers gemessen. Vor bzw. nach der Messung wird der Referenzkondensator durch Kurzschließen zurückgesetzt.

#### Aufgabenstellung

**[0014]** Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einer Kapazitätsmessung nach dem Prinzip geschalteter Kondensatoren einen Weg anzugeben, um die Messung störungsunempfindlicher durchzuführen.

**[0015]** Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß maßgeblich mit den in den Ansprüchen 1 und 11 angegebenen Maßnahmen gelöst. Die Unteransprüche geben davon ausgehend vorteilhafte Weiterbildungen an.

**[0016]** Erfindungsgemäß erfolgt die Ermittlung der Plattenkapazität erst nach Durchführung einer Mehrzahl von Lade-/Entladeschritten der Platte, wodurch eine störungsunempfindliche Messung ermöglicht wird. Vorzugsweise wird ein bestimmtes Zeitintervall zwischen Lade-/Entladeschritten oder zwischen Stößen (Bursts) von Lade-/Entladeschritten abgewartet, welches variabel oder gar unregelmäßig variabel ist.

**[0017]** Die hiermit gesamtheitlich vorgestellte Erfindung behebt die Nachteile der bisherigen Sensorsysteme und bietet einen Sensor, der in Kombination mit

zahlreichen verschiedenen Sensorplattenanordnungen verwendet werden kann. Ein solcher Sensor kann an eine Vielzahl von Gegenständen angeschlossen werden und ist nicht auf die Verwendung von vorgefertigten Platten beschränkt. Vielmehr kann es sich dabei um türmontierte Sicherungsfühlerbänder, Bodenmatten und Streifen in Sicherheitsbereichen, automatische Fontänen und Springbrunnen, fest installierte und gegen Diebstahl oder Beschädigung zu schützende feststehende Wertgegenstände, bewegliche oder fließende Rohstoffe, Füllgutbehälter oder Tanks mit veränderlichem Füllstand usw. handeln.

**[0018]** Nach der Erfindung wird die an eine Meßelektrode angelegte und kurz darauf von ihr getrennte Ladung gemessen. Bei der Kopplungsplatte kann es sich um eine tatsächliche Metallplatte von vorbestimmter Größe und Form oder um einen durch und durch leitfähigen Gegenstand wie eine Fontäne oder Tür handeln. Das für den Ladungs-/Entladungszyklus verwendete Zeitintervall kann entsprechend den spezifischen Anforderungen variiert werden. Aus Experimenten ist z.B. bekannt, daß Prüfintervalle von weniger als mehreren 100 Nanosekunden (ns) die Feststellung von am Ort vorhandener Feuchtigkeit oder stehendem Wasser unterdrücken können (die für diesen Zweck gewählte Impulsbreite variiert entsprechend der Umgebung der Meßanordnung und beträgt häufig weniger als einhundert Nanosekunden). Je größer die Meßintervalle, desto wahrscheinlicher ist, daß ein solcher Sensor Feuchtigkeit und stehendes Wasser (oder im Inneren eines Gegenstandes vorhandenes Wasser) "durchdringt" und scheinbar immer höhere Kapazitätspegel feststellt. Annähernd optimal ist eine Dauer von 100 ns, wenn die in der Nähe des Wasserhahns eines mit stehendem Wasser gefüllten Waschbeckens befindliche Hand des Benutzers gemessen wird. Andere Gegenstände erfordern gegebenenfalls andere Zeitspannen.

**[0019]** Die Erfindung verwendet einen Schaltkreis für die Ladung der Platte sowie ein Schaltelement zum Entladen derselben und zum Übertragen der Ladung auf einen Ladungsmeßschaltkreis. Obgleich es sich bei dem Ladungsmeßschaltkreis um einen einfachen Widerstand oder eine andere Art Stromquelle handeln kann, findet bevorzugt ein zweites Schaltelement Verwendung zum Laden der Platte mit einer bekannten Spannung.

**[0020]** Vorzugsweise wird zum Messen der von der Platte angegebenen Ladung ein Speicherkondensator benutzt. In dieser Anordnung kann ein Mikroprozessor verschiedene Meßergebnisse sammeln und die Berechnung der Signaldurchschnittswerte sowie eine nichtlineare Filterung durchführen, um sowohl Impuls- als auch stochastisches Rauschen effektiv auszugleichen und dadurch die wirksame Verstärkung des Sensorsignals zu ermöglichen.

**[0021]** Als Option wird ein Ladungssubtrahierer zum Abzug der Ladung von dem Speicherkondensator verwendet, wodurch der Dynamikbereich gesteigert wird und Verlagerungseffekte, die von der Ladeinspeisung mittels des/der Schalter oder durch Hintergrundpegel der Plattenkapazität und der zugehörigen Verkabelung bewirkt werden können, ausgeschaltet werden.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführung werden in einem Computer gespeicherte Algorithmen für die automatische Eichung des Sensors, für die Verfolgung der Schaltkreisabtrift und der Umgebungsänderungen sowie für die Verarbeitung der jeweiligen Datenausgabe für einen bestimmten Einsatzbereich genutzt.

**[0023]** Bevorzugt findet die Erfindung für die Steuerung eines Wasserauslaßventils Verwendung, wobei der Sensor bei geschlossenem Ventil arbeitet, um zu bestimmen, wann das Ventil bei Annäherung eines Benutzers geöffnet werden soll, und danach, wie lange das Ventil während der Verweildauer des Benutzers in der Nähe des Ventils geöffnet bleiben soll.

#### Ausführungsbeispiel

**[0024]** Nachfolgend wird die Erfindung samt einigen Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen weiter erläutert.

**[0025]** [Abb. 1](#) der Zeichnung ist das schematische Schaltbild einer von einem Wasserfilm mit elektrischer Leitfähigkeit zwischen Platte gegen Erde umgebenen Sensorplatte.

**[0026]** [Abb. 2](#) der Zeichnung ist eine vereinfachte Darstellung des Wasserfilms in [Abb. 1](#).

**[0027]** [Abb. 3](#) der Zeichnung verdeutlicht eine Kurve zur Veranschaulichung der zeitweiligen Reaktion eines einflußreichen Querleiters.

**[0028]** [Abb. 4](#) der Zeichnung ist das Blockschema eines Sensors mit einem einzelnen Schalter oder Schaltelement und einem plattenladenden Schaltkreis (bei dem es sich sowohl um einen Widerstand als auch um eine andere Stromquelle handeln kann).

**[0029]** [Abb. 5](#) der Zeichnung ist das Blockschema eines mit [Abb. 3](#) vergleichbaren Schaltkreises, das jedoch über einen zweiten Schalter für die Ladung verfügt. Ein als Option vorgesehener Schaltkreis für die Ladungssubtraktion ist in [Abb. 4](#) angedeutet.

**[0030]** [Abb. 6](#) der Zeichnung ist ein Zeitgeberdiagramm zur Verdeutlichung der Steuerung der beiden Schalter von [Abb. 5](#).

**[0031]** [Abb. 7](#) der Zeichnung ist die detaillierte

Schaltkreisdarstellung eines Sensors gemäß [Abb. 5](#).

[0032] [Abb. 8](#) der Zeichnung ist der Teilquerschnitt durch eine von dieser Erfindung gesteuerte Trinkwasserfontäne.

[0033] [Abb. 9](#) der Zeichnung ist der Querschnitt durch eine von dieser Erfindung gesteuerte Waschbeckenfontäne.

[0034] [Abb. 10](#) der Zeichnung ist ein Blockschema für die Verwendung des Sensors dieser Erfindung mit Schaltkreisen für die Einstellung der Impulsdauer bei Verwendung an Wasserbeckenfontänen.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN EINSATZBEREICHE

[0035] Wenn wir uns zunächst [Abb. 1](#) der Zeichnung ansehen, finden wir die schematische Darstellung der Schaltung von Erfindung [10]: Eine über einen Draht oder ein Kabel [16] an einen Sensorschaltkreis [14] angeschlossene Sensorplatte [12] ist von einer durch eine Punktstrichlinie angedeuteten elektrisch leitenden Wasseransammlung [18] umgeben. Der Wasserfilm [18] hat der Darstellung gemäß Kontakt sowohl mit dem Auslaß [21] einer Wasserfontäne als auch einem weiteren, gegen Erde [22] verbundenen metallenen Gegenstand [20]. Dies bedeutet, daß die Sensorplatte [12] ungeachtet der physikalischen Details der elektrischen Leitfähigkeit mit einem Nebenschlußleiter mit zeitabhängigen Leitungseigenschaften, die weiter unten ausführlicher erörtert werden, verbunden ist. Außerdem wird ein Gegenstand [24] (z.B. eine Person, die den Auslaß [21] zu nutzen beabsichtigt) in Annäherung an die Platte [12] gemäß dem vom Pfeil [26] in [Abb. 1](#) angedeuteten Pfad angezeigt. Die Platte [12], die Wasseransammlung [18] und der metallene Gegenstand [20] befinden sich unter Umständen auf einer nichtleitenden, in [Abb. 1](#) durch eine gestrichelte Linie angedeuteten Fläche [28]. [Abb. 1](#) stellt eine Wasserfontäne mit einem Näherungssensorschalter für großräumige Gegenstände dar, wobei als Zuleitung von Auslaß [21] zur Wasserversorgung eine kurze, der elektrischen Isolierung wegen aus Kunststoff bestehende Schlauchleitung und eine auf einem Auffangbecken [28] um den Sockel von Auslaß [21] angebrachte Folie verwendet wird.

[0036] Ein leicht modifiziertes Modell für die elektrische Leitung und die Blindwiderstandspfade um Platte [12] und Gegenstand [24] von [Abb. 1](#) wird von [Abb. 2](#) der Zeichnung veranschaulicht. Wie in der elektrochemischen Industrie bekannt ist, kann die einen Nebenschluß zwischen Platte [12] und Erde [22] bildende Wasseransammlung [18] als zweidimensionale Matrix einer unendlichen Reihe von zwischen Platten [12] und Erde [22] geschalteten Widerständen [30] und Kondensatoren [32] dargestellt werden.

Gemäß [Abb. 2](#) der Zeichnung umfaßt das entsprechende Sensormodell außerdem einen zweiten leitenden Pfad [33] zwischen der Sensorplatte [12] und Erde [22]. Dieser zweite Pfad besteht aus der parallelen Kombination eines Widerstands [34] und einer Kapazität gegen Erde [36]. Zwecks Erleichterung der Darstellung kann die unendliche Serie auf die Näherungswerte von [Abb. 2](#) reduziert werden, in der eine endliche Serie von Widerständen [30] und Kondensatoren [32] angegeben ist. Dabei sollte nicht davon ausgegangen werden, daß alle Widerstände [30] oder Kondensatoren [32] gleichwertig sind – sie haben ganz im Gegenteil sehr unterschiedliche Auslegungen. Die Kapazität zwischen Platte [12] und Gegenstand [24] (d.h. die vom Sensorschaltkreis [14] festzustellende Energiemenge) wird in [Abb. 2](#) durch die Bezugszahl 40 dargestellt. Außerdem kann festgestellt werden, daß Gegenstand [40] eine Kapazität gegen Erde [42] hat, bei der es sich zumindest teilweise um Freiraumkapazität handelt.

[0037] Anhand dieses Modells wird problemlos erkennbar, daß eine starke Frequenzabhängigkeit der an der Platte [12] meßbaren effektiven Gesamtkapazität vorliegt. Wenn an Platte [12] eine Wechselspannung von sehr geringer Frequenz angelegt wird, können alle Kondensatoren [32] in jedem sinusförmigen Zyklus mit sehr geringer Phasenlaufzeit geladen werden. Mit steigenden Frequenzen wird es zunehmend schwieriger, die Kondensatoren [32] über die Widerstände [30] zu laden, und zwar deswegen, weil die RC-Schaltung als Tiefpaßfilter wirkt, da sie bei einem bestimmten oberen Frequenzwert abschaltet und mit ähnlicher Wirkung eine besondere Zeitkonstante für einen Ionenleiter vorliegt, so daß der Leiter auf Impulssignale mit einer beträchtlich unter der Zeitkonstante liegenden Dauer nicht zu reagieren scheint. Außerdem wechselt das Ausmaß, in dem die Kondensatoren [32] den meßbaren Kapazitätswert von [12] beeinflussen, von einem Extrem zum anderen. Lediglich die feststehenden Kapazitäten [36], [42] und [40] bleiben bezüglich der Frequenz konstant. Dadurch entsteht der Eindruck, daß eine kapazitive Näherungsmessung, die eine wünschenswerte Unabhängigkeit von den Auswirkungen der zufälligen Anwesenheit eines Ionenleiters erzielen würde, auf Grundlage von kurzen Impulsen im Meßschaltkreis basieren könnte, wobei die Impulsdauer so kurz angelegt sein sollte, dass die vorliegenden Ionen keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben (das, wie oben bemerkt, Impulszeiten von weniger als einhundert Nanosekunden erfordert). Außerdem erweist sich, wie weiter unten ausführlicher erläutert wird, der Betrieb des Sensors mit einer Vielzahl von Frequenzen oder Impulsbreiten als vorteilhaft in solchen Situationen, in denen sich die Menge von Umgebungswasser auf vorhersehbare Weise ändert, d.h. daß eine unterschiedliche Zeitspanne für die Ladung und/oder Entladung bei der Annäherung eines Benutzers an

eine Wasserfontäne als bei länger dauerndem Aufenthalt eines Benutzers in der Nähe der Wasserfontäne vorgesehen werden kann.

**[0038]** Bei näherer Betrachtung von [Abb. 3](#) der Zeichnung stellen wir fest, daß eine Kurve die zeitweilige Reaktion eines Nebenschlußleiters **[18]** anzeigt, der nähere Beachtung verdient, d.h. ein um Auslaß **[21]** verspritzter Wasserfilm oder eine in Rohrleitung **[41]** zwischen Ventil **[43]** und Auslaß **[21]** enthaltene Wassermenge. Diese zeitweilige Reaktion wurde durch Impulskapazitätsmessungen (mittels einer weiter unten näher erläuterten Vorrichtung) aufgehehlt und zeigt die mit Impulsen unterschiedlicher Dauer gemessene Scheinkapazität an. Wenn die für die Messung verwendeten Impulse kürzer als ein in [Abb. 3](#) als **[1]** gekennzeichnete erster vorbestimmter Wert sind, trägt der durch die Wasseransammlung **[18]** realisierte Nebenschlußleiter nicht zum Meßergebnis bei, und der Scheinkapazitätswert **[C1]** ist relativ klein. Wenn die Impulse länger als ein zweiter vorbestimmter Wert **[2]** sind, trägt der durch die Wasseransammlung **[18]** realisierte zeitabhängige Nebenschlußleiter zum Meßergebnis bei, und eine höhere Scheinkapazität **[C2]** wird ermittelt. Es wird angenommen, daß die beiden Werte **[1]** und **[2]** und die genaue Form der Kurve **[45]** von einer Reihe von Faktoren einschließlich der Wahl der Geometrie für den Nebenschlußleiter der Zusammensetzung des Leiters (z.B. der Salzgehalt von in einer Rohrleitung stehendem Wasser) und der Umgebungstemperatur abhängig sind. Außerdem kann aufgrund der relativ glatten und durchgängigen Natur der Ansprechkurve **[45]** ein weiter Bereich von Impulsbreiten für eine vorgegebene Messung gewählt werden. In einem Fall von besonderem Interesse, nämlich bei Vorhandensein von Spritzwasser und Auslaß **[21]**, hat **[1]** einen Wert von 100 ns und **[2]** einen Wert von 1 Sekunde.

**[0039]** Wie oben bereits erwähnt kann der Widerstand **[34]** zwischen der Sensorplatte und Erde **[22]** je nach Reinheit und Ausmaß des Spritzwasserfilms **[18]** um die Platte **[12]** (wobei es sich um Auslaß **[21]** handeln kann) sowie je nach dem Ausmaß des Kontakts zwischen Film **[18]** und einem geerdeten Leiter **[20]** stark variieren, und zwar von einem Augenblick zum anderen und außerdem in Abhängigkeit von Schwankungen der Umgebungstemperatur. Selbst die Hauptkapazität **[36]** zwischen der Sensorplatte **[12]** und Erde **[22]** kann sich im Lauf der Zeit ändern, z.B. wenn ein zusätzlicher Gegenstand wie ein Papierhandtuch auf dem Wasserauslaß **[21]** zurückgelassen wird.

**[0040]** Bei näherer Betrachtung von [Abb. 4](#) der Zeichnung finden wir das Blockschema einer Darstellung von Sensor **[14]** der Erfindung. In dieser Darstellung legt eine spannungsbegrenzte Stromquelle **[44]** (bei der es sich in der einfachsten Ausführung ledig-

lich um einen an eine feststehende Spannungsquelle **[46]** angeschlossenen Widerstand handelt) einen Ladestrom an die Platte **[12]** an. Der von Quelle **[44]** gelieferte Strom ist so gewählt, daß die Platte **[12]** während einer ersten Zeitspanne bei geöffnetem Endladungsschalter **[50]** mit einem vorbestimmten Teil der Speisespannung  $V+$  geladen wird. Am Ende der Ladezeit wird der Endladungsschalter **[50]**, der vorzugsweise von einem Mikroprozessor **[52]** über eine Steuerleitung **[54]** betätigt werden sollte, kurzfristig geschlossen. Dies bewirkt die rapide Entladung der Sensorplatte **[12]** zu einem Ladungsdetektor **[56]**, wobei der Wert der auf diese Weise übertragenen Ladung die Kapazität der Sensorplatte **[12]** repräsentiert. Das Ladungs-/Entladungsverfahren wird viele Male wiederholt, und dabei akkumuliert der gemessene Ladungsdurchschnittswert die von Platte **[12]** kommende Ladung über mehrere Arbeitszyklen. Nach einer vorherbestimmten Anzahl von Ladungs- und Entladungszyklen wird der Ladungsdetektor **[56]** vom Mikroprozessor **[52]** auf die gesamte endgültige Ladung untersucht, woraufhin der Mikroprozessor **[52]** über eine Ausgangsleitung **[58]** unter bestimmten Umständen ein Steuersignal ausgeben kann, wodurch eine Fontäne **[21]** geöffnet wird. Wie bei Steuersystemen üblich, kann das Steuergerät **[52]** auch einen oder mehrere Steuereingänge **[60]** mit Empfindlichkeitsreglern und ähnlichem umfassen. Das Steuergerät **[52]** stellt den Ladungsdetektor **[56]** nach jeder Ablesung zurück, damit er von Platte **[12]** eine frische Folge von Entladungen akkumulieren kann. Andererseits kann das Steuergerät **[52]** das Ergebnis nach jedem individuellen Arbeitszyklus von Endladungsschalter **[50]** ablesen und die Ergebnisse mehrerer Arbeitszyklen vor dem Treffen einer logischen Entscheidung für die geregelte Ausgabe zusammenfassen (oder filtern). Außerdem werden Fachleute für Steuerungssysteme hier feststellen, daß vom Ladungsdetektor **[56]** und von internen algorithmischen Verfahren im Steuergerät **[52]** verschiedene Kombinationen von Signalerfassungszyklen verwendet werden können.

**[0041]** Die Unterscheidung zwischen "Näherungs"- und "Bewegungs"-Meßverfahren erfolgt anhand der Wahl der Zeitintervalle. Im Idealfall messen Näherungssensoren die Kapazitätsveränderung im Vergleich zu einem unveränderlichen Bezugspegel. Zur Vermeidung von Problemen aufgrund von Bauteilalterung und Drifteffekten wird in der Praxis ein adaptiver Näherungssensor verwendet, der die Kapazitätsveränderung im Vergleich zu einem sich langsam ändernden Bezugspegel mißt – z.B. eine Veränderung, die über eine beträchtlich längere Spanne als die von einem Benutzer **[24]** verbrachte maximale Zeit zur Betätigung eines geregelten Mechanismus auftritt. (Ein Sensor dieser Art wird im Begleitpatent 08/266,814 des Erfinders behandelt.) Bewegungssensoren andererseits messen lediglich rapide Kapazitätsveränderungen, z.B. solche Veränderungen, die

auf den absoluten Wert der algebraischen Differenz zwischen zwei Kapazitätswerten reagieren, die bei zwei Messungen einen vorbestimmten Wert übersteigen. Dementsprechend können Bewegungssensoren darauf ausgelegt werden, zur Vermeidung von Rauschproblemen die Durchschnittswerte mehrerer Ablesungen über das erforderliche kurze Meßintervall zu ermitteln.

**[0042]** Bemerkenswert ist, daß zwischen dem Sensorschaltkreis [14] und der Platte [12] kein Kopplungskondensator vorgesehen ist. Bei Vorliegen von externen Konduktanzen und Reaktanzen gegen Erde würde ein solcher Kopplungskondensator nicht mehr lediglich die Ladung von Platte [12], sondern auch die vom Kopplungskondensator aus anderen Quellen aufgefangenen Ladungen messen. Die bei einer solchen Anordnung gemessene Ladung würde entsprechend den Werten von Widerstand [30] und Kapazität [32] des Wasserfilms sowie entsprechend dem direkten Widerstand gegen Erde [34] der Sensorplatte [12] variieren.

**[0043]** Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß der Schaltkreis von [Abb. 4](#) keine Fälle verarbeiten kann, in denen der direkte Widerstand gegen Erde [34] so gering ist, daß die Platte [12] nicht voll geladen wird. In solchen Fällen müssen Berechnungen durchgeführt werden, anhand derer sichergestellt werden kann, daß dieser Leitungspfad [34], soweit er vorhanden ist, durch Anlegen der Stromquelle [44] die gültigen Signalmessungen nicht verfälschen kann. Außerdem leitet der Schaltkreis von [Abb. 4](#), da er über keine Vorrichtung zum Abschalten der Stromquelle [44] verfügt, beim Schließen von Entladungsschalter [50] die Ladung von Quelle [44] auch zum Ladungsdetektor [56] ab. Diese zusätzliche Ladung kann normalerweise als feststehende Abweichung berücksichtigt werden.

**[0044]** Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung ist in [Abb. 5](#) schematisch dargestellt. Hier wird anstelle der Stromquelle [44] ein zweiter Ladeschalter [62] verwendet, bei dem es sich – ebenso wie beim Entladungsschalter [50] – um ein Schaltelement mit geringem Widerstand wie z.B. einen vom Mikroprozessor [52] über eine Ladesteuerungsleitung [64] geschalteten Transistor handeln sollte, so daß die Platte [12] sehr schnell mit der bekannten Spannung  $V+$  geladen werden kann. Falls aufgrund eines geringen direkten Widerstands [34] ein Leitungspfad vorliegt und die relative Impedanz des direkten Widerstands [34] und der Ladungsschalter [62] stark unvereinbar miteinander sind, kann der Stromfluß über Widerstand [34] die an Platte [12] angelegte Spannung nicht wesentlich absenken.

**[0045]** [Abb. 6](#) der Zeichnung enthält ein Zeitschema zur Darstellung der bevorzugten Verfahren zum Schließen und Öffnen des Ladungsschalters [62] und

des Entladungsschalters [50]. Wie aus dem oberen Schaltbild hervorgeht, schließt der Ladungsschalter [62] zu einem ersten Zeitpunkt  $[t_1]$  und verbindet dadurch die Platte [12] mit der Spannungsquelle [46], wodurch die Platte schnell geladen wird (vgl. das mit Bezugsnummer [72] gekennzeichnete Schaltbild) und zu oder vor einem zweiten Zeitpunkt  $[t_2]$  volle Sättigung erreicht (die Anstiegsgeschwindigkeit von Wellenform [72] hängt von der Hauptkapazität von Platte [12] sowie vom internen Widerstand von Ladungsschalter [62] ab). An diesem Zeitpunkt trennt der Entladungsschalter [62] die Platte [12] von der Wechsellspannungsquelle [46]. Nach einer kurzen Verzögerung  $[t_3-t_2]$ , bei der es sich um einige wenige Nanosekunden handeln kann und die zum Zweck der Vorbeugung gegen Leitungsüberschneidungen der Schalter vorgesehen wird, schließt der (in Wellenform [74] dargestellte) Entladungsschalter [50] am Zeitpunkt  $[t_3]$ , wodurch die Platte [12] mit dem Ladungsmeßgerät [56] verbunden und rapide entladen wird. Die mit Bezugsnummer [76] gekennzeichnete Wellenform zeigt den Anstieg der Ladung im Ladungsdetektor [56] nach dem Schließen von Entladungsschalter [50] an.

**[0046]** Da die Schalter [62] und [50] eigene interne Kapazitäten haben, welche eine Ladung auf den Ladungsdetektor [56] übertragen, und da die Platte [12] u.U. eine große inhärente Kapazität [36] hat, ist es of wünschenswert, diese Ladungen so weit wie möglich auszuschalten, um gegen die Sättigung des Ladungsdetektors [56] mit diesen Hintergrundsignalen vorzubeugen. Zu diesem Zweck ist in einigen Ausführungen der Erfindung ein großer Ladungssubtrahierer [80] vorgesehen. Wenn der Ladungssubtrahierer [80] durch eine Gegenleitung [82] vom (in [Abb. 6](#) als Wellenform [84] gekennzeichneten) Steuergerät [52] getastet wird, subtrahiert der Ladungssubtrahierer [80] die Ladung vom Ladungsdetektor [56]. Bei Verwendung eines solchen Schaltkreises würde der Ausgang von Ladungsdetektor [56] wie die Wellenform [86] von [Abb. 6](#) und nicht wie die Wellenform [76] aussehen. Da vom Ladungssubtrahierer [80] lediglich die Abweichung des Ladungsdetektors betroffen ist, tritt keine Änderung der Verstärkung des Ladungsdetektors ein, und die Empfindlichkeit des gesamten Systems bleibt unbeeinträchtigt.

**[0047]** Der Schaltkreis in [Abb. 5](#) hat die Funktion, die Kondensatoren [32] bei feuchter Umgebung vor starkem Aufladen zu schützen, da diese über die Widerstände [30] ohmisch gekoppelt sind und der Ladungsimpuls [70] kurz ist. Gleichermaßen können jegliche Ladungen an den Kondensatoren [32] während des Entladungsimpulses [74] nur schwer über die Widerstände [30] geleitet werden, um rechtzeitig einen meßbaren Einfluß auf die Ladung des Ladungsdetektors [56] zu haben. Durch rapides Laden und Entladen entfernen die Widerstände [30] die parasitären Kapazitäten [32] aus der Messung, wäh-

rend die Hauptkapazitäten [36], [42] und [40] stets gemessen werden. In ähnlicher Weise spielt der direkte Widerstand [34] eine unbedeutende Rolle, da die Entladung ausreichend schnell und unmittelbar nach dem Ladeimpuls erfolgt, weshalb die Ladung dazu tendiert, rechtzeitig und ohne das Meßergebnis erheblich beeinträchtigen zu können, vom Widerstand [34] abgeleitet zu werden. Eine Wechselstromkopplung von Schaltkreis [14] an die Platte [12] durch Schaltung eines herkömmlichen (nicht dargestellten) Koppelkondensators in Leitung [16] würde alle diese Vorteile durch Injektion einer neuen Reaktanz in das System zunichte machen. Die Auswirkungen dieser Reaktanz würden in hohem Maße von Veränderungen in den Schaltkreiselementen [30], [32] und [34] abhängen, die aus dem Meßergebnis möglichst ausgeschlossen werden sollten. Aus diesem Grund muß das System gleichstromgekoppelt bleiben, um in feuchter Umgebung wirkungsvoll arbeiten zu können.

[0048] Es ist bemerkenswert, daß das Verfahren dieser Erfindung die kontrollierte Ladung und Entladung einer Sensorplatte [12] bewirken kann, wobei zumindest einer der Ladungs- und Entladungsschritte während eines Zeitintervalls erfolgt, das kürzer als die charakteristische Durchlaßzeit eines Nebenschlußleiters ist. In den bevorzugten Ausführungen erfolgen sowohl die Ladungs- als auch die Entladungsschritte mit schnellen Impulsen. Die obenstehende Erörterung bezüglich [Abb. 4](#) der Zeichnung behandelt jedoch einen Aufbau, in dem ein langer (im wesentlichen unendlicher) Ladeschritt mit einem kurzen Entladungsintervall kombiniert wird. Der Komplementärfall, nämlich die Kombination eines kurzen Ladeintervalls mit einem langen Entladungszeitraum, wäre ebenfalls ein effektives Mittel zur Nutzung einer reproduzierbaren Kapazitätsmessung für Steuersysteme in Anwesenheit eines Nebenschlußleiters [18].

[0049] [Abb. 7](#) ist die schematische Darstellung eines Schaltkreises, der zur Feststellung eines Benutzers [24] in der Nähe der Fontäne verwendet wird. In dieser Ausführung handelt es sich bei den Schaltern [62] und [50] um P-Kanal- und N-Kanal-MOSFET-Transistoren (Metalloxidhalbleiter-Feldefekt-Transistoren) vom Typ BSS110 bzw. BSN10, die beide mit integrierten Quellenableitungsdiode [88] und [90] bestückt sind. Ein Widerstand [92] (mit einem typischen Widerstandswert von ungefähr 24 Ohm) sorgt für zusätzliche Dämpfung und beugt gegen Klingeleffekte in der zur Platte [12] führenden Leitung [16] vor. Ein zweiter Widerstand [94] (mit einem typischen Widerstandswert von 51.000 Ohm) bewirkt das Ableiten von Restladungen von Platte [12], wenn keiner der beiden Schalter [62] und [50] leitend ist. HF-Störungen werden vermittels der Widerstände [96] und [97] (mit vorzugsweise ungefähr 100 Ohm) weitestgehend unterdrückt, um die Anstiegs- und Abfallzeiten des Signals in Kabel [16] durch Einschränkung der Gatterladungsgeschwin-

digkeit an den Schaltern [62] und [50] zu begrenzen. Zum plötzlichen Abschalten des Ladungsschalters [62] vor dem einige wenige Nanosekunden später erfolgenden Einschalten des Entladungsschalters [50] wird die Verwendung einer Diode [98] bevorzugt. Impulsnetze [100] und [102], die vorzugsweise mit NAND-Gattern (Nicht-Und-Schaltung) vom Typ 74AC00 für Impulsformung und -antrieb arbeiten, erzeugen Impulse von annähernd 100 ns (d.h. Wellenformen [70] und [74], wobei Wellenform [70] umgekehrt ist) für den Ladungsschalter [62] und den Entladungsschalter [50]. Da das Impulsnetz [102] anschließend auf das Impulsnetz [100] wirkt, wird der Impulsausgang leicht verzögert. In dieser Ausführung arbeitet der Schaltkreis des Ladungssubtrahierers [80] mit einem N-P-N-Transistor (vorzugsweise vom Typ 2N918) zum Subtrahieren der Ladung vom Ladungsdetektor [56] an jeder Impulskante. Die Wahl des Kapazitätswerts im Ladungssubtrahierer [80] und der Systemspannung bestimmen das Ausmaß der von jedem Impuls subtrahierten Ladung. Außerdem wird ein Verstärkerschaltkreis [104] (mit einer bevorzugten Leistung von ungefähr 260) mit einem 8-Bit-DAW (Digital-Analog-Wandler) verwendet, der eine regelbare Meßabweichung des Signals ermöglicht. Der in das bevorzugte Steuergerät [52] (vom Typ PIC16C74) integrierte DAW [116] hat nur 8 Bits und damit einen begrenzten Dynamikbereich. Durch Hinzufügen einer großen externen Verstärkungsleistung mit Abweichfähigkeit stellt das System einen "Fensternebenbereich" von 8 Bit in einen 13-Bit-Meßbereich (3 Abweich-Bits werden für die Überschneidung innerhalb jedes 8-Bit-Fensternebenbereichs verwendet).

[0050] Der bevorzugte Ladungsdetektor [56] enthält in einer Ausführung einen Kondensator [106] von 0,05 pF. Ein Rückstell-MOSFET-Transistor [108], vorzugsweise vom Typ BSN10, wird für die Rückstellung des Leitungsdetektorkondensators [106] verwendet, nachdem jeder in einer Messung verwendete Impuls oder Impulsstoß vom Verstärkernebensystem [104] abgelesen worden ist. Da es sich beim Entladungsschalter [50] vorzugsweise um einen MOSFET-Transistor mit einer internen Diode [88] handelt, muß dafür gesorgt werden, daß die Spannung am Ladungsdetektorkondensator ungefähr 0,5 Volt nicht übersteigen darf, da sonst übermäßige Leitungslecks auftreten, wodurch die effektive Verstärkung reduziert werden würde. Wenn die Spannung am Ladungsdetektorkondensator [106] zu stark ansteigt, sollte der Schaltkreis des Ladungssubtrahierers [80] so modifiziert werden, daß er bei jedem Impuls stärkere Ladungssubtrahierung leistet, und/oder der Wert des Ladungsdetektorkondensators sollte erhöht werden. Die letztere Lösung beeinträchtigt zwar ebenfalls die Verstärkung, steigert jedoch den tolerierbaren Ladekapazitätsbereich.

[0051] Als Option kann eine Schutzvorrichtung [110]

gegen elektrostatische Entladung zur Vorbeugung gegen Beschädigung des Schaltkreises durch statische Körperelektrizität vorgesehen werden. Diese Vorrichtung kann aus einer oder mehreren herkömmlichen Dioden, einer Zenerdiode oder einem anderen Begrenzelement zusammengestellt werden.

**[0052]** Im Betrieb arbeitet das Steuergerät **[52]** entsprechend den Einstellungen der Schalter für Empfindlichkeit, Zeitverzögerungen usw. in den Leitungen **[60]**. Ein ROM-Speicher **[112]** regelt den Betrieb des Mikroprozessors. In regelmäßigen Abständen, z.B. alle 10 Millisekunden, liefert das Steuergerät **[52]** einen Befehl an den Impulsgeneratorschaltkreis **[100]**, wodurch eines oder mehrere aufeinanderfolgende Impulspaare **[70]** (umgekehrt) und **[74]** an die beiden MOSFET-Schalter **[50]** und **[62]** ausgegeben werden. Diese Impulspaare können je nach der Meßumgebung einzeln oder als innerhalb einer kurzen Zeit (z.B. Zehntel Mikrosekunden) erfolgende Stöße von Impulspaaren ausgegeben werden. Das Steuergerät erzeugt in den entsprechenden Steuerleitungen **[114]** die angemessene Meßabweichung, und nach einer kurzen Verzögerung zum Einpendeln des Schaltkreises digitalisiert der in das Steuergerät **[52]** integrierte ADW **[116]** die Spannung auf einer Eingangsleitung **[118]** und liefert dadurch eine digitale Darstellung der im Ladungsmeßgerät **[56]** akkumulierten Ladung an das Steuergerät **[52]**. Anschließend wird die Rückstellungsleitung **[119]** aktiviert, und der MOSFET-Rückstellschalter **[108]** stellt den Ladungsdetektorkondensator **[106]** zurück.

**[0053]** Das Steuergerät **[52]** kann anhand der vom ADW **[116]** gelieferten digitalen Daten die Durchschnittswerte früherer oder künftiger Signalmuster berechnen. Falls ein angemessener Durchschnittswert einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, kann auf der Steuerleitung **[58]** ein Ausgang solange aktiviert werden, wie dieser Zustand anhält. Selbstverständlich können auch andere bekannte Verarbeitungsverfahren verwendet werden, z.B. Einzelauswertung am Signalausgang; Verzögerung des Ausgangs um eine bestimmte Zeitspanne; Verwendung eines Ausgangs von einer bestimmten Höchstdauer usw. Außerdem können die vom Steuergerät **[52]** als Entscheidungsgrundlagen erstellten Algorithmen auch anhand anderer bekannter Verfahren wie digitaler Filterung (Z-Transformation), Boxcar-Durchschnittswertberechnung, Spitzenwertfeststellung, Spitzenunterdrückung, Medianwertfilterung usw. abgeleitet werden.

**[0054]** Neuere Verfahren der heuristischen Verarbeitung, die von Signalstärke, Signalveränderungen und historischen Grundlagen wie Fuzzy-Logik abhängen, können ebenfalls genutzt werden.

**[0055]** Obgleich hier bestimmte Methoden für den Aufbau der verschiedenen Schaltkreise erläutert wer-

den, ist auf jeden Fall anzuerkennen, daß es zahlreiche alternative Mittel zu ihrer Umsetzung gibt. So kann z.B. der Ladungsdetektor **[56]** unter Verwendung von komplexeren Schaltkreisen mit Stromspiegeln und Integratoren unterschiedlicher Art aufgebaut werden, doch die Funktion bleibt im wesentlichen gleich. Ähnlich kann auch der Ladungssubtrahierer **[80]** auf andere Weise gestaltet werden. Der Verstärkernebenschaltkreis **[104]** ist nicht unverzichtbar und kann durch einen Analog-Digital-Wandler **[116]** von ausreichender Auflösung und Geschwindigkeit ersetzt werden. Selbst die Funktionalität des Steuergeräts **[52]** kann durch Verwendung von digitaler Hardware oder einer Kombination aus digitaler und analoger Hardware erzielt werden und würde in jeder dieser Zusammensetzung durchaus der Zielsetzung und dem Umfang dieser Erfindung entsprechen.

**[0056]** Das vom Sensor erzeugte HF-Feld hat aufgrund der Widerstände **[96]** und **[97]**, die an die Gatter von Ladungsschalter **[62]** und Entladungsschalter **[50]** angeschlossen sind und die Anstiegs- und Abfallzeiten beschränken, eine stark begrenzte Spektralbandbreite. Außerdem ist der Spektralausgang außerordentlich breit, flach und schwach, da die Wiederholungsrate typischerweise sehr gering ist, die Impulsabstände lang und die Strom- und Spannungsstärken sehr niedrig sind. Es sind keine Resonanzkreise zur Verstärkung von Strom- und Spannungsstärken vorgesehen, und es treten keine deutlichen Spektralspitzen auf. Selbst bei Anstiegs- und Abfallzeiten von annähernd 20 ns liefern Impulsabstände von 10 ms eine Grundfrequenz von 100 Hz. Aufgrund der Verwendung von Zeitbereichs-Impulsverfahren ist der Spektralausgang von Sensor **[10]** breit gestreut und schwach und kann aus Entfernungen von über 1 Meter nur schwer festgestellt werden.

**[0057]** Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung besteht darin, daß sie den Betrieb von mehreren Geräten in naher Nachbarschaft zueinander ohne wechselseitige Störungen erlaubt, weil die Impulsdichte so gering ist. Zur Vorbeugung gegen Interferenzen können Impulsabstände nach dem Pseudo-Zufallsprinzip gewählt oder einfach unterschiedlich eingestellt werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß gleichzeitig zwei Einzelimpulse von zwei benachbarten Sensoren der bevorzugten Bauart erzeugt werden, beträgt ungefähr 100 ns/10 ms oder 1 zu 100.000. Selbst bei mehrfachen Impulsstößen mit 50 Impulsen pro Stoß beträgt die Wahrscheinlichkeit 1 zu 2.000. Falls dennoch ein "Volltreffer" zwischen benachbarten Geräten eintreten sollte, können die Software-Algorithmen solche einzeln auftretenden flachen Daten (z.B. anhand eines Medianfilters) vollständig ignorieren.

**[0058]** Wie bereits erwähnt, ist es besonders vorteilhaft, den Schaltkreis **[14]** ohne Zwischenschaltung eines Koppelkondensators an die Platte **[12]** zu kop-

pein. Die elektrolytische Beschichtung durch Kriechströme vom Sensor sind ein Wartungsproblem, doch in der bevorzugten Ausführung sind die durchschnittlichen Strom- und Spannungswerte so gering, daß sie von den natürlicherweise zwischen unterschiedlichen Metallen erzeugten Strömen überlagert werden. Wenn ein mit 5 Volt arbeitendes System mit alle 10 ms erzeugten Impulsen von 100 ns (d.h. mit einem Arbeitszyklus von 1 zu 100.000) arbeitet, ergibt ein schneller Überschlag, daß die gesamte Zeit für die Beschichtung in 20 Jahren 1,8 Stunden beträgt. Der gemessene Widerstandswert von Wasser, z.B. bei einer Trinkwasserfontäne, kann bis zu 10.000 Ohm gegen Erde betragen, und der größte Teil dieses Widerstands verläuft durch die in der Kunststoffleitung zum Ausfluß enthaltene Wassermenge. Die Stromstärke der Spannung von 5 Volt beträgt nicht mehr als 500  $\mu\text{A}$  für eine Nettobeschichtungsbelastung von weniger als 0,9  $\mu\text{A/h}$  und liegt damit weit unter einem Pegel, der Anlaß zur Besorgnis geben könnte.

**[0059]** Ein weiterer Diskussionspunkt wäre – vor allem in feuchter Umgebung – die Möglichkeit von Kontakten zwischen menschlichen Körpern mit Strom. Bei den vorgesehenen Arbeitszyklen beträgt die Durchschnittsspannung ungefähr 100  $\mu\text{V}$  und ist daher ohne jede Konsequenz. Selbst beim schwersten annehmbaren Sensorausfall tritt an der Platte ein unverriegeltes Signal von 5 Volt auf. Diese Spannung ist geringer und durch die Stromstärke sehr viel stärker begrenzt als bei einem Batterieblock mit 9 Volt oder einer Autobatterie mit 12 Volt, die selbst unter feuchten Umgebungsbedingungen als ungeeignet zur Gefährdung von Personen durch Stromschläge akzeptiert sind.

#### Beispiel – Regelung einer Trinkwasserfontäne

**[0060]** **Abb. 8** der Zeichnung stellt eine Trinkwasserfontäne **[120]** dar, die aus einem elektrisch betriebenen Kühlaggregat **[122]** zur Kühlung des Wassers und einem Vorratsbehälter **[124]** zum Speichern des gekühlten Wassers besteht. Fontänen dieser Art sind überwiegend aus Metall gefertigt und haben ein Wasserbecken **[126]** aus Edelstahl oder stark beschichtetem Metall mit einem darunter liegenden Wasserablauf **[128]**, einem (in dieser Branche üblicherweise als "Bubbler" bezeichneten) Auslaß **[130]**, der einen zielgerichteten Wasserstrahl erzeugt, wenn ein Magnetventil **[43]** geöffnet wird. Die elektrischen Bauteile wie das Kühlaggregat **[122]** und das Magnetventil **[43]** sind aus Sicherheitsgründen geerdet (z.B. durch Verbindung des Metallgehäuses **[134]** der Fontäne **[120]** an eine metallene Kaltwasserleitung **[136]**). Selbstverständlich können auch andere Erdungsverfahren (z.B. Installation eines Chassis an eine Fontäne **[120]** mit Kunststoffgehäuse **[134]**) verwendet werden.

**[0061]** Bisher wurden Trinkwasserfontänen mit Bewegungs- oder Anwesenheitssensoren ausgestattet

– vgl. die Ausführungen von Laherty in US 5,033,508 und US 4,872,485. Doch alle bisherigen Steuersysteme (die sich überwiegend auf Infrarotstrahlen zur Eingrenzung eines bestimmten Bereichs stützen) reagieren übermäßig empfindlich auf Bewegungen im allgemeinen Umfeld der Fontäne und neigen bei fehlenden Zeitverzögerungssystemen dazu, sich einzuschalten, wenn jemand an ihnen vorbeigeht und nicht lange genug in der Nähe stehen bleibt, um als potentieller Benutzer eingestuft zu werden. Solche Zeitverzögerungssysteme werden von durstigen Benutzern häufig als lästig empfunden, da sie vor dem Trinken erst den Ablauf der Verzögerung abwarten müssen. Die Verwendung von kapazitiven Sensoren für die Steuerung solcher Anlagen ist nicht bekannt, da kapazitive Meßgeräte nicht in der Lage sind, die durch um die Fontäne vorhandenes Spritzwasser bewirkten wechselnden Impedanzschwankungen zu bewältigen.

**[0062]** Die vorliegende Erfindung bietet ein automatisches Steuersystem und ein Verfahren für die Nachrüstung einer Trinkwasserfontäne, die Wasser spendet, wenn ein Benutzer sich dem Becken **[126]** und dem Bubbler **[130]** eines strukturell modifizierten Wasserkühlers nähert und einen Körperteil (z.B. Hand oder Mund) von oben in die Nähe des Beckens **[126]** oder Bubbler **[130]** bringt.

**[0063]** Eine gemäß dieser Erfindung konstruierte Trinkwasserfontäne **[120]** mißt Kapazitätsschwankungen zwischen dem Becken **[126]** und dem sich nähernden Benutzer **[24]**. Dieses System liefert nachweislich Meßwerte für Trinkwasserfontänen, die das Auslaßventil **[43]** solange geöffnet halten, wie der Benutzer anwesend ist. Für die Installation dieser Vorrichtung der Erfindung zur Steuerung einer Trinkwasserfontäne **[120]** werden zunächst alle metallenen Verbindungen zwischen Becken und Erde getrennt und nur die parasitären Ionenbrücken zwischen dem Becken **[126]** und Erde aufrechterhalten. Wie bereits erwähnt, sind das System und das Gerät in der Lage, die Auswirkungen dieser Leitungspfade zu überwinden. In einer bevorzugten Ausführung werden folgende Bauteile montiert: Isolierstützen **[140]** zwischen dem Becken **[126]** und dem geerdeten Gehäuse **[134]** oder dem Chassis der Fontäne **[120]** und ein Abschnitt **[41]** der Einlaßrohrleitung zwischen dem Magnetventil **[43]** (dessen Gehäuse geerdet ist) und dem Bubbler **[130]**, der aus geeignetem elektrisch isolierendem Material besteht. Ein Teil der Ablaufleitung **[144]** neben dem Becken **[126]** besteht ebenfalls aus Isoliermaterial. Es sei darauf hingewiesen, daß die Verwendung von Kunststoffrohr zwischen Ventil **[43]** und Auslaß **[130]** sowie die Verwendung von Kunststoffablaufrohren für die Ablaufleitung **[144]** auch bisher üblich waren, weshalb die wesentlichen strukturellen Änderungen an einem vorhandenen Wasserkühler **[120]** darin bestehen, daß der Bereich zwischen dem Gehäuse **[134]** und dem Becken

[126] elektrisch isoliert wird, damit das Becken [126] (oder eine Kombination aus Becken [126] und Bubbler [130]) als Sensorplatte fungieren kann.

Beispiel – Steuerung der Fontäne eines Handwaschbeckens

[0064] [Abb. 9](#) der Zeichnung ist der Teilaufriß eines in einem Ständer [28] installierten Waschbeckens [150] mit metallischem, elektrisch leitendem Gehäuse, wobei das Gehäuse sowohl den Wasserauslaß [21] als auch die Sensorplatte [12] enthält. Das Becken [150] ist auf die übliche Weise mit einer Ablaufleitung [144] verbunden. Der Auslaß [12] ist an ein elektrisch betätigtes Ventil [43] angeschlossen, das über einen Sensorschaltkreis [14] betätigt wird. Dieser ist bequemerweise zusammen mit dem Ventil [43] und einer Batterie [152] in einem gegen mutwillige Beschädigung geschützten Gehäuse [154] installiert, das dem vom Erfinder in seinem US-Patent US 5,730,165 beschriebenen Gehäuse entspricht. Ein dielektrisches Rohrstück [41] (wobei es sich normalerweise um ein Stück Kunststoffrohr handelt, das aber auch als Dichtung, als O-Ring oder auf andere branchenübliche Weise ausgeführt sein kann) verbindet den Ausfluß [21] und das Ventil, um zu gewährleisten, daß keine metallenen, elektrisch leitenden Verbindungen zwischen Auslauf [21] und einer elektrischen Erdung [22] (z.B. aufgrund eines metallenen Einlaßrohrs [136]) bestehen. In der weiter unten behandelten Ausführung der Erfindung mit doppelter Impulsbreite ist das metallene Ablaufsieb oder der hochstellbare Ablaufverschluß (nicht dargestellt) geerdet. Der Auslauf [21], der durch einen Draht [16] elektrisch mit dem Sensorschaltkreis [14] verbunden ist, fungiert als Sensorplatte [12] zum Feststellen eines Gegenstandes [28] (z.B. der Hand eines Benutzers [24]) in der Nähe des Auslaufs [21].

[0065] [Abb. 10](#) ist die schematische Darstellung einer Ausführung mit Schaltkreis für doppelte Impulsbreite, wie sie für die Steuerung eines Waschbeckens bevorzugt wird. Ein wesentliches Merkmal der Ausführung mit doppelter Impulsbreite ist die Vorrichtung [160], die dem Steuergerät [52] ermöglicht, die an den Ladungsschalter [62] und den Entladungsschalter [50] angelegten Impulsbreiten zu ändern. Durch Verwendung von zwei oder mehr Impulsbreiten kann das Steuergerät [52] genauere Erkenntnisse über den festgestellten Gegenstand [28] als allein bei einfacher Näherung ermitteln. Bei Wasserfontänen kann z.B. in weniger betriebsstarken Perioden, wenn das Ventil [43] geschlossen ist, eine kleine Impulsbreite verwendet werden. Kleine Impulsbreiten eignen sich optimal für die Feststellung von Händen, da sie die von Spritzwasser [18] um den Wasserauslaß [21] ausgehenden Signale ignorieren. Sobald das Wasser angestellt ist, kann der Sensor [10] auf große Impulsbreite umschalten und die elektrischen Anschalteigenschaften des Wassers nutzen, um die Be-

nutzerhand [24] durch den Wasserstrahl hindurch erreichen und feststellen zu können, ob sich die Hand im Wasserstrahl befindet. Dies ist eine nützliche Einrichtung, da viele Benutzer die Hände beim Waschen tief in das Becken [150] einbringen, d.h. die Hände [24] sind beim Waschen weiter als beim einleitenden Bewegen der Hände zum Anstellen des Wassers vom Auslaß [21] entfernt. Experimente haben ergeben, daß das auf diese Weise von einer Person erzeugte Signal ziemlich stark und tatsächlich stärker und veränderlicher als das von Spritzwasser bewirkte Signal ist. Auf diese Weise kann der Sensor [10] mühelos feststellen, dass der Wasserstrahl weiterhin genutzt wird. Allerdings sollte beachtet werden, daß das Ablaufsieb [156] und andere metallene Gegenstände am Sockel des Beckens [150] bei Verwendung von breiten Impulsen geerdet sein müssen, da anderenfalls der zu den Ablaufelementen [144] und [156] gehörende große Signalanteil das den Benutzerhänden [24] zugeordnete Signal überlagert und das Wasser nach dem Anstellen nicht wieder abgeschaltet wird. Wenn das Wasserventil abgestellt wird, wird erneut ein schaler Impuls verwendet, um die Annäherung eines Benutzers mit großer Genauigkeit feststellen zu können. In solchen Fällen, in denen nur kleine Impulsbreiten verwendet werden, spielt es keine Rolle, ob das Ablaufsieb [156] geerdet ist oder nicht, da der Sensor [10] die Auswirkungen von Wasser ignoriert und nur auf die Benutzerhände [24] in der Nähe von Auslaß [21] reagiert. Bei solchen Systemen mit einzelner Impulsbreite müssen die Benutzerhände [24] selbstverständlich nahe dem Auslaß [21] bleiben, damit das Wasser nicht abgestellt wird.

[0066] In diesem Zusammenhang sei auf eine kleinere Variante der in [Abb. 7](#) und [Abb. 10](#) dargestellten Schaltkreisanordnung hingewiesen, die bewirkt, daß variable Impulsbreiten durch Verwendung eines ausreichend schnellen Steuergeräts [52] und Zusammensetzung der Impulsbreiten direkt durch die Software erzielt werden können. Als Alternative kann digitale Hardware zur Erzeugung von variablen Impulsbreiten auf Basis von multiplen Taktintervallen genutzt werden. Der Batteriebetrieb des Sensors [10] kann einfach dadurch ermöglicht werden, daß ein Lastschalter zum Abschalten verschiedener Schaltkreiselemente (wie Verstärkerschaltkreis [104]) während relativ langer Wartezeiten zwischen betriebsamen Arbeitszyklen und zur Umschaltung des Steuergeräts [52] zwecks Energieeinsparung in den Wartebetrieb geschaltet wird. In der Praxis würde ein Sensorschaltkreis verschiedene Vorrichtungen für den Betrieb eines Magnetventils, eines Relais, eines Stellmotors usw. über einen Leistungsausgang [58] umfassen; solche Schaltkreise sind stark vom jeweiligen Einsatzbereich abhängig und in der Branche gut bekannt. Außerdem kann der Steuereingang, wie in der Branche ebenfalls gut bekannt ist, viele verschiedene Formen haben.

**[0067]** Wenngleich die vorliegende Erfindung in Hinsicht auf verschiedene bevorzugte Ausführungen beschrieben wird, können zahlreiche Abwandlungen und Änderungen ohne Abweichen von den Grundprinzipien der Erfindung vorgenommen werden. Dementsprechend wird angestrebt, daß alle solche Abwandlungen und Änderungen gemäß den beigefügten Rechtsansprüchen als Bestandteile von Zielsetzung und Umfang dieser Erfindung berücksichtigt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen der Kapazität einer Platte (12) gegenüber einem Massepotential (22), insbesondere zur Ermittlung des Abstands eines Objekts von der Platte, mit den folgenden Verfahrensschritten:

- a) Aufladen der Platte (12) auf ein Referenzpotential aus einer Spannungsquelle,
- b) Entladen der Platte (12) in einen Ladungsdetektor (56),
- c) Wiederholen der Verfahrensschritte a) und b) eine Anzahl Male, wobei die jeweils in Schritt b) entladenden Ladungen im Ladungsdetektor gesammelt werden,
- d) nach Ausführung der mehrfachen Lade- und Entladevorgänge gemäß den Verfahrensschritten a) bis c) Auswerten des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) basierend auf der gesammelten Ladung zur Angabe der Kapazität der Platte (12) gegenüber dem Massepotential (22),
- e) Zurücksetzen des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) auf ein vorbestimmtes Potential, und
- g) Wiederholen sämtlicher Verfahrensschritte a) bis e) eine Anzahl Male.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einer Ausführung der mehrfachen Lade- und Entladevorgänge und der nächsten Ausführung der mehrfachen Lade- und Entladevorgänge ein Wiederholungszeitintervall abgewartet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wiederholungszeitintervall variiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wiederholungszeitintervall unregelmäßig variiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wiederholungszeitintervall unregelmäßig nach dem Pseudo-Zufallsprinzip variiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer für die Schritte a) bis c) etwa 0,1 µs beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgrund der angesammelten Ladung in dem Ladungsdetektor (56) aufgebaute Spannung digitalisiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufladen der Platte (12), die Ladungsübertragung, das Entladen der Platte (12) und/oder die Rücksetzung des Ladungsdetektors (56) mittels Feldeffekttransistoren (50, 62, 108) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßbereich des Ladungsdetektors (56) durch einen Ladungssubtrahierer (80) vergrößert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Ladungssubtrahierer (80) ein Kondensator als Ladungsaufnahmemittel Verwendung findet.

11. Vorrichtung zur Messung der Kapazität einer Platte (12) gegenüber einem Massepotential (22), insbesondere zur Ermittlung des Abstands eines Objekts von der Platte, mit

- einer Spannungsquelle (46) zum Aufladen der Platte (12) auf ein Referenzpotential,
- einem Ladungsdetektor (56) zum Entladen der Platte (12),
- einem Schaltmittel (50), welches die Platte (12) mit dem Ladungsdetektor (56) schaltbar verbindet,
- einer Auswerteschaltung (104) zum Auswerten des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) zur Ermittlung einer Angabe der Kapazität der Platte (12) gegenüber dem Massepotential (22),
- einer Zurücksetzschaltung (108) zum Zurücksetzen des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) auf ein vorbestimmtes Potential, und
- einer Steuereinrichtung (52), welche ausgelegt ist, das Schaltmittel (50) und die Rücksetzschaltung (108) so zu betreiben, dass nach einem Zurücksetzen des Ausgangssignals und vor der Auswertung des Ausgangssignals des Ladungsdetektors (56) eine Akkumulation von Ladung im Ladungsdetektor (56) über mehrfaches Entladen der Platte (12) in den Ladungsdetektor (56) erfolgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch ein von der Steuereinrichtung (52) gesteuertes Lademittel (62) zum Aufladen der Platte (12) aus der Spannungsquelle (46).

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine von der Spannungsquelle (46) versorgte Stromquelle (44) zum Aufladen der Platte (12).

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladungsdetek-

tor (56), nach dem Prinzip der geschalteten Kondensatoren arbeitend, einen Ladungsmeßkondensator (106) enthält, dem die Ladung der Platte (12) über das Schaltmittel (50) zuführbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung des Schaltmittels (50) gegenüber derjenigen des Lademittels (62) verzögert ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerleitungen des Lademittels (62) und/oder des Schaltmittels (50) zur Begrenzung der Flankensteilheit geeignet bemessene Widerstände (96, 97) enthalten.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14-16, gekennzeichnet durch einen von der Steuereinrichtung (52) gesteuerten Ladungssubtrahierer (80) zum Abführen einer vorbestimmten Ladungsmenge von dem Ladungsmeßkondensator (106).

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladungssubtrahierer (80) selbst wiederum einen Kondensator als Ladungsspeichermittel enthält.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-18, dadurch gekennzeichnet, daß die Zurücksetzschialtung (108), das Lademittel (62) und/oder das Schaltmittel (50) als Schaltelement einen Feldeffekttransistor aufweisen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-19, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (52) ausgelegt ist, ein bestimmtes Zeitintervall zwischen Lade- und Entladeschritten abzuwarten.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11-20, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (52) ausgelegt ist, ein Wiederholungszeitintervall für die Ansteuerung der Zurücksetzschialtung zu variieren, vorzugsweise unregelmäßig zu variieren.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Wiederholungszeitintervall unregelmäßig nach dem Pseudo-Zufallsprinzip variiert wird.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11-22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (52) einen programmgesteuerten Mikroprozessor aufweist, der Impulsgeneratoren (100, 102) steuert.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor das Ausgangssignal des Ladungsdetektors (56) in digitaler

Form empfängt und daraus nach einem bzw. mehreren Kapazitätsmeßzyklen ein für die gemessene Kapazität bezeichnendes Ausgangssignal liefert.

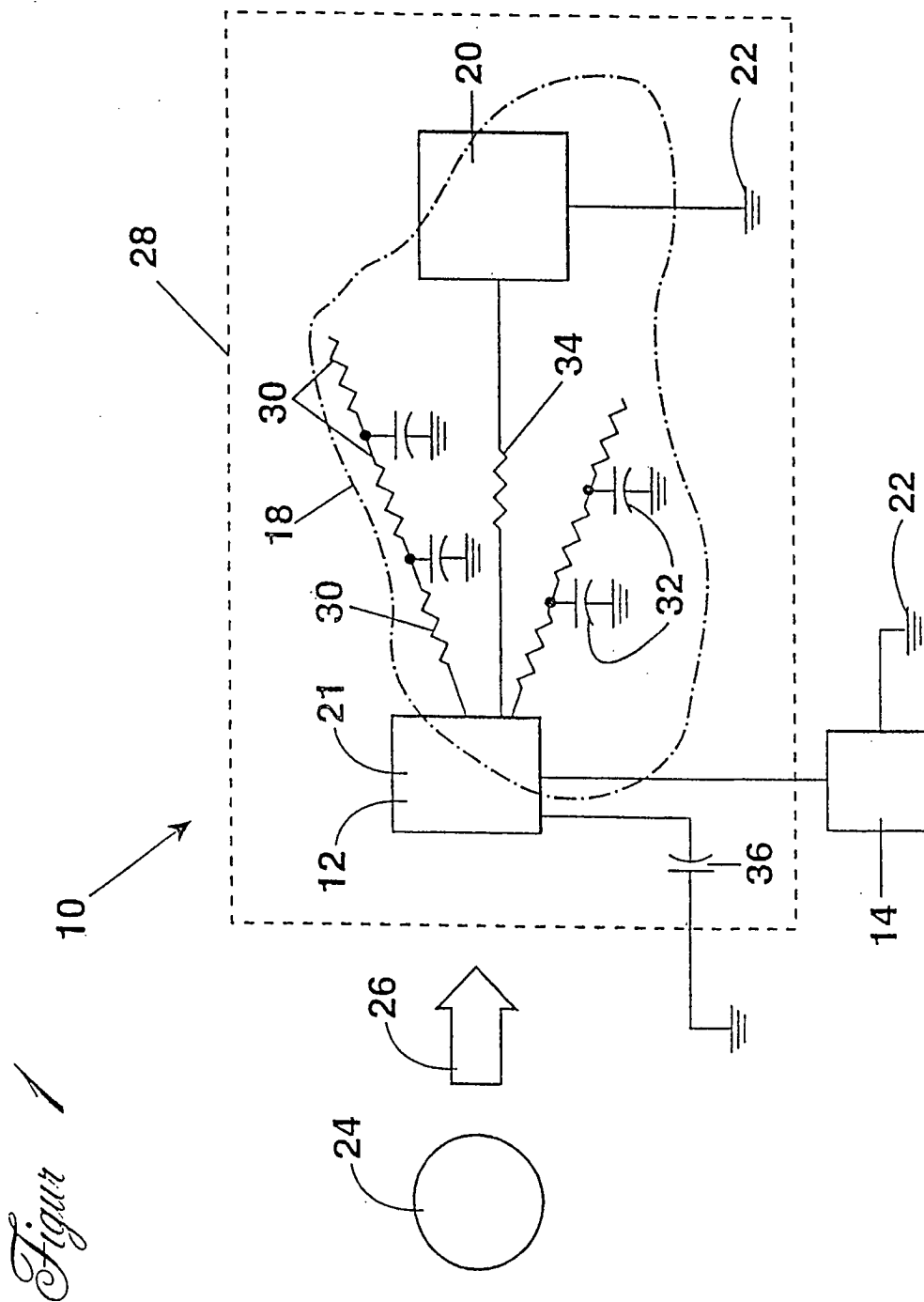
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11-24, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (12) über einen Nebenschlußleiter (18) mit dem Massepotential (22) verbunden ist.

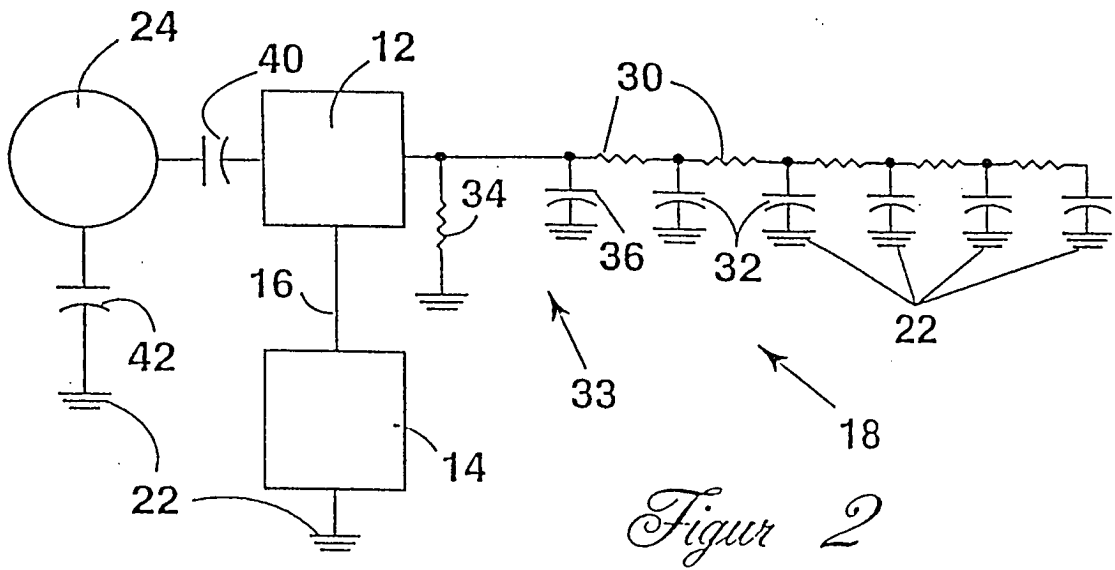
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11-25, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (12) bei einem Wasserauslaß (21) angebracht oder Teil eines solchen ist und die Vorrichtung ein Magnetventil (43) des Wasserauslasses steuert.

27. Vorrichtung nach den Ansprüchen 25 und 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Nebenschlußleiter (18) aus einem Wasserfilm oder einem in einem selbst elektrisch isolierenden Zuleitungsrohr stehenden Wasservolumen besteht.

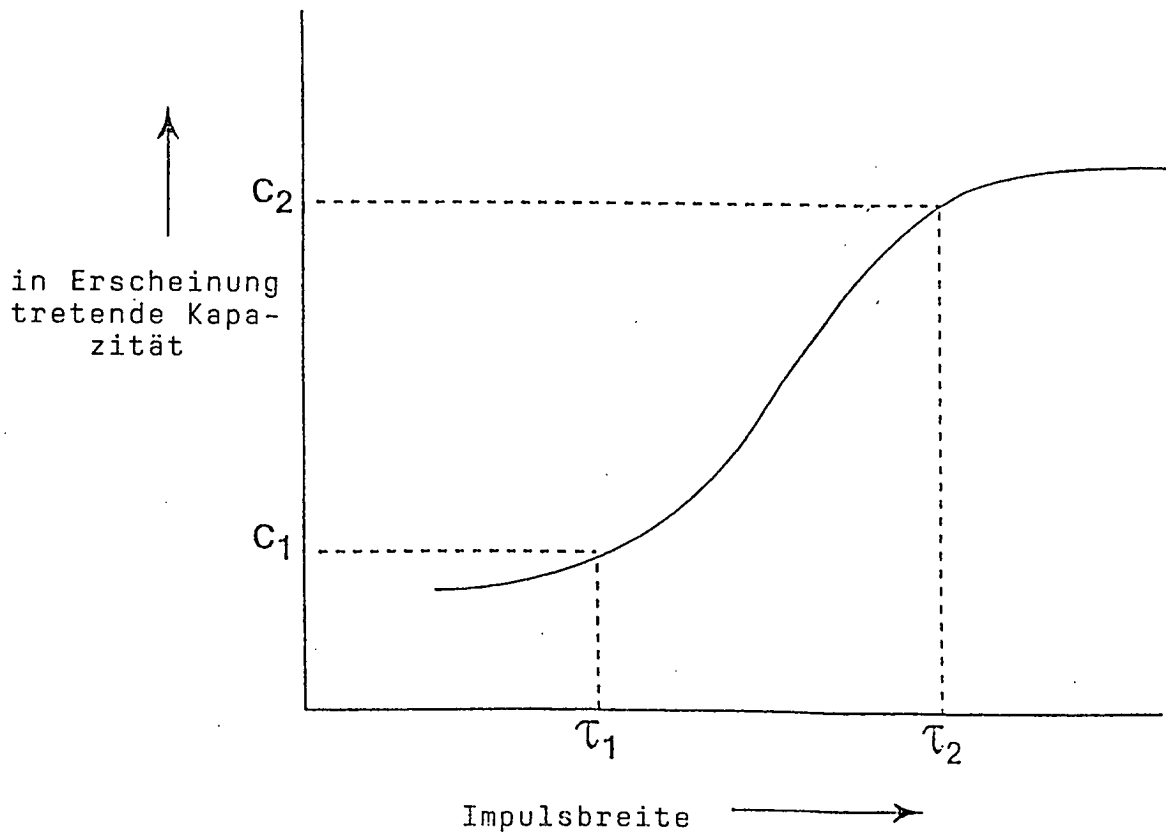
Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

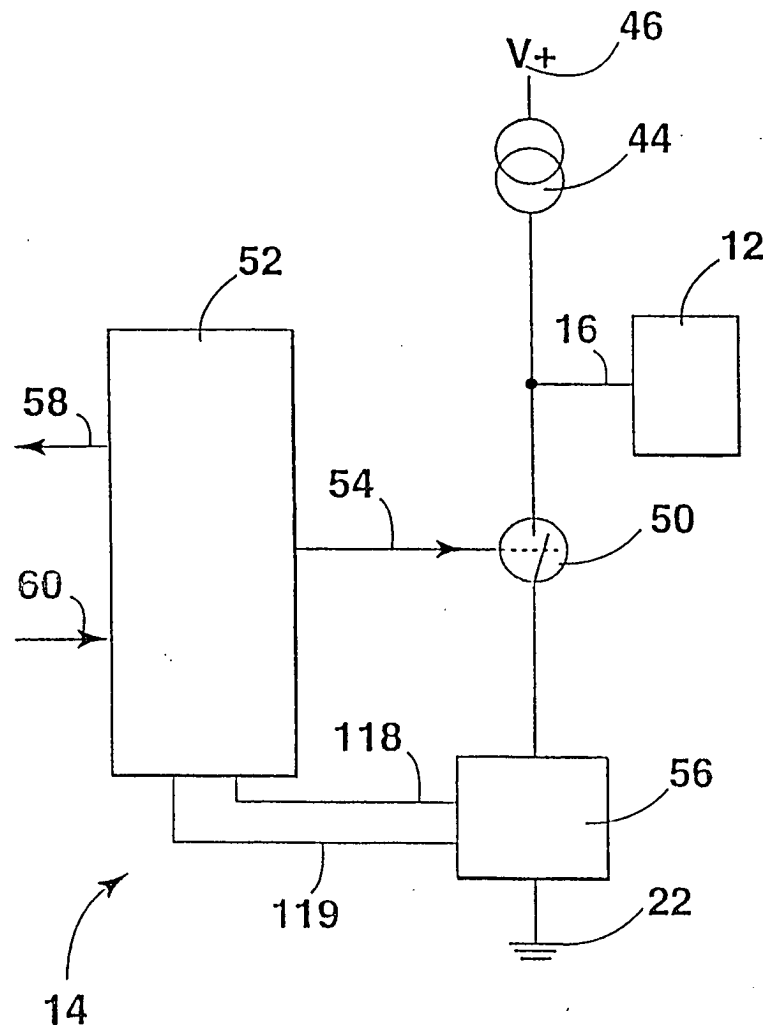




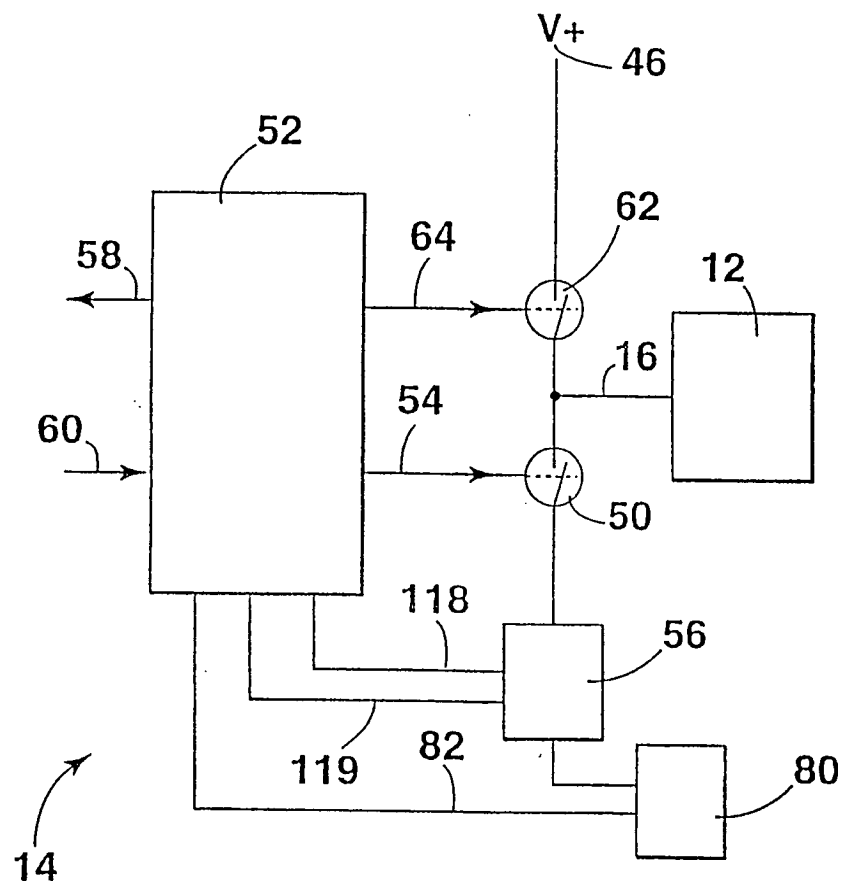
*Figur 3*



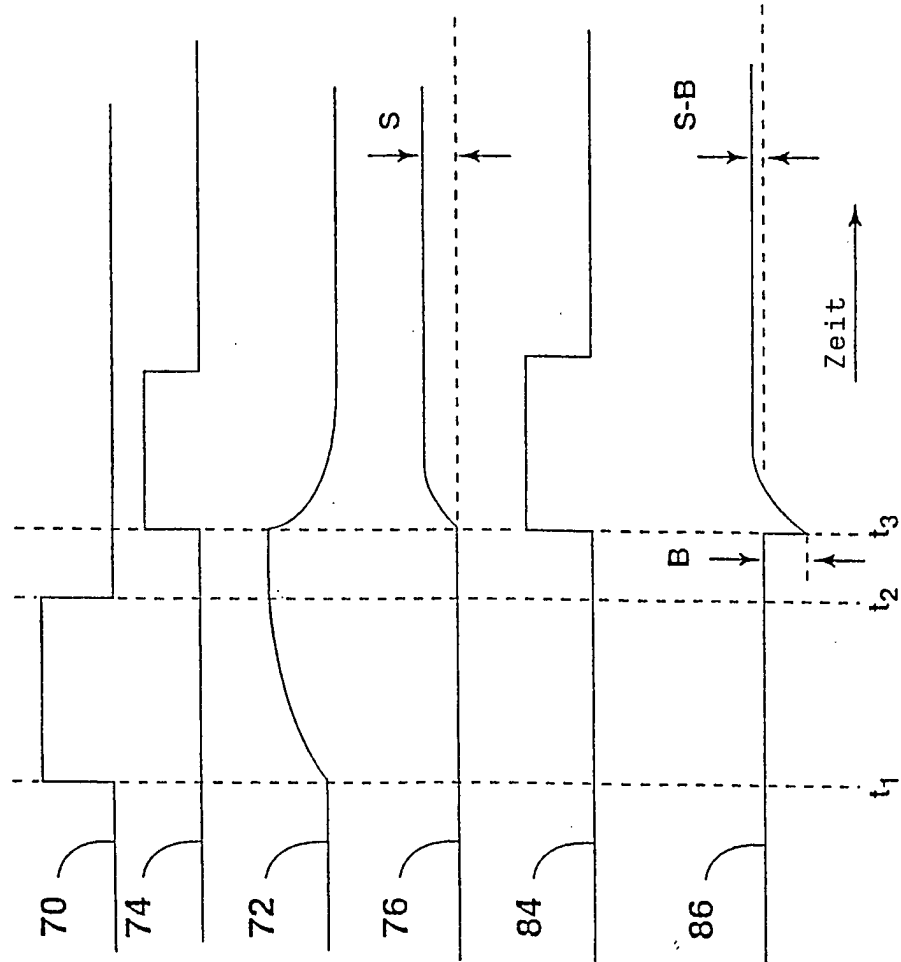
*Figure 4*



*Figur. 5*



Figur 6



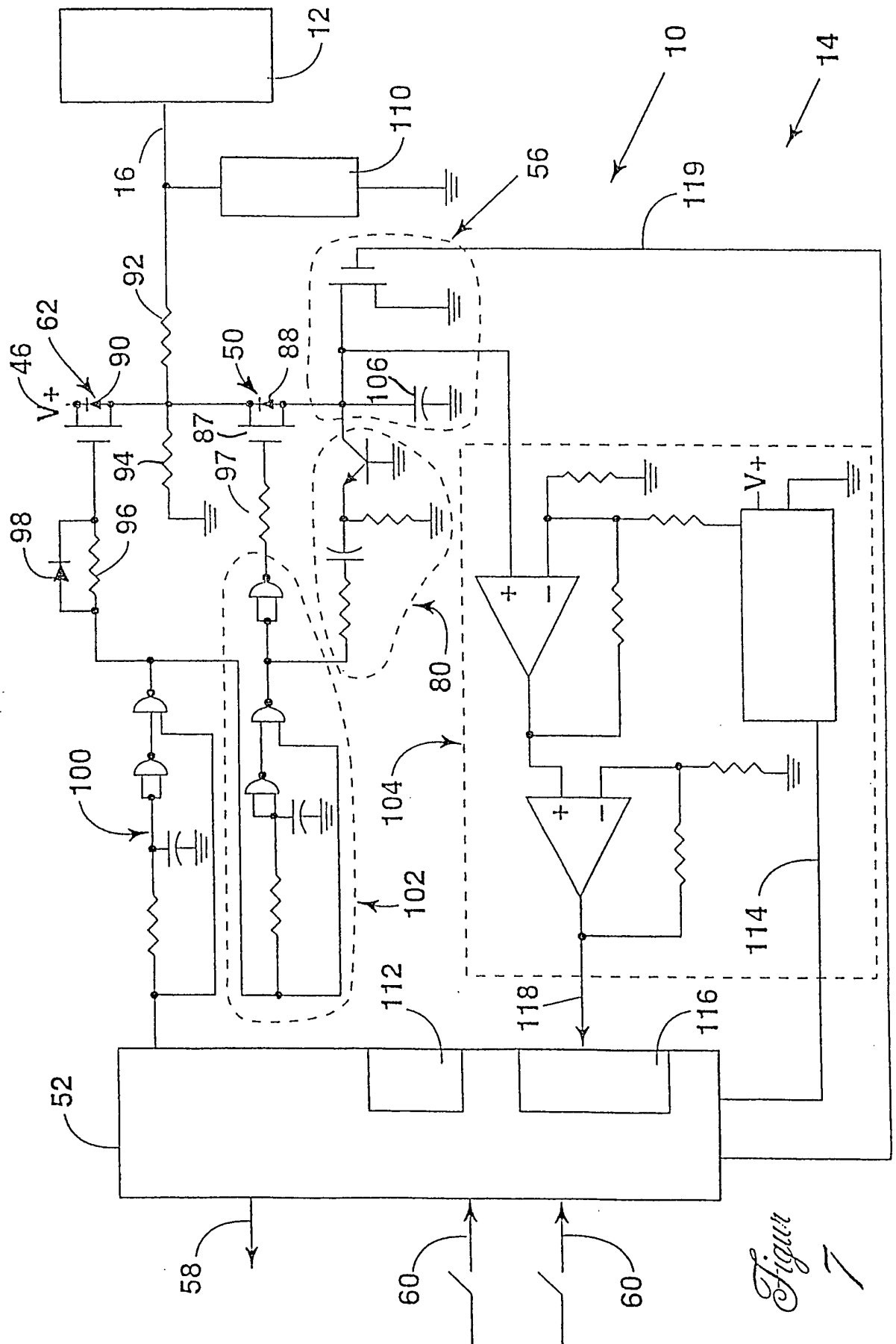
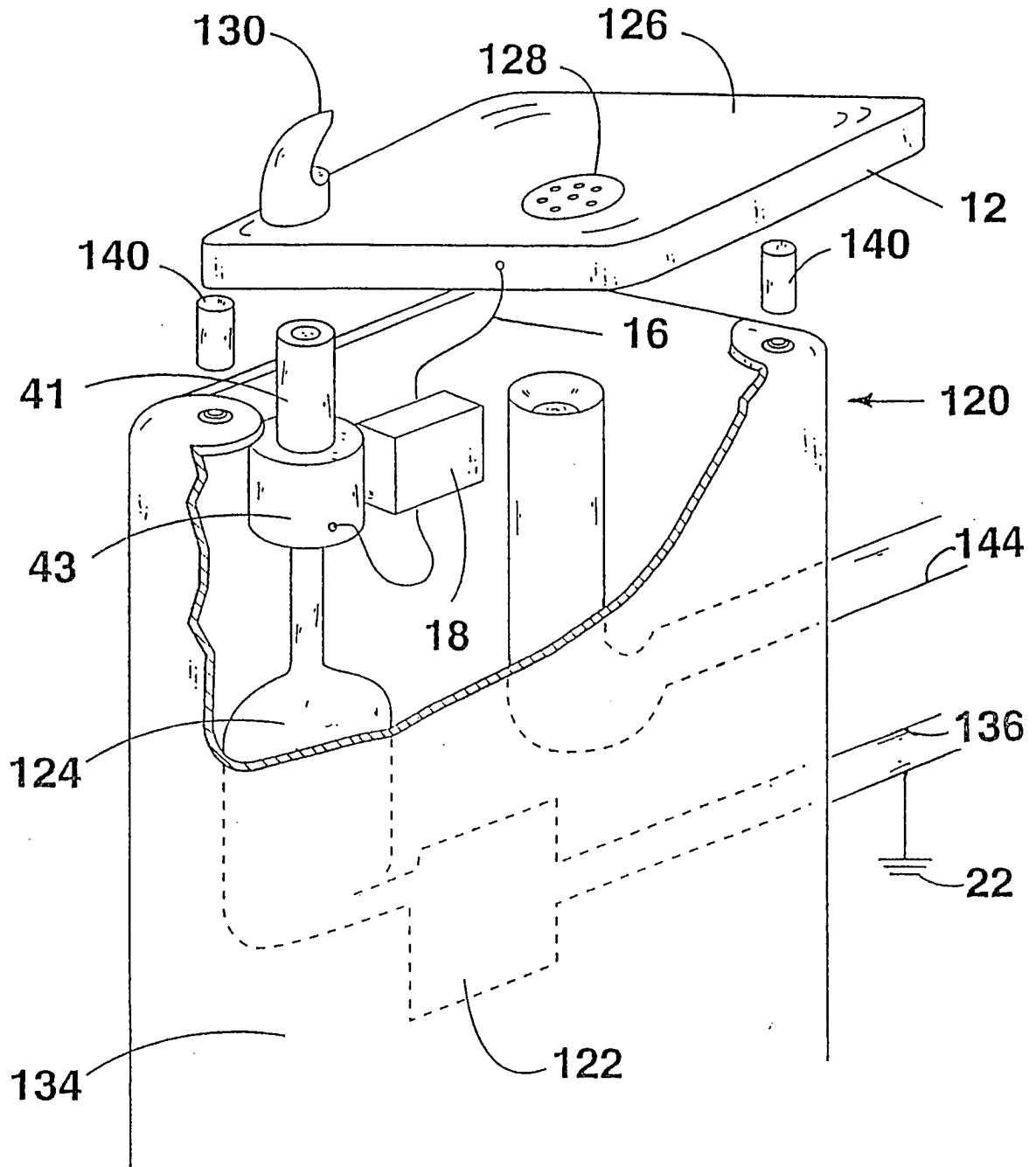
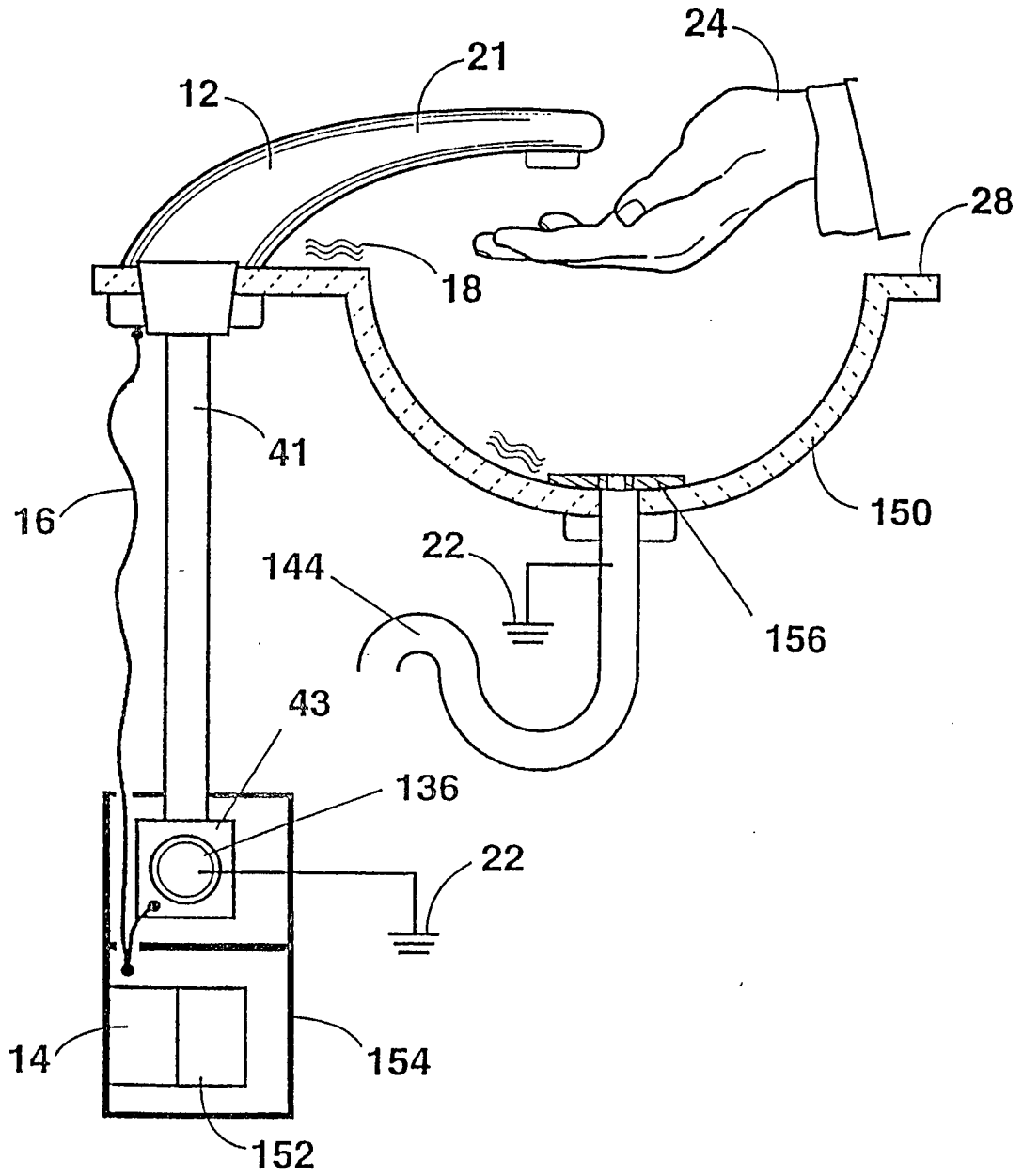


Figure 7



*Figur 8*



*Figure 9*

