



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 38 245 T2** 2009.03.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 110 038 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24H 9/20** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 38 245.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/19720**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 946 674.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/014456**

(86) PCT-Anmeldetag: **31.08.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **16.03.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **27.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.03.2009**

(30) Unionspriorität:

<b>99201 P</b>	<b>03.09.1998</b>	<b>US</b>
<b>335309</b>	<b>16.06.1999</b>	<b>US</b>

(74) Vertreter:

**Steffens, J., Dipl.-Chem., Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
82166 Gräfelfing**

(73) Patentinhaber:

**Balboa Instruments, Inc., Costa Mesa, Calif., US;  
Daystrom, Stefan, Los Angeles, Calif., US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB**

(72) Erfinder:

**CLINE, David J., Newport Beach, CA 92660, US;  
OTTO, Cindy, Fountain Valley, CA 92708, US**

(54) Bezeichnung: **STEUERUNGSSYSTEM FÜR BÄDERN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Regelungssysteme für Badesysteme wie zum Beispiel transportable Bader.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Ein Badesystem, wie zum Beispiel ein Bad, umfasst typischerweise eine Wanne, die das Wasser fast, Pumpen, ein Gebläse, ein Licht, eine Heizung und eine Regelung zur Verwaltung dieser Elemente. Die Regelung umfasst für gewöhnlich eine Bedieneinheit sowie eine Reihe von Schaltern, die über einen elektrischen Draht mit den verschiedenen Komponenten verbunden sind. Sensoren erkennen dann die Wassertemperatur- und Wasserströmungsparameter und geben diese Information an einen Mikroprozessor weiter, der die Pumpen und die Heizung gemäß der Programmierung betreibt. Die US-Patente mit den Nummern 5,361,215, 5,559,720 und 5,550,753 zeigen verschiedene Verfahren der Umsetzung eines Mikroprozessors, der auf einem Badregelungssystem basiert.

**[0003]** Bei einem richtig entworfenen System ist die Sicherheit des Benutzers und der Ausrüstung wichtig und betrifft die Beseitigung der Gefahr eines Stromschlags, typischerweise durch wirksame Isolierung und einen isolierten Schaltungskomplex, wodurch verhindert wird, dass die normale Betriebsspannung den Benutzer erreicht. Beispiele für diese Isolationssysteme für badseitige elektronische Bedieneinheiten sind in den US-Patenten mit den Nummern 4,618,797 und 5,332,944 beschrieben.

**[0004]** Die WO 96/13963 (Watkins Manufacturing Corporation) offenbart eine gerade Heizpatrone, der zum Einbau in ein transportables Badesystem geeignet ist.

**[0005]** Wir erkannten, dass es vorteilhaft wäre, ein Regelungssystem für Bäder, die die Flexibilität des Systems aufweisen und die Probleme, die bei vielen bekannten Systemen hinsichtlich der Zuverlässigkeit auftreten, lösen, zur Verfügung zu stellen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Heizungs- und Regelungssystem für Badende beschrieben. Das System umfasst einen elektronischen Regler, der einen Mikroprozessor (**35**) umfasst, der auf elektrische Temperatursignale von mindestens zwei Temperatursensoren (**133**, **134**) anspricht; eine elektrische Heizungseinheit (**3**), die in einem zirkulierenden Wasserströmungspfad angeschlossen ist, um sich dadurch hindurch bewegendes Wasser zu erwärmen, umfassend ein Heizungsgehäuse (3A/50) und ein elektrisches Heizungselement (**42**), wobei der Regler dazu angeordnet ist, den Betrieb des Heizungselements (**42**) zu regeln, dadurch gekennzeichnet, dass an oder in dem Heizungsgehäuse (3A/50) eine Sensorkomponente einer Halbleiter-Wasseranwesenheits-Sensoreinrichtung vorgesehen ist, um die Anwesenheit beziehungsweise Abwesenheit von Wasser in dem genannten Heizungsgehäuse (3A/50) festzustellen, wobei der genannte Regler dazu angepasst ist, den Betrieb der genannten Heizungseinheit (**3**) bei Abwesenheit von Wasser oder Wasserströmung im genannten Heizungsgehäuse (3A/50) zu unterbinden und die Wassertemperatur-Sensoreinrichtung an oder im Heizungsgehäuse (3A/50) elektrische Temperatursignale an den Regler liefert, die für die Wassertemperatur an einem ersten und einem davon getrennten zweiten Ort an oder in dem genannten Heizungsgehäuse (3A/50) oder eine Kombination derselben indikativ sind.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0007]** Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende detaillierte Beschreibung einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung deutlich, wie in der begleitenden Zeichnung gezeigt. Es zeigt:

**[0008]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Systems für Badende, das eine Wanne, die das Badewasser hält, ein Regelungssystem und eine assoziierte Wassermanagementausstattung umfasst.

**[0009]** [Fig. 2A](#) ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform einer Regelung für ein Badesystem mit verschiedenen Sicherheits- und Wassermanagementelementen.

- [0010] [Fig. 2B](#) eine isometrische Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform des Gehäuses der Regelschaltungs-Karteneinheit und der angebrachten Heizungseinheit.
- [0011] [Fig. 3](#) ein schematisches elektrisches Schaltbild, das eine Ausführungsform einer elektrischen Wassererkennungssicherheits- und Wassermanagement-Schaltung zeigt, die mit einem System für Badende assoziiert ist.
- [0012] [Fig. 4](#) ein schematisches elektrisches Schaltbild einer Ausführungsform einer Fehlerstromschutzschalter-Schaltung (GFCI-Schaltung), die in ein System für Badende integriert ist.
- [0013] [Fig. 5](#) eine Erdungsintegritätsprüfungsschaltung (Ground Integrity Detector; GID), zum Erkennen und Identifizieren einer abgetrennten Erdung.
- [0014] [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung einer Erdstromerkennungsschaltung (Ground Current Detector, GCD), um zu ermitteln und zu erkennen, wenn Strom durch die Erdungsleitung des Bades fließt.
- [0015] [Fig. 7A](#) einen Querschnitt einer Temperatursensoreinheit, der die leitfähige Verkleidung und die darin liegenden Komponenten zeigt.
- [0016] [Fig. 7B](#) ein vereinfachtes Ablaufdiagramm zum Erkennen der Anwesenheit von Wasser im Heizungsgehäuse.
- [0017] [Fig. 8](#) einen Auszug aus der Programmstruktur, die die relevanten Zusammenhänge im Hauptprogrammblock zeigt.
- [0018] [Fig. 9](#) ein Ablaufdiagramm, das ein Bedieneinheitdienstprogramm zeigt, das auf eine Aktivierung per Tastendruck reagiert, um den Betriebsmodus des Bades zu ändern.
- [0019] Die [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10B](#) ein Ablaufdiagramm, das den Betrieb einer Sicherheitsschaltung, der Temperaturmessung und des Wassererkennungsverfahrens zeigt.
- [0020] [Fig. 11](#) ein Ablaufdiagramm, das ein Verfahren zur Selbstkalibrierung der Temperatursensoren und zum Anzeigen der Fehlermeldung zeigt.
- [0021] Die [Fig. 12A](#) bis [Fig. 12B](#) ein Ablaufdiagramm, das ein Programm zur Überwachung einer Sicherheitsschaltung, der Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit, des Fehlerstromschutzschalters (GFCI) und der geschlossen/offen-Erkennung des Temperatursensors darstellt.
- [0022] Die [Fig. 13A](#) bis [Fig. 13B](#) ein Ablaufdiagramm eines Standardbetriebsverfahrens eines Programms zur intelligenten Temperaturbeibehaltung unter Verwendung der Wärmeverlustgeschwindigkeit, um den Ablesefrequenzplan festzulegen.
- [0023] [Fig. 14](#) ein Ablaufdiagramm eines Economy-Betriebsmodus eines Programms zum Temperaturmanagement.
- [0024] [Fig. 15](#) ein Ablaufdiagramm eines Standby-Betriebsmodus eines Programms zum Temperaturmanagement.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] [Fig. 1](#) zeigt ein Gesamtdiagramm eines Badsystems, bei dem die typischen Anlagen und Wasserleitungen installiert sind. Das System umfasst ein Bad **1** für Badende mit Wasser, und ein Regelungssystem **2** zur Aktivierung und Verwaltung der verschiedenen Parameter des Bades. Pumpen **4** und **5** zum Pumpen des Wassers, Skimmer **12** zur Reinigung der Oberfläche des Bades, Filter **20** zum Entfernen von partikulären Verunreinigungen im Wasser, Luftgebläse **6** zum Abgeben von therapeutischen Blasen an das Bad durch die Luftleitung **19**, und eine elektrische Heizung **3** zur Erhaltung der Temperatur des Bades, die der Benutzer eingestellt hat, sind über eine Reihe von Rohrleitungen **12** mit dem Bad **1** verbunden. Die Heizung **3** in dieser Ausführungsform ist eine elektrische Heizung, aber für diesen Zweck kann ebenso eine Gasheizung verwendet werden. Im Allgemeinen ist ein Licht **7** für die Innenbeleuchtung des Wassers zur Verfügung gestellt.

**[0026]** Die Betriebsspannungsleistung wird dem Badregelungssystem mittels einer Stromeinspeisungsverkabelung **15** mit einphasigen 120 V oder 240 V 60 Hertz, einphasigen 220 V 50 Hertz, oder jedweder anderen allgemein anerkannten Betriebsspannung für gewerbliche oder private Stromversorgung zugeführt. Eine Erdung **16** ist mit dem Regelungssystem und dadurch mit allen elektrischen Komponenten, die Betriebsspannungsleistung führen, und mit allen Metallteilen, verbunden. Die Bedieneinheiten **8** und **10** sind durch die entsprechenden Kabel **9** und **11** elektrisch mit dem Regelungssystem verbunden. Alle Komponenten, die durch das Regelungssystem mit Energie versorgt werden, sind durch die Kabel **14** verbunden, die geeignet sind, um geeignete Spannungs- und Stromniveaus zu übertragen, so dass das Bad ordnungsgemäß betrieben wird.

**[0027]** Das Wasser wird im Allgemeinen durch den Skimmer **12** oder durch eine Ansaugvorrichtung **17** in das Leitungssystem angesaugt, und durch die Therapedüsen **18** wieder zurück in das Bad entlassen.

**[0028]** Eine beispielhafte Ausführungsform des elektronischen Regelungssystems ist in schematischer Form in [Fig. 2A](#) dargestellt. Die Regulationssystemschaltungs-Karteneinheit befindet sich in einem schützenden Metallgehäuse **200**, wie in [Fig. 2B](#) gezeigt. Die Heizungseinheit **3** ist an dem Gehäuse **200** angebracht und umfasst Einlass/Auslassanschlüsse **3A**, **3B**, mit Kupplungen für die Verbindung zum Wasserrohrsystem des Bads.

**[0029]** Wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, umfasst das elektronische Regelungssystem **2** eine Vielzahl an elektrischen Komponenten, die im Allgemeinen auf einer Leiterplatte **23** angeordnet und mit der Betriebsspannungsleistungsverbinding **15** verbunden sind. Die Erdung **16** wird in das Gehäuse **200** des elektronischen Regulationssystems geführt und an einer gemeinsamen Sammelstelle angebracht.

**[0030]** Ein Isolationstransformator **24** ist angrenzend an die Leiterplatte **23** und über einen elektrischen Stecker verbunden zur Verfügung gestellt. Dieser Transformator wandelt die Leistung aus der Netzzuleitung durch vielfältige Verfahren, die im Stand der Technik allgemein bekannt sind, von hoher Spannung, im Bezug zur Erdung, in niedrigere Spannung, die vollständig von der Netzspannungsleitung isoliert ist, um.

**[0031]** In dieser beispielhaften Ausführungsform ist auf der Leiterplatte **23** auch ein Computer **35** zur Regelung des Systems zur Verfügung gestellt, z. B. ein Mikrocomputer, wie zum Beispiel ein Pic 16C65A CMOS Mikrocomputer, vermarktet von Mikrochip, der Informationen von einer Vielzahl an Sensoren akzeptiert und nach den Informationen handelt, wobei er gemäß den Instruktionen, die umfassender in [Fig. 14](#) beschrieben sind, handelt. Die Erfindung ist nicht auf die Verwendung eines Reglers beschränkt, der einen Mikrocomputer oder Mikroprozessor umfasst, dessen Funktionen stattdessen durch andere Schaltungskomplexe, einschließlich einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC), wobei diese lediglich beispielhaft genannt ist, oder durch einen Discrete-Logic-Schaltungskomplex, durchgeführt werden können.

**[0032]** Ein Ausgang des Computers **35** wird durch ein Zeichenanzeigesystem, das eine Technologie verwendet, durch die die Information optisch sichtbar gemacht wird, und die im Stand der Technik allgemein bekannt ist, auf der Bedieneinheit **8** angezeigt. Berührungssensoren **22** sind zur Verfügung gestellt, um die Befehle des Benutzers in ein computerlesbares Format umzuwandeln, das mittels des Kabels **9** zum Computer **35** des Regulationssystems zurückgeleitet wird.

**[0033]** Die Ausrüstungsgegenstände, die zum Erhitzen des Wassers und der Verwaltung der Wasserqualität notwendig sind, d. h. das Heizsystem **3**, Pumpen **5** und **6**, Gebläse **4** und Licht **7**, sind über elektrische Kabel **14** mit Relais **36**, **126**, **129** und **130** auf der Leiterplatte **23** verbunden, welche, selektiv durch den Mikrocomputer **35** betrieben, unter Regelung von Relais treibern **34** arbeiten. Diese Relais und Relais treiber arbeiten als elektrisch gesteuerte Schalter, um die mit elektrischer Kraft versehenen Vorrichtungen zu betreiben, und werden durch Verfahren erreicht, die im Stand der Technik allgemein bekannt sind, und dem Niederspannungsregelungsschaltungskomplex eine elektrische Isolierung von der Betriebsspannungsleistung zur Verfügung stellen. Selbstverständlich können alternativ auch andere Arten von Schaltvorrichtungen verwendet werden, wie zum Beispiel Thyristoren und Triacs.

**[0034]** Es wird nun auf [Fig. 3](#) Bezug genommen, in der eine beispielhafte Ausführungsform gezeigt ist, bei der auf der Leiterplatte mehrere Sicherheitsschaltungen angeordnet und dazu integral sind, welche das System im Falle von Fehlern oder Störungen der Komponenten schützen. In diesem schematischen Funktionsdiagramm der [Fig. 3](#) ist das Heizsystem **3** gezeigt, das ein im Allgemeinen rohrförmiges Metallgehäuse **3A** aus einem korrosionsbeständigen Material wie einem **316** Edelstahl, umfasst, ein Heizungselement **42** zum Heizen des Wassers, einen Netzanschluss **37** der Heizung von den Heizungsrelais zum Anschluss des Heizungselementes, und Sensoren **31** und **32**, die durch die Leitungen **40** mit geeigneten Schaltungskomplexen auf der

Leiterplatte verbunden sind. Diese Sensoren sind auf der Leiterplatte sowohl mit einem in Hardware festgelegten Schaltkreis zur Sicherung des oberen Limits (Hardware-High-Limit-Schaltkreis) **33** ([Fig. 2A](#)) als auch mit dem Computerregelungsschaltkreis **35** verbunden.

**[0035]** Ein Toroid **30**, das gemäß den Verfahren, die auf dem Fachgebiet allgemein bekannt sind, gebaut wurde, ist zur Verfügung gestellt, durch das die Erdungsverbindung **16** des Heizungsgehäuses und jedwede andere geerdete Verbindung in das System geht. Dieser Toroid ist elektrisch durch **41** mit dem geerdeten Stromdetektorschaltungskomplex **29**, der umfassender in [Fig. 6](#) beschrieben ist, verbunden. Der Ausgang des geerdeten Stromdetektors (Erdstromprüfer; ground circuit detector; GCD) wird dem Computersystem **35** durch den Signalaufbereitungsschaltungskomplex über eine elektrische Verbindung zur Verfügung gestellt.

**[0036]** Die Betriebsspannungsleistung wird dem System durch das Zentrum zweier herkömmlicher Toroide **25** und **26** zur Verfügung gestellt. Die elektrischen Ausgänge dieser Toroide sind über elektrische Verbindungen, die als **38** und **39** dargestellt sind, mit einem Fehlerstromschutzschalterschaltkreis **27** verbunden. Der Fehlerstromschutzschalter ist in [Fig. 4](#) umfassender beschrieben. Der Fehlerstromschutzschalter sendet dem Computer **35** ein Signal, das dem Computer von der Existenz eines Erdungsfehlers berichtet. Der Computer führt die Überprüfung des Fehlerstromschutzschalters regelmäßig durch und ein beispielhafter Programm-Algorithmus dieser Aktivität ist in [Fig. 11](#) dargestellt.

**[0037]** Ein Erdungsintegritätsdetektor **28** ist zur Verfügung gestellt, der umfassender in [Fig. 5](#) beschrieben ist. Der Erdungsintegritätsdetektor ist am Erdboden **16** angebracht und stellt der Computerregelung **35** ein Signal zur Verfügung. Wenn in einer bestimmten Anwendung mehr als eine Erdung verwendet wird, könnte erfindungsgemäß ein weiterer Erdungsintegritätsdetektor verwendet werden, um den Erdungsanschluss zu verifizieren.

**[0038]** [Fig. 3](#) ist ein schematisches Schaltbild eines Temperaturmesssystems für ein Bad, und umfasst das Regelungssystem. Die Heizungseinheit **3** weist eine Heizkörperschale **3A** auf, die für gewöhnlich aus Metall hergestellt ist, aber auch aus einem leitfähigen Kunststoff oder aus einem Kunststoff mit einer inneren metallenen Basisplatte gebaut sein. Innerhalb der Heizkörperschale befindet sich ein Heizungselement **43**, das so gebaut ist, dass es, wie Allgemein im Stand der Technik bekannt, eine Isolierung zum Schutz vor Wasser zur Verfügung stellt. Strom wird dem Heizungselement von den Anschlussstellen **124** und **127** zur Verfügung gestellt. Dieser Strom wird als Reaktion auf die programmierte Temperatur zur Verfügung gestellt, die dem Mikrocomputer **35** durch die Bedieneinheit **22** zur Verfügung gestellt wird, wie Allgemein aus dem Stand der Technik bekannt.

**[0039]** In dieser beispielhaften Ausführungsform hat das Heizungsgehäuse **50** eine rohrförmige Form. Es fallen jedoch auch andere Formen in den Umfang der vorliegenden Erfindung, unter der Voraussetzung, dass sie einen Einlass und einen Auslass aufweisen. Nahe jeden Endes des Heizungselementes befinden sich Temperatursensoreinheiten. Diese Einheiten umfassen die Thermistoren **133** und **134**, die für Gewöhnlich einen negativen Temperaturkoeffizienten ( $\alpha$ ) aufweisen. Sie können jedoch auch Thermistoren mit positivem Temperaturkoeffizienten sein, Thermoelemente oder jedwedes beliebige temperaturempfindliche Element. Der Temperatursensor ist im Allgemeinen in Epoxydharz oder ähnlichem in den Edelstahlgehäusen **31** und **32** vergossen. Die Edelstahlgehäuse sind mit Isoliereinfassungen in die Seite der Heizungseinheit eingebaut, wodurch eine Wasserdruckabdichtung und eine Isolationsbarriere von dem Heizungsgehäuse zur Verfügung gestellt wird. Wenn Wasser anwesend ist, ist jedoch ein Leitweg vorhanden, der durch den assoziierten Schaltungskomplex erfasst werden kann. Dieser Leitweg erstreckt sich durch das Wasser im Gehäuse von Sensorgehäuse **32** zu Sensorgehäuse **31**. Wenn der Mikrocomputer **35** den Ausgang durch das Widerstandspaar **78**, **79** auf high setzt, läuft der Strom durch die Verbindungsdrähte **141**, **143** und die Sensorgehäuse **31A**, **32A**, das Wasser zwischen den Sensorgehäusen und das Spannungsteilernetzwerk, das durch das Widerstandspaar **80**, **81**, den Widerstand **84**, das Widerstandspaar **82**, **83** und den Widerstand **91** gebildet wurde. Die resultierende Spannung wird durch den Operationsverstärker **90**, der gemäß bekannter Verfahren betrieben und installiert wird, zum Mikrocomputer gepuffert.

**[0040]** [Fig. 7A](#) zeigt beispielhaft eine der Temperatursensoreinrichtungen **31**, **33** im Querschnitt. Die Einheit **31** umfasst ein Edelstahlgehäuse oder ein anderes korrosionsbeständiges Gehäuse **31A**, das unter Verwendung einer isolierenden Buchse **31B** in dem Heizungsgehäuse angebracht ist. Die Buchse ist aus einem dielektrischen Material hergestellt, zum Beispiel KYNAR™ oder Polypropylen, wodurch das Gehäuse **31A** elektrisch von dem Heizungsgehäuse isoliert wird. Die Buchse **31B** kann eine mit einem Gewinde versehene Oberfläche haben (wie gezeigt), die in eine entsprechend mit einem Gewinde versehene Öffnung in das Heizungsgehäuse eingeschraubt wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Buchse mit einem nicht leitenden Adhäsions-

mittel dichtend in die Öffnung eingefügt werden. Der Thermistor **133** ist an einem distalen Ende des Gehäuses **31A** angebracht, so dass er innerhalb des Heizungsgehäuses nahe an der Wasserströmung durch das Heizungsgehäuse angeordnet ist. Drähte **144** stellen eine elektrische Verbindung von der Schaltung **2** zum Thermistor zur Verfügung. Ein dritter Draht **143** wird von Schaltkreis **2** in das Gehäuse **31A** geführt und elektrisch mit dem Gehäuse **31A** verbunden, z. B. durch eine Lötverbindung. Diese Verbindung (Draht **143**) wird im Wasseranwesenheitserkennungsverfahren verwendet. Die Elemente **133** und **143-144** werden mit einer Einbettverbindung wie zum Beispiel Epoxy eingebettet.

**[0041]** In dem oben beschriebenen Betrieb wird das Wassereerkennungssystem normalerweise durch den Mikrocomputerausgang, der ausgeschaltet ist, in einem niedrigen Zustand gehalten. Wenn das Mikrocomputerprogramm den Ausgang anschaltet, oder in einen hohen Zustand schaltet, wenn kein Wasser vorhanden ist, um einen Leitweg zu bilden, wird bei dem Ausgang des Operationsverstärkers **90** keine Veränderung erkannt. Wenn jedoch Wasser anwesend ist, ändert der Ausgang von **90** den Zustand aufgrund der leitfähigen Eigenschaft von Wasser unter elektrischem Strom in Reaktion auf die Zustandsänderung des Ausgangs. Diese Schaltung wird für sehr kurze Zeiträume aktiviert und dann wieder in einen inaktiven oder geerdeten Zustand zurückgestellt. Ein beispielhafter wirksamer Zyklus könnte 5 Millisekunden alle 100 Millisekunden sein. Zudem kann es ratsam sein, die Polarität an jedem Sensor zu ändern, um eine Korrosion zu vermeiden, die einen Sensor bis zur Zerstörung desselben schädigen kann.

**[0042]** Die [Fig. 3](#) und [Fig. 7A](#) zeigen daher einen Kombinationssensor, der das Gehäuse des Temperatursensors für die Wasseranwesenheitserkennung verwendet. Der Umfang der vorliegenden Erfindung umfasst auch ein gesondertes Elektrodenpaar, das nicht der Temperatursensor ist, ebenso wie die Idee, die Schale des Heizungsgehäuses als Elektrode zu verwenden, und eine isolierte, leitende Sonde, beide an dem Widerstandsteilernetzwerk befestigt, wie oben beschrieben.

**[0043]** Da die Wasseranwesenheitserkennung keine beweglichen Teile umfasst, kann das Wasser von einer beliebigen Seite in das Heizungsgehäuse eintreten und aus der anderen Seite heraus fließen. Im Allgemeinen weist eine Pumpe eine Einlass- oder Ansaugseite und eine Auslass- oder Druckseite auf. Die Heizungseinheit, die mit der Wasseranwesenheitserkennung zusammenpasst, kann daher mit gleichermaßen zufrieden stellendem Ergebnis entweder in die Ansaug- oder Auslassseite der Pumpe eingepasst werden. Diese Flexibilität ist extrem nützlich, da durch sie außergewöhnlich viele Möglichkeiten bei der Gestaltung des Aufbaus der Pumpen- und Heizungskomponenten zur Anordnung in dem Bad geboten werden.

**[0044]** Die Heizung betreffende Temperaturinformationen werden durch die Sensorthermistosenoren **134** und **133**, die im Allgemeinen angrenzend an das Heizungselement, und an beiden Enden des Heizungselementes, gebildet und angeordnet werden, erhalten. Da die Thermistoren den Widerstand als Reaktion auf die unmittelbare Temperaturumgebung ändern, wird ein elektrisches Signal durch einen assoziierten elektrischen Schaltungskomplex an dem Ausgang der Operationsverstärker **97** und **89** erzeugt. Die Widerstände **88**, **85** und Kondensatoren **87** und **86** werden so konfiguriert, dass die aktuelle Form eines elektrischen Eingangs zur Verfügung gestellt wird, um durch den Operationsverstärker eine vernünftige Spannung zur Verfügung zu stellen. Jeder Temperatursensor wird auf die gleiche Weise konfiguriert. Wenn Wasser in die Heizungseinheit, fließt erreichen beide Temperatursensoren ein Gleichgewicht und stellen eine verhältnismäßig gleiche elektrische Spannung zur Verfügung, wenn das Heizungselement **42** nicht aktiviert ist.

**[0045]** Unter Regelung des Mikrocomputers, wenn das Heizungselement mit Strom versorgt ist, kann dann die Platzierung der Temperatursensoren einen Temperaturunterschied des Wassers zwischen dem Einlass und dem Auslass des Heizungsgehäuses erkennen. Je nach der tatsächlich eingestellten Temperatur des Reglers, wählt der Mikrocomputer aus, ob er die Temperatur des niedrigen oder am Einlass gelegenen Sensors als tatsächliche Temperatur des Bades verwendet und schaltet die Heizung aus, wenn die Temperatur des Bades der gewünschten Temperatur des Bades entspricht.

**[0046]** Wenn sich die Wasserströmung auf ein Maß herunterfährt, bei dem ein wesentlicher Unterschied zwischen der Einlass- und der Auslasstemperatur besteht, kann der Mikrocomputer dies als Störsignal interpretieren und die Heizung deaktivieren. Des Weiteren, wenn die Leitungen blockiert sind, oder wenn die Pumpe das Wasser nicht mehr umwälzen kann, kann es vorkommen, dass die Temperatur in dem Heizungsgehäuse auf ein nicht mehr annehmbares Niveau ansteigt. Dementsprechend verfügen die Operationsverstärker **105** und **104**, die nicht in den Mikrocomputer einspeisen, sondern vollständig unabhängige Schaltungen haben, über ein Widerstands-Referenznetz, das eine Präzisionsvergleichsspannung aufweist. Wenn der Eingang zu einem der Operationsverstärker **104**, **105** die Präzisionsvergleichsspannung überschreitet, schwingt der Ausgang des Operationsverstärkers entsprechend, um den Transistor **133** zu deaktivieren. Dabei wird veranlasst,

dass Gate **118** den Zustand ändert und es wird bewirkt, dass der Relaisreiber **131** die Heizungsrelais **130** und **129** ausschaltet. Die Heizung wird daher ausgeschaltet und kann nur durch ein manuelles Rücksetzungssignal der Bedieneinheit **22** durch den Mikrocomputer, der den Zustand des Gates **118** ändert, reaktiviert werden. So lange jedoch einer der Temperatursensoren über einer Temperatur liegt, die durch die Vergleichsspannungsnetze festgesetzt ist, kann das manuelle Rücksetzungssignal nicht funktionieren. Eine beispielhafte geeignete Temperatur für die High-Limit-Deaktivierungsschaltung, um vor Verletzungen zu schützen, liegt zwischen 47,5°C (118°F) und 50°C (122°F). So lange kein manuelles Rücksetzungssignal gegeben ist, bleibt die Schaltung in einem Sperrzustand.

**[0047]** Jeder beschriebene Schaltkreis wird vernünftigerweise mit dem Mikrocomputer **35** verbunden, der elektrische Eingänge hat, die auf Änderungen im Spannungsniveau vom logischen High zum logischen Low reagieren. Eine exemplarische Ausführungsform verwendet einen relativ hochentwickelten Mikrocomputer und es können 8-Bit Mikrocomputer und leistungsstärkere Mikrocomputer verwendet werden. Eine typische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nutzt einen komplementären Metall-Oxid-Halbleiter oder eine Metall-oxidversion eines Mikrocomputers mit komplementären Ausgängen.

**[0048]** Da die Temperatursensoren **31** und **32** eine elektrische Spannung proportional zur Temperatur erzeugen, wird eine Vorrichtung wie zum Beispiel ein Analog-Digital-Wandler **99** verwendet, um die analoge Spannung in einen gut verwendbaren Digitalwert umzuwandeln, der dem Mikrocomputer über herkömmliche Mittel zur Verfügung gestellt wird. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Temperaturmesskomponenten Thermistoren, deren Widerstand zu den Temperaturwerten passt. Typischerweise wird eine Genauigkeit von 0,2°C Genauigkeit erhalten. Dies bedeutet, dass zwei Thermistoren, die auf dem gleichen Widerstandswert gehalten werden, indem die Temperatur von jedem von ihnen unabhängig variiert wird, nur eine Abweichung von bis zu 0,2°C einer gleichen Temperatur aufweisen. Wenn Thermistoren verwendet werden, deren Genauigkeit nicht größer als 1°C ist, benötigt das System keine Kalibrierung der Hardware-Interface des elektrischen Signals zur Temperatureingabe des Thermistors. Wenn der Computer Wasser durch das System zirkulieren lassen kann, ohne die Heizung zu aktivieren, befinden sich die Temperatursensoren zudem in derselben Temperaturumgebung. Aus diesem Grund ist der Computer in der Lage, die Ablesungen der Sensoren zu vergleichen, um festzustellen, ob sie sich in dem oben genannten Genauigkeitsbereich, 1°C, befinden, und zur abschließenden Korrektur eine Softwarekalibrierung zur Verfügung stellen.

**[0049]** Eine zusätzliche oder alternative Technik zur Erkennung der Anwesenheit von Wasser in dem Heizungsgehäuse wird in dem Ablaufdiagramm der [Fig. 7B](#) gezeigt. Diese Ausführungsform erkennt die Wasserströmung, die dazu neigt, die Heizungs- und Temperatursensoreinheiten zu kühlen. In Abwesenheit von Wasser oder Wasserströmung erkennen die Temperatursensoren eine stark erhöhte Temperaturanstiegsgeschwindigkeit, wenn die Heizungseinheit mit Energie versorgt ist. Dies kann dann zur Feststellung, dass kein Wasser vorhanden ist, oder dass eine Komponentenstörung vorliegt (z. B. Störung der Wasserpumpe) verwendet werden. Während die Wasserpumpe **1** aktiviert ist, kann der Mikroprozessor **35** die Heizung **3** für eine ausgewählte Zeitdauer aktivieren, zum Beispiel für 4 Sekunden, die Heizung für eine ausgewählte Zeitdauer deaktivieren, zum Beispiel eine Minute, und die Temperaturwerte vor Beginn der Aktivierung mit den Temperaturwerten nach dem ausgewählten Ausschaltintervall vergleichen. Wenn der Temperaturunterschied einen vorbestimmten Wert, zum Beispiel 10 Grad, überschreitet, kann der Mikroprozessor feststellen, dass sich in der Heizungseinheit kein Wasser im Gehäuse befindet. Dieses Verfahren ist in [Fig. 7B](#) dargestellt, wobei A ein vom Mikroprozessor ausgeführtes Unterprogramm ist. Die Wasserpumpe ist während der Schritte **350–356** aktiviert. Bei Schritt **350** wird eine erste Temperaturablesung von beiden Temperatursensoren bei abgeschalteter Heizung vorgenommen. Danach wird die Heizung für ein vorbestimmtes Zeitintervall (Schritt **353**) angeschaltet und danach abgeschaltet. Nach Ablauf eines weiteren Zeitintervalls (Schritt **354**) wird eine zweite Temperaturablesung vorgenommen (Schritt **356**). Der Unterschied zwischen den zwei Ablesungen bei jedem Temperatursensor wird dann aufgenommen und mit einem Schwellenwert (Schritt **358**) verglichen. Wenn der Unterschied für einen der Sensoren größer als dieser Schwellenwert ist, erklärt der Mikroprozessor, dass kein Wasser vorhanden ist oder dass eine Komponentenstörung (Schritt **360**) vorliegt. Ist der Unterschied nicht größer als der Schwellenwert, stellt der Mikroprozessor fest (Schritt **362**), ob irgendwelche anderen Fehler erkannt wurden, wie zum Beispiel eine zu große Differenz zwischen den Temperaturwerten, die an den beiden Sensoren **31, 33** gelesen wurden (untenstehend eingehender beschrieben). Wenn dies der Fall ist, verzweigt sich der Vorgang zu Schritt **360**. Anderenfalls stellt der Mikroprozessor fest, dass sich Wasser in dem Heizungsgehäuse befindet (Schritt **364**).

**[0050]** In [Fig. 4](#) ist ein Fehlerstromschutzschalterschaltkreis (Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI)) gezeigt. Dieser elektrische Schaltkreis ist so konfiguriert, dass er eng mit dem elektrischen System, das die Badeeinrichtungen steuert, verbunden ist. Die Hauptstromversorgung, die den Badeeinrichtungen und der Regelung

Strom zur Verfügung stellt, ist als 15 gezeigt und läuft durch zwei Toroide, gezeigt als 25 und 26. Solange der Nettostrom, der durch die Toroide fließt, gleich ist, sehen die Toroide keinen magnetischen Fluss. Wenn jedoch eine Vorrichtung, wie zum Beispiel ein Heizungselement, versagt, entwischt etwas Strom durch die Erdung, wie bei 16.

**[0051]** Wenn ein Ungleichgewicht auftritt, tritt eine elektromagnetische Kopplung auf, die in der Abfrageschaltung **150**, die mit den Erkennungstoroiden verbunden ist, Strom fließen lässt. Der Schaltkreis **150** gibt ein Störungs- oder Fehlersignal proportional zum Stromfluss aus, das dem Mikrocomputer zur Verfügung gestellt wird (über eine Analog-Digital-Umwandlung, in [Fig. 4](#) nicht gezeigt). Der Mikrocomputer reagiert dann mit einer Fehlermeldung, die auf der Bedieneinheit **22** angezeigt wird. Zudem erzeugt eine Störung eine Zustandsänderung der Ausgangsverbindung **116**, die an **117** in [Fig. 3](#) anschließt. Diese Verbindung aktiviert den Schaltkreis im Allgemeinen beginnend an Diode **109**. Dies wiederum löst Transistor **133** aus. Als Reaktion tritt eine Zustandsänderung des Gates **118** ein, was den Relaisstreiber **131** deaktiviert und Relais **129** und **130d** öffnet. Der Mikrocomputer **25** öffnet auch alle anderen Relais, **36**, wodurch er alle anderen Komponenten, wie zum Beispiel Pumpen, Gebläse und Licht, trennt.

**[0052]** Der Mikrocomputer **35** kann die Funktion des Schutzschaltkreises überprüfen, indem er ein Signal durch Widerstand **56** abgibt, das Transistor **54** aktiviert und Relais **52** schließt. Strom fließt durch Widerstand **23**, umgeht Toroide **25** und **26**, wodurch er das Gleichgewicht des Stroms, der durch die Toroide fließt, stört. Dies löst den Schutzschalter-Schaltungskomplex aus, wodurch dem Mikrocomputer **35** ein Signal zur Verfügung gestellt wird, dass der Schaltkreis ordnungsgemäß ausgelöst hat. Wenn der Mikrocomputer ein Auslössignal erhält, führt er ein Reset des Überprüfungsrelais **52** durch, indem der Zustand zum Widerstand **56** wieder hergestellt wird. Da eine Schutzschalterstörung die High-Limit-Relais **129** und **130** auslöst und diese dabei öffnet, generiert der Mikrocomputer auch ein System-Reset-Signal auf Leitung **198**, das die Treiber erneut aktiviert, welche die Relais **129** und **130** aktivieren. Diese Ereignissequenz wird periodisch durchgeführt, wie zum Beispiel einmal täglich, um das Funktionieren des Schutzschalter-Schaltkreises zu verifizieren. Im Allgemeinen stellt eine Echtzeituhr, die als Hauptzeitmesser fungiert, ein Referenzsignal zur Verfügung und es kann ein programmiertes Zeitintervall zwischen den Tests, wie zum Beispiel 24 Stunden, eingestellt werden, unter Verwendung von Verfahren, die dem Fachmann auf dem Gebiet der Mikrocomputerprogrammierung bekannt sind.

**[0053]** [Fig. 5](#) zeigt eine Erdungsintegritätsdetektorvorrichtung (ground integrity detector; GID). Der Erdungsintegritätsdetektor umfasst eine Glühlampe **20**, die von der Netzspannung zur Systemserdung **16** mit einem Begrenzungswiderstand **43** in Serie geschaltet ist. Ist die Erdung ordnungsgemäß verbunden, fließt der Strom vom Netz durch den Begrenzungswiderstand. Der Stromfluss kann auf weniger als einen Milliampere (ma) beschränkt werden. Das Licht der Glühlampe ist in einem lichtdichten Gehäuse **28** enthalten, das zudem einen lichtempfindlichen Widerstand enthält, dessen elektrischer Widerstand bei Vorhandensein von Licht niedriger wird. Durch das Verbinden dieses lichtempfindlichen Widerstands in einem Widerstandsteilerschaltkreis, im Allgemeinen bei **46** gezeigt, kann ein Signal, das die Anwesenheit von Licht, und daher die Erdung, angezeigt, dem Computerregelungssystem vorgelegt werden. Das Computerregelungssystem bearbeitet diese Information gemäß den in [Fig. 11](#) ausführlicher beschriebenen Anweisungen.

**[0054]** In [Fig. 6](#) ist ein Erdstromdetektor (Ground Current Detector; GCD) gezeigt. Es wird gezeigt, dass der Erdstromdetektor in der Lage ist, Strom zu detektieren, der in eine Erdung, die am Heizungsstromkollektor oder -Mantel **50** angebracht ist, der Teil der Heizungseinrichtung **3** ist, umfassend ein Heizungselement **42**, und jedwede Vorrichtung, die durch Netzspannung mit Strom versorgt wird oder diesen enthält, wie zum Beispiel Lichter, Gebläse und Pumpen, und das Gehäuse selbst, fließen könnte.

**[0055]** Durch mechanisches Versagen, Korrosion oder elektrischen Zusammenbruch können die Heizungselemente **42** zum Beispiel beim normalen Betrieb versagen und zerreißen. Der Mantel der Heizung **50** erfasst dann den Strom und leitet ihn durch die Erdungsleitung, wodurch er sowohl den Badenden als auch die Ausrüstung schützt. Wenn jedoch gestattet wird, dass der Strom unbegrenzt fließt, kann das dazu führen, dass gesundheitliche Schäden oder Schäden an der Ausrüstung auftreten. Fließt der Strom durch die Erdungsleitung **16**, tritt zwischen dem Strom und dem Toroid **30**, durch das er fließt, eine elektromagnetische Kopplung auf. Diese Kopplung erzeugt eine dem Strom proportionale elektrische Spannung, und wenn der Strom ein Wechselstrom ist, wird im Toroid ein elektrischer Wechselstrom induziert. Wird diese Spannung einem Zweiweggleichrichter zur Verfügung gestellt, der einen Erkennungsschaltkreis **152** umfasst, wird ein gleichgerichtetes Gleichstromsignal erzeugt. Nach Aufbereitung dieses gleichgerichteten Gleichstromsignals mit einem Kondensator **48** und Widerstand **49** wird ein Gleichstromsignal erzeugt, das proportional zum Stromfluss ist. (Alternativ kann der Schaltkreis **152** mit seinem Zweiweggleichrichter durch einen Erkennungsschaltkreis, der Schaltkreis **150** ([Fig. 4](#)) ähnelt, ersetzt werden, der ein dem Stromfluss proportionales Fehlersignal erzeugt).

Fließt kein Strom, isoliert der Ableiterwiderstand **50** den Schaltkreis von elektrischem Rauschen. Die Computerregelung **35** überwacht ständig den Zustand der Eingangssignalleitung des GCD-Schaltkreises. Wird ein Erdstrom erkannt, reagiert der Computer anweisungsgemäß, wie ausführlicher in [Fig. 11](#) erläutert, um die Relais **36** durch die Relaisreiber **34** zu unterbrechen, um die Gefahr für Ausrüstung und Personal zu verringern.

**[0056]** Unter Bezugnahme auf die Computerablaufdiagramme der [Fig. 8](#) bis 13 wird nun die funktionelle Wechselbeziehung der verschiedenen oben beschriebenen Komponenten offenbart. Diese Ablaufdiagramme zeigen die Aktivität, die durch den Computer **35** geregelt wird, wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, als Reaktion auf die Signale, die von der Bedieneinheit **22** durch das Verbindungskabel **9** erzeugt wurden. Der Mikroprozessor wird so programmiert, dass die darin gezeigten Funktionen ausgeführt werden.

**[0057]** Wie in [Fig. 8](#) in Form eines Blockdiagramms gezeigt, und umfassender in den [Fig. 9](#) bis [Fig. 14](#) offenbart, lässt der Computer ständig ein Sicherheits- und Fehlererkennungsprogramm laufen. Dieses Programm kann zu jedem Zeitpunkt durch ein Signal von der Bedieneinheit unterbrochen werden, und verzweigt sich dann in das Bedieneinheitenserviceprogramm. Wird die Modustaste gedrückt, verzweigt sich das Programm in die „Modusauswahl“-Routine, wie in [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10B](#) gezeigt. Bei der Modusauswahlroutine wird einer von drei Modi, Standard, Economy oder Standby, ausgewählt. Sobald ein Zeitintervall vergangen ist, ohne, dass eine weitere Taste gedrückt wurde, typischerweise 3 Sekunden, kehrt das Programm zurück ins Sicherheitsprogramm, wobei auch eine Schleife durch das gewählte „Modus“-Programm gemacht wird. Wenn das Regelungssystem das erste Mal eingeschaltet wird, ist es mit der Standardeinstellung programmiert, um im Economy(econ)-Modus zu beginnen.

**[0058]** Zur genaueren Beschreibung des dargestellten Prozesses, sind unten die Schritte beschrieben.

#### [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10B](#)

**[0059]** Schritt **225**. Startpunkt des Programms für die Zwecke des Ablaufdiagrammes. Das Programm initialisiert normalerweise durch bekannte Mittel, um alle Register nach dem Hochfahren zurückzusetzen.

**[0060]** Schritt **226**. Überprüfung der Anwesenheit von Wasser in der Heizung. Wenn kein Wasser anwesend, springe zu **227**, andernfalls springe zu **228**.

**[0061]** Schritt **227**. Deaktiviere Heizung und mache Schleife zurück zu **226**.

**[0062]** Schritt **228**. Überprüfe das bei der Software eingestellte High-Limit von 118°F. Überschreitet die Temperatur an einem der Temperatursensoren diesen Wert, wird die Heizung ausgeschaltet. Bei weniger als 118°F macht das Programm eine Schleife zu **232**.

**[0063]** Schritt **229**. Schalte Heizung aus.

**[0064]** Schritt **230**. Zeige Fehlermeldung OH2 auf Bedieneinheit 8 zum Anzeigen der Überhitzung – wenigstens 118°F.

**[0065]** Schritt **231**. Erneutes Messen des Temperatursensors. Übersteigt die Temperatur 116°F, macht das Programm eine Schleife zurück zu Schritt **229**. Bei weniger als 116°F macht das Programm eine Schleife zu Schritt **228**.

**[0066]** Schritt **232**. Überprüfe die Hardwareobergrenze, wenn ausgelöst, springe zu **233**, andernfalls **237**.

**[0067]** Schritt **233**. Fahre System herunter.

**[0068]** Schritt **234**. Zeige Fehlerzustand "OH3" für Hardwareüberhitzungsobergrenze.

**[0069]** Schritt **235**. Messe Wassertemperatur. Wenn weniger als 116°F, springe zu **236**, andernfalls springe zu **233**.

**[0070]** Schritt **236**. Überprüfe Input der Bedieneinheit. Wird eine Taste gedrückt, Reset des Systems.

**[0071]** Schritt **237**. Ist Wassertemperatur wärmer als 112°F, springe zu **238**, andernfalls gehe zu **241**.

- [0072] Schritt 238. Schalte alles aus – springe zu 239.
- [0073] Schritt 239. Zeige Systemfehlermeldung "OH1" für Überhitzung von wenigstens 112°F.
- [0074] Schritt 240. Messe erneut Wassertemperatur, wenn weniger als 110°F, springe zu 240, andernfalls springe zu 241.
- [0075] Schritt 241. Überprüfe das Gleichgewicht zwischen den Wassertemperatursensoren. Ist der Unterschied größer als 5°F, springe zu 242, andernfalls springe zu 244.
- [0076] Schritt 242. Schalte Heizung aus. Springe zu 243.
- [0077] Schritt 243. Zeige Fehlermeldung HFL, was bedeutet, dass die Wasserströmung in der Heizung zu gering ist. Springe zu 241.
- [0078] Schritt 244. Gehe weiter zu 273.

[Fig. 11](#)

- [0079] Schritt 273. Ist Heizung an, gehe weiter zu 274. Wenn nicht, gehe weiter zu 340.
- [0080] Schritt 340. Messe Ausgang des Temperatursensors 1.
- [0081] Schritt 341. Messe Ausgang des Temperatursensors 2.
- [0082] Schritt 342. Ziehe niedrigsten Wert von höchstem Wert ab.
- [0083] Schritt 343. Ist das Ergebnis weniger oder gleich 1°F, gehe weiter zu 345, andernfalls gehe weiter zu 344.
- [0084] Schritt 344. Sende Fehlermeldung "CAL" an den Display der Bedieneinheit. Gehe weiter zu 274.
- [0085] Schritt 345. Speichere Ergebnis im Register für den geringsten Sensorwert. Schritt 346. Füge Inhalte des Kalibrierungsregisters allen Temperaturmessungen hinzu. Gehe weiter zu 274.

[Fig. 12A](#) bis [Fig. 12B](#)

- [0086] Schritt 250. Betrug die Temperaturveränderung bei einem der Sensoren mehr als 2°F/Sekunde? Wenn ja, gehe weiter zu 251, andernfalls gehe weiter zu 253.
- [0087] Schritt 251. Schalte Heizung aus, gehe weiter zu 252.
- [0088] Schritt 252. Zeige "HTH1"-Fehlermeldung für Heizungsimbalance. Gehe weiter zu 250.
- [0089] Schritt 253. Überprüfe ordnungsgemäßen Input für Erdungsintegrität, d. h. ob die Erdung ordnungsgemäß verbunden ist. Wenn nicht, gehe weiter zu 254, andernfalls springe zu 256.
- [0090] Schritt 254. Schalte System aus, gehe weiter zu 255.
- [0091] Schritt 255. Zeige Fehlermeldung GR für abgetrennte oder nicht ordnungsgemäß angeschlossene Erdung. Gehe weiter zu 253.
- [0092] Schritt 256. Überprüfe bzgl. Fehlerstrom. Wenn keiner vorhanden, gehe weiter zu 245. Wenn vorhanden, springe zu 257.
- [0093] Schritt 245. Ist GFCI (Fehlerstromschutzschalter) ausgelöst? Nein, springe zu 259. Wenn ja, springe zu 246.
- [0094] Schritt 246. Fahre System herunter und öffne alle Relais. Gehe weiter zu 247.

- [0095] Schritt **247**. Zeige GFCI-Fehlermeldung, die anzeigt, dass eine Erdungsschaltkreisstörung vorliegt. Gehe weiter zu **248**.
- [0096] Schritt **248**. Wurde bei der Bedieneinheit das System-Reset gedrückt? Wenn ja, mache Schleife zu **245**, andernfalls mache Schleife zu **247**.
- [0097] Schritt **257**. Schalte alles aus. Gehe weiter zu **258**.
- [0098] Schritt **258**. Zeige GRL-Fehlermeldung um eine Erdschlusserkennung anzuzeigen, gehe weiter zu **256**.
- [0099] Schritt **259**. Überprüfe Echtzeituhr. Wenn Zeit 2:00 Uhr entspricht, springe zu **260**, andernfalls gehe weiter zu **266**.
- [0100] Schritt **260**. Überprüfe Fehlerstromschutzschalter-Schaltkreis durch Schließen des Relais, um den Strom in der Stromversorgung aus dem Gleichgewicht zu bringen.
- [0101] Schritt **261**. Überprüfe GFCI-Systemauslösung. Wenn ja, gehe weiter zu **263**, wenn nein, springe zu **262**.
- [0102] Schritt **262**. Schalte System aus, gehe weiter zu **265**.
- [0103] Schritt **265**. Zeige Fehlermeldung GFCF für Versagen des Fehlerstromschutzschalter-Schaltkreis, gehe weiter zu **261**.
- [0104] Schritt **263**. Reset GFCI-Schaltkreis über Mikroprozessor-Reset, gehe weiter zu **264**.
- [0105] Schritt **264**. Reset GFCI-Schaltkreis über Mikroprozessor Ausgang. Springe zu **266**.
- [0106] Schritt **266**. Ist einer der Temperatursensoren abgetrennt? Wenn ja, **267**. Wenn nein, **269**.
- [0107] Schritt **267**. Schalte alles aus, gehe weiter zu **268**.
- [0108] Schritt **268**. Zeige SND, mache Schleife zu **266**.
- [0109] Schritt **269**. Ist einer der Temperatursensoren geschlossen? Wenn ja, gehe weiter zu **270**. Wenn nein, **275**.
- [0110] Schritt **270**. Schalte System aus, gehe weiter zu **271**.
- [0111] Schritt **271**. Zeige Fehlermeldung SNS. Mache Schleife zu **269**.
- [0112] Schritt **275**. Gehe weiter zu dem Modus, der durch das Bedieneinheitsserviceprogramm gewählt wurde.

[Fig. 13A](#) bis [Fig. 13B](#)

- [0113] Schritt **276**. Programm überprüft das Funktionieren der Pumpe **1**, die Wasser durch die Heizung zirkuliert. Wenn die Pumpe bereits an ist, geht das Programm weiter zu **282**, andernfalls geht das Programm weiter zu **277**.
- [0114] Schritt **277**. Überprüfe auf 30 Minuten vergangener Zeit. War Pumpe weniger als 30 Minuten lang aus, springe zurück zum Hauptsicherheitsprogramm bei **225**. Wenn Pumpe 30 Minuten lang aus war, gehe weiter zu **227**.
- [0115] Schritt **278**. Wenn die Wassertemperatur in der letzten Stunde mehr als 1°F unter die eingestellte Temperatur gesunken ist, gehe weiter zu **281**, wenn nicht, gehe weiter zu **279**.
- [0116] Schritt **279**. Setze Wiederholungszähler zurück auf Null und gehe weiter zu **280**.
- [0117] Schritt **280**. Setze den 30-Minuten-Timer für die ausgeschaltete Pumpe zurück und gehe weiter zum

Hauptsicherheitsprogramm **225**.

[0118] Schritt **281**. Schalte System an, gehe weiter zu **282**.

[0119] Schritt **282**. Lasse Pumpe 30 Sekunden lang laufen. Wenn nicht, springe zurück zum Hauptsicherheitsprogramm **225**. Wenn ja, gehe weiter zu **283**.

[0120] Schritt **283**. Lese Wassertemperatur, gehe weiter zu **284**.

[0121] Schritt **284**. Überprüfe, ob vom Anfang der Wassertemperaturablesung 5 Sekunden vergangen sind. Wenn ja, gehe weiter zu **285**, andernfalls springe zurück zu **283**.

[0122] Schritt **285**. Vergleiche die Wassertemperatur mit der eingestellten Temperatur. Ist die Wassertemperatur höher als die eingestellte Temperatur, gehe weiter zu **286**. Wenn nicht, gehe weiter zu **287**.

[0123] Schritt **286**. Inkrementiere Wiederholungszähler, gehe weiter zu **290**.

[0124] Schritt **287**. Ist die Wassertemperatur mehr als 1°F unter der eingestellten Temperatur, gehe weiter zu **288**, andernfalls gehe weiter zu **286**.

[0125] Schritt **288**. Setze Wiederholungszähler zurück. Gehe weiter zu **289**.

[0126] Schritt **289**. Schalte Heizung an, gehe weiter zu **225**.

[0127] Schritt **290**. Schalte Heizung aus, gehe weiter zu **290**.

[0128] Schritt **291**. Schalte Pumpe aus. Gehe weiter zu **294**.

[0129] Schritt **294**. Zeige letzte gültige Temperatur. Gehe weiter zu **280**.

[0130] Schritt **280**. Stelle 30-Minuten-Timer für ausgeschaltete Pumpe zurück. Gehe weiter zu **292**.

[0131] Schritt **292**. Wurde in den letzten 24 Stunden eine Taste auf der Bedieneinheit gedrückt? Wenn ja, springe zu **225**. Wenn nicht, springe zu **293**.

[0132] Schritt **293**. Wechsle zu Economy-Modus. Gehe weiter zu **225**.

[0133] Schritt **225**. Gehe weiter zu Sicherheitsschaltkreis-Chart A.

**Fig. 14**

[0134] Schritt **275**. Wenn ausgewählt durch "Modus"-Auswahl, springt das Hauptsicherheitsprogramm in den Economy-Modus und geht weiter zu **300**.

[0135] Schritt **300**. Programm überprüft Filterzyklus. Wenn die Filterpumpe an ist, springt das Programm zu **301**, andernfalls zu **225**.

[0136] Schritt **301**. Lese Temperatur 1 und speichere.

[0137] Schritt **302**. Lese Temperatur 2 und speichere.

[0138] Schritt **303**. Wähle die niedrigste Temperatur der beiden Temperaturablesungen.

[0139] Schritt **304**. Wenn die Badewassertemperatur gleich wie oder größer als die eingestellte Temperatur ist, springe zu **305**; andernfalls springe zu **306**.

[0140] Schritt **305**. Schalte Heizung aus, gehe weiter zu **310**.

[0141] Schritt **310**. Zeige letzte gültige Temperatur. Gehe weiter zu **308**.

[0142] Schritt 306. Liegt die Temperatur des Bades mehr als 0,1° unter der eingestellten Temperatur? Wenn ja, springe zu 307, andernfalls springe zu 310.

[0143] Schritt 307. Schalte Heizung an. Gehe weiter zu 310.

[0144] Schritt 308. Wurde in den letzten 24 Stunden eine Taste auf der Bedieneinheit gedrückt? Wenn ja, springe zu 225. Wenn nicht, springe zu 309.

[0145] Schritt 309. Wechsle in den Standby-Modus und gehe weiter zu 225.

#### Fig. 15

[0146] Schritt 275. Wenn durch die „Modus“-Auswahl ausgewählt, springt das Hauptsicherheitsprogramm in den Standby-Modus und geht weiter zu 325. Schritt 325. Programm überprüft Filterzyklus. Wenn die Filterpumpe an ist, springt das Programm zu 326, andernfalls zu 225.

[0147] Schritt 326. Lese Wassertemperatur 1 und gehe weiter zu 327.

[0148] Schritt 327. Lese Wassertemperatur 2 und gehe weiter zu 328.

[0149] Schritt 329. Vergleiche Badewassertemperatur mit 15 Grad unter der eingestellten Temperatur. Ist die Badewassertemperatur weniger als 15 Grad unter der eingestellten Temperatur, gehe weiter zu 328, andernfalls 329.

[0150] Schritt 332. Schalte Heizung an, gehe weiter zu 225.

[0151] Schritt 328. Wähle die niedrigste Temperatur der beiden Temperaturablesungen aus und gehe weiter zu 329.

[0152] Wie aus der oben stehenden Beschreibung und Zeichnung ersichtlich ist, ist ein Badregelungssystem offenbart, das in sich geschlossen ist und bei dem mehrere Sensoren für die Regulierung und Beschränkung der Wassertemperatur neben dem Heizungselement angeordnet sind. In der bevorzugten Ausführungsform sind das Heizungs- und Regelungssystem zusammen in angrenzender Nähe befestigt, wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2B](#) gezeigt. Dies stellt den größten Schutz vor mechanischen Gefahren dar und vereinfacht das Lesen kritischer Parameter wie zum Beispiel der Wassertemperatur und der Anwesenheit von Wasser. In dieser bevorzugten Ausführungsform ist ferner ein Mikrocomputer der Prozessor, der Daten von mehreren Sensoren in der Heizung und an dieser angrenzend empfängt, der Daten für das intelligente Management der Wünsche des Benutzers zur Verfügung stellt. Diese Wünsche des Benutzers werden dem Regelungsmikrocomputer über Bedieneinheiten zur Verfügung gestellt, die mehrfachen leichten Zugang zur Aktivierung von Funktionen und Einrichtungen des Bades zur Verfügung stellen.

[0153] Zudem ist nicht nur der Mikrocomputer als ein Teil der Systemplatine in dem Regelungssystem integriert, sondern auch der Sicherheitsschaltungskomplex, der die Integrität der Erdung des Systems erkennt und überwacht. Zudem, wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, gibt es eine Fehlerstromschutzschalter-Schaltung, die das System herunterfährt, wenn ein Isolationsversagen auftritt und am Badewasser ein Kurzschluss auftritt. Alle diese Funktionen sind in dem Regelungssystemschaltungskomplex und -Heizung in sich geschlossen und benötigen keine weitere Verbindung als das Pumpen von und zu einer Pumpe, Stromanschluss mit Erdung und eine Bedieneinheitverbindung.

[0154] Bei dem Aufbau einer solchen bevorzugten Ausführungsform in der Fabrik wird der leichte Einbau in das Bad dadurch vereinfacht, dass die externen Temperatursensoren, die in den bereits bekannten Systemen verwendet wurden, vorgesehen sind, da die Sensoren in dem Systemgehäuse und der Heizungseinheit ([Fig. 2B](#)) umfasst sind. Zudem gibt es auch keine Kalibrierungserfordernisse für mechanische Schalter und Sensoren, die eventuell eingestellt werden müssten. Pumpen, Gebläse und Licht sind anschließbar mit dem Regelungssystem verbunden. Der Benutzer ist vor einer Verbindung zur Netzspannung geschützt, da alle elektrischen Komponenten innerhalb des Heizungsgehäuses und der Gehäusestruktur, die mit der Erdung verbunden sind, aufgenommen sind.

[0155] Wenn das Regelungssystem das erste Mal mit Strom versorgt wird, überprüft der Mikroprozessor die Anwesenheit von Wasser, und startet die Pumpe, wenn Wasser vorhanden ist. Wie oben beschrieben, kann

die Anwesenheit von Wasser gemäß der Aspekte der vorliegenden Erfindung durch die Verwendung von Wasser als Leiter, und Erkennen des Flusses von elektrischem Strom durch das Wasser, und/oder durch die Verwendung des Verfahrens, das unter Bezugnahme auf [Fig. 7B](#) beschrieben ist, erkannt werden. (Natürlich könnten auch andere Wassererkennungsverfahren in dem System der [Fig. 1](#) verwendet werden, einschließlich der herkömmlichen mechanischen, optischen oder Ultraschalldurchflussmessern.) Das System überhitzt nicht, wenn die Routine der [Fig. 7B](#) bei einer ausreichend langsamen Ablaufgeschwindigkeit wiederholt wird. Werden wiederholte Schleifen durch diese Softwareroutine in häufigen Intervallen durchgeführt und ist kein Wasser vorhanden ist, überschreitet die Temperatur einer der Temperatursensoren schließlich 47,5°C und der Hardware-High-Limit-Schaltkreis fährt bestimmte Aspekte des Reglers herunter, einschließlich der Heizung wie in Schritt **228**. Anstatt darauf zu warten, dass der Hardware-High-Limit-Schaltkreis die mit Strom versorgten Elemente abschaltet, kann die erste Erkennung eines Temperaturunterschiedes, der einen vorbestimmten Wert übersteigt, oder das Auftreten anderer Störungen, alternativ durch den Regler **35** als schwerer Fehlerzustand behandelt werden, wobei der Regler das Abschalten aller Ausgangsrelais (z. B. Schritt **362** von [Fig. 7B](#)) bewirkt. Das System kann so konfiguriert sein, dass ein manueller Neustart benötigt wird, um zum normalen Betrieb zurückzukehren.

**[0156]** Nachdem die Wasseranwesenheitsüberprüfung festgestellt hat, dass Wasser in dem Heizungsgehäuse vorhanden ist, liest der Mikroprozessor die Temperatursensoren, kalibriert diese und startet nach der Feststellung, dass sich alle Untersysteme des Regelungssystems innerhalb des Toleranzbereiches befinden, wenn notwendig, die Heizung. Wenn das Badewasser die eingestellte Temperatur erreicht, wird die Heizung ausgeschaltet und sobald sich das Heizungselement abgekühlt hat, wird die Pumpe ausgeschaltet. Die Pumpe wird zu jeder ausgewählten Zeitspanne gestartet und saugt Wasser durch die Heizung und die Temperatursensoranordnung. Wenn Wärme benötigt wird, um das Badewasser auf der gewünschten Temperatur zu halten, wird die Heizung angeschaltet. Wenn nicht, wird die Pumpe für ein Zeitintervall abgeschaltet. Dieses Zeitintervall ist an die Wärmeverlustgeschwindigkeit des Bades angepasst. Ist die Verlustgeschwindigkeit gering, kann das Zeitintervall verlängert werden, um den Verschleiß der Pumpe zu verringern.

**[0157]** Das Bad wird gewöhnlich im Standardmodus gestartet, bei dem die eingestellte Temperatur wie beschrieben durch den Regler beibehalten wird. Wenn die Pumpe nicht läuft, spiegelt die Temperatur, die die Sensoren lesen, aufgrund der Temperaturänderung der Badeeinrichtungsumgebung, nicht notwendigerweise die tatsächliche Badetemperatur wider. Aus diesem Grund wird die letzte bekannte gültige Temperatur auf der Bedieneinheit angezeigt und diese ändert sich nicht, bis die Pumpe wieder startet und wieder in ihrer Zeitintervallzirkulation läuft, um die Badetemperatur zu prüfen.

**[0158]** Wenn der Benutzer des Bades über einen bestimmten Zeitraum, zum Beispiel 12 Stunden, keine Einrichtung des Bades über die Bedieneinheit aktiviert hat, kann das Bad automatisch in einen Zustand mit reduziertem Energieverbrauch, der als „Economy“ gezeigt ist, wechseln, bei dem die eingestellte Temperatur nur erreicht wird, wenn das Bad filtert. Wenn keine Aktivität an der Bedieneinheit zu verzeichnen ist, kann das Bad wiederum automatisch einen Zustand mit noch niedrigerem Energieverbrauch, den „Standby“-Modus, wechseln. Im „Economy“-Modus wird die letzte bekannte gültige Temperatur angezeigt während die Filterpumpe nicht läuft, und die tatsächliche Temperatur wird angezeigt, wenn die Pumpe läuft. Um den Benutzer der Modusauswahl zu warnen, wird die Anzeige der Temperatur mit der Nachricht „econ“ geändert.

**[0159]** Im Standby-Modus wird keine Temperatur angezeigt, sondern nur die Nachricht „stby“, und die Badpumpe wird in vom Benutzer eingestellten oder voreingestellten Intervallen gefiltert. Die Heizung wird nur aktiviert, um das Badewasser auf einer Temperatur zu halten, die 8,5°C bis 11,1°C (15 bis 20°F) unter der eingestellten Temperatur liegt, um den Energieverbrauch und den Bedarf an Reinigungskemikalien zu verringern.

**[0160]** Wenn die ordnungsgemäße Erdung beschädigt oder von dem Bad entfernt wurde, trennt der Mikroprozessor zu jedem Zeitpunkt die externen Einrichtungen ab, einschließlich der Heizung, und stellt der Bedieneinheit eine Fehlermeldung zur Verfügung, die den Benutzer warnt. Zudem stellt er eine Diagnosenachricht zur Verfügung und hilft dabei bei der Beseitigung des Problems. Dies wird durch den Erdungsintegritätsdetektor (GID), [Fig. 5](#), durchgeführt. Wenn ein tatsächlicher Erdschluss durch den Erdungsdraht besteht, kann das System entweder durch einen Erdstromdetektor wie in [Fig. 6](#), oder einen Fehlerstromschutzschalter, wie in [Fig. 4](#), ausgeschaltet werden.

**[0161]** Im Falle eines Überhitzungszustandes, unterbrechen die verschiedenen Softwareerkennungsverfahren die Heizung. Wenn jedoch ein High-Limit-Wert von über 47,5–50°C (118–122°F) vorliegt, löst das System das elektronische High-Limit aus, das mit jedem Temperatursensor verbunden ist. Dies öffnet einen unterschiedlichen Relaisatz von dem Temperaturregulierungsrelais, wobei die Heizung ausgeschaltet wird, bis die

Temperatur unter eine sichere Temperatur fällt und das System wird von der Bedieneinheit wieder rückgesetzt.

**[0162]** Es folgt eine detaillierte Bezugszeichenübersicht der in den Figuren gezeigten exemplarischen Elemente für die beispielhafte Ausführungsform:

Fig. 1

Bezugszeichen	Beschreibung
1	Bad mit Wasser
2	Elektronisches Regelungssystem
3	Heizungseinheit
4	Pumpe 1
5	Pumpe 2
6	Gebälse
7	Licht
8	Bedieneinheit
9	Bedieneinheitverbindungskabel
10	Zusatzbedieneinheit
11	Zusatzbedieneinheitkabel
12	Skimmer für Bad
13	Badewasserförderung
14	Elektrische Kabelverbindung
15	Stromeinspeisungskabel
16	Erdung
17	Sauganschluss
18	Anschluss für Therapedüsen
19	Gebälsezuleitung

Fig. 2

Bezugszeichen	Beschreibung
21	Informationsanzeige
22	Bedieneinheit-Touchpads
23	Hauptleiterplatte
24	Isolationstransformator
25	GFCI-Toroid 1
26	GFCI-Toroid 2
27	GFCI-Schaltungskomplex
28	Erdungsintegrität
29	Erdstromdetektor (GCD)
30	GCD-Toroid
31	Sensoranordnung 1, erkennt Temperatur und H <sub>2</sub> O
32	Sensoranordnung 1, erkennt Temperatur und H <sub>2</sub> O
33	High-Limit-Schaltung
34	Relaistreiber
35	Mikrocomputer
36	Relais
37	Heizungs-Strom-Verdrahtung
38	GFCI-Toroid 1-Verdrahtung
39	GFCI-Toroid 2-Verdrahtung
40	Temperatursensorverdrahtung
41	GCT-Toroid-Verdrahtung
42	Heizungselement

Fig. 3

Bezugszeichen	Beschreibung
<b>22</b>	Bedieneinheit
<b>3</b>	Heizungsanordnung
<b>16</b>	Erdung
<b>31, 32</b>	Temperatursensoranordnung
<b>44, 47</b>	Elektrische Verbindungskabel
<b>78, 79, 82, 83</b>	Widerstand 430 kOhm
<b>80, 81</b>	Widerstand 820 kOhm
<b>84, 115</b>	Widerstand 10 kOhm
<b>113, 112, 85, 94, 98, 107</b>	Widerstand 20 kOhm
<b>86, 92</b>	Kondensator 0,1 Mikrofarad
<b>87, 93</b>	Kondensator 22 Mikrofarad
<b>88, 95</b>	Widerstand 2 kOhm
<b>122, 89, 97, 104, 105</b>	Operationsverstärker LM324
<b>90</b>	Operationsverstärker LM662
<b>91</b>	Widerstand 68 kOhm
<b>96, 103</b>	Widerstand 1 kOhm
<b>99</b>	MC145041 A/D-Wandler
<b>110, 118</b>	4081 B Gate
<b>101, 108</b>	12-7 kOhm-Widerstand
<b>102, 106</b>	1 meg Ohm
<b>109, 110, 111</b>	Diode 1N4003
<b>114</b>	Kondensator 1,0 Mikrofarad
<b>140</b>	Diode 1N4754
<b>117</b>	Schaltungsverbindung zu Fig. 4
<b>119</b>	Widerstand 4-99 kOhm
<b>120</b>	Widerstand 6 kOhm
<b>121</b>	Thermische Abschaltung
<b>123</b>	Rote LED
<b>124</b>	Ausgang zur Heizung
<b>125</b>	Stromversorgung zur Heizung
<b>126</b>	Heizungsrelais
<b>127</b>	Ausgang zur Heizung
<b>128</b>	Stromversorgung zur Heizung
<b>129, 130</b>	High-Limit-Relais
<b>131, 132</b>	Darlington-Relaistreiber
<b>133</b>	Widerstand 2N2222

Fig. 4

Bezugszeichen	Beschreibung
25	Toroid 1/200
26	Toroid 1/1000
35	Computer
52	Relais D&B T90
53, 76	Diode 1N4003
54	Transistor 2N2222
55	Widerstand 20K
56	Widerstand 2K
57	Widerstand 200 Ohm
58	Kondensator 22 uf
59, 72	Kondensator 0,001 uf
60	Widerstand 100 kOhm
61	Widerstand 220 kOhm
62, 67	Widerstand 260 kOhm
63, 64, 69, 70	Diode 1N914
65	Operationsverstärker 4M324
66	Kondensator 33 pf
68	Widerstand 3,3 Megaohm
71	Kondensator 0,1 uf
73	Widerstand 15K
74	Widerstand 470 Ohm
75	Kondensator 0,01 uf
150	Erkennungsschaltung

Fig. 5

Bezugszeichen	Beschreibung
43	Glimmiampe-Beschränkungswiderstand
44	Lichtempfindlicher Widerstand
45	Schaltungserdung
46	+5 Volt
42	Heizungselement
3	Heizungsanordnung
50	Heizungsgehäuse
36	Relais
16	Erdung
28	Erdungsintegritätsdetektor (GID)gehäuse
35	Mikrocomputer
20	Glimmlampe

Fig. 6

Bezugszeichen	Beschreibung
47	Brückengleichrichter, 1 amp
48	Kondensator, 22 uf
49	Widerstand, 10 kOhm
50	Heizungsgehäuse
51	Ableitwiderstand
42	Heizungselement
3	Heizungsgehäuse
36	Relais
30	Toroid 1/1,000 Windungen
16	Erdung
34	Relaistreiber
45	Schaltungserdung
35	Mikrocomputer
152	Erkennungsschaltung

Fig. 7

Bezugszeichen	Beschreibung
31	Temperatursensoranordnung
31A	Sensorgehäuse
31B	Isolierungsbuchse
142	Einbettungsverbindung
143	Draht
144	Drähte

### Patentansprüche

1. Heizungs- und Regelungssystem (2) für Badende, das Folgendes umfasst: einen elektronischen Regler mit einem Mikroprozessor (35), der auf elektrische Temperatursignale von mindestens zwei Temperatursensoren (133, 134) anspricht; eine elektrische Heizungseinheit (3), die in einem zirkulierenden Wasserströmungspfad angeschlossen ist, um sich dadurch hindurch bewegendes Wasser zu erwärmen, umfassend ein Heizungsgehäuse (3A/50) und ein elektrisches Heizungselement (42), wobei der Regler dazu angeordnet ist, den Betrieb des Heizungselements (42) zu regeln, **dadurch gekennzeichnet**, dass an oder in dem Heizungsgehäuse (3A/50) eine Sensorkomponente einer Halbleiterwasseranwesenheits-Sensoreinrichtung vorgesehen ist, um die Anwesenheit beziehungsweise Abwesenheit von Wasser in dem genannten Heizungsgehäuse (3A/50) festzustellen, wobei der genannte Regler dazu angepasst ist, den Betrieb der genannten Heizungseinheit (3) bei Abwesenheit von Wasser oder Wasserströmung im genannten Heizungsgehäuse (3A/50) zu unterbinden und die Wassertemperatur-Sensoreinrichtung an oder im Heizungsgehäuse (3A/50) elektrische Temperatursignale an den Regler liefert, die für die Wassertemperatur an einem ersten und einem davon getrennten zweiten Ort an oder in dem genannten Heizungsgehäuse (3A/50) oder eine Kombination derselben indikativ sind.

2. System nach Anspruch 1, wobei die genannte Wasseranwesenheits-Sensoreinrichtung dazu angepasst ist, elektrische Wasseranwesenheitssignale an den Regler zu liefern, die für die Anwesenheit beziehungsweise Abwesenheit einer Wassermasse im Heizungsgehäuse indikativ sind.

3. System nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Halbleiter-Messvorrichtung eine Einrichtung zum Leiten eines elektrischen Messsignals durch die Wassermasse, sofern im Heizungsgehäuse anwesend, und

eine Detektorschaltung zum Erkennen des genannten elektrischen Messsignals umfasst.

4. System nach Anspruch 3, wobei die Detektorschaltung die genannten für die Anwesenheit beziehungsweise Abwesenheit einer Wassermasse im Heizungsgehäuse indikativen elektrischen Wasseranwesenheitssignale erzeugt.

5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Wasseranwesenheits-Sensoreinrichtung dazu angepasst ist, die elektrische Leitfähigkeit einer Wassermasse im Heizungsgehäuse zu nutzen, um die Anwesenheit beziehungsweise Abwesenheit einer Wassermasse darin zu erkennen.

6. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Wassertemperatur-Sensoreinrichtung frei von beweglichen Teilen ist.

7. System nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Wasseranwesenheits-Sensorvorrichtung den Regler umfasst und wobei der Regler dazu angepasst ist, vor und nach dem Betreiben der Heizungseinheit für ein gegebenes Zeitintervall Temperaturwerte zu erfassen und als Ergebnis der Differenz der Temperaturwerte vorher und nachher festzustellen, ob Wasser anwesend ist.

8. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Wassertemperatur-Sensoreinrichtung mehrere Halbleiter-Temperatursonden umfasst.

9. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend ein Reglergehäuse und wobei der Regler eine Reglerleiterplatte in dem Reglergehäuse umfasst und wobei die Heizungseinheit am Reglergehäuse angebracht ist.

10. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich der erste Ort an oder angrenzend an einem Wassereingang der Heizungseinheit befindet und sich der zweite Ort an oder angrenzend an einem Wasseraustritt der Heizungseinheit befindet.

11. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der genannte Regler dazu angepasst ist, die Heizungseinheit einzuschalten, wenn die am genannten ersten Ort gemessene Temperatur und die am genannten zweiten Ort gemessene Temperatur innerhalb vorherbestimmter Grenzen liegen.

12. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Regler weiter dazu angepasst ist, den Betrieb der genannten Heizungseinheit zu deaktivieren, wenn die genannte Wassertemperatur-Sensoreinrichtung eine Temperaturanstiegsrate am genannten ersten Ort oder am genannten zweiten Ort erkennt, die einen gewissen vorgegebenen Wert übersteigt.

13. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Regler dazu angepasst ist, die jeweiligen, am genannten ersten Ort und am genannten zweiten Ort erkannten Temperaturen zu vergleichen und die niedrigere der genannten Temperaturen zum Regeln der Aktivierung und Deaktivierung der Heizung zu verwenden.

14. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter umfassend eine Pumpe zum Umwälzen von Wasser durch die Heizungseinheit, wobei die Pumpe durch den Regler geregelt wird.

15. System nach Anspruch 14, wobei die Pumpe einen Wassereingang und einen Wasserausgang hat und wobei der Wasserausgang der genannten Pumpe in die genannte Heizungseinheit geleitet wird.

16. System nach Anspruch 14, wobei der Wassereingang der genannten Pumpe durch die Heizungseinheit erfolgt.

17. System nach einem der Ansprüche 14–16, wobei der Wasseranwesenheits-Sensor den Regler umfasst und wobei der Regler dazu angepasst ist, vor und nach dem Betreiben der Heizungseinheit für ein gegebenes Zeitintervall, während die genannte Pumpe aktiviert ist, Temperaturwerte zu erfassen und als Ergebnis von Unterschieden in den Temperaturwerten vorher und nachher festzustellen, ob Wasser anwesend ist oder dass eine Komponentenstörung vorliegt.

18. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei:  
der elektronische Regler eine Regelschaltungs-Karteneinheit mit mindestens einer Leistungsschaltvorrichtung

und einen Mikroprozessor, der dazu angepasst ist, Signale von mehreren Eingabevorrichtungen zu verarbeiten, die Informationen zu Wasserparametern liefern und die genannte Heizung gemäß Benutzerwunsch einzuschalten, umfasst;

eine Hochspannungs-Leistungsversorgung mit der Regelschaltungs-Karteneinheit verbunden ist;

das genannte Heizungselement mit der genannten Regelschaltungs-Karteneinheit verbunden ist;

und wobei das System weiter eine unabhängige Schaltungseinrichtung umfasst, die von dem genannten Mikroprozessor getrennt ist und mit der Wassertemperatur-Sensoreinrichtung verbunden ist und mit mindestens einer Leistungsschaltvorrichtung in der Regelschaltungs-Karteneinheit verbunden ist;

wobei die genannte unabhängige Schaltungseinrichtung automatisch bewirkt, dass die Hochleistungsversorgung von der Heizungseinheit abgetrennt wird, wenn die Temperatur eine vorherbestimmte Temperatur überschreitet, wobei die genannte Schaltungseinrichtung eine manuelle Rücksetzung erfordert, wenn die Temperatur unter ein vorherbestimmtes Niveau gesunken ist.

19. System nach Anspruch 18, wobei die Temperatursensoreinrichtung einen ersten Temperatursensor zum Messen einer ersten Wassertemperatur am genannten ersten Ort und einen zweiten Temperatursensor zum Messen einer zweiten Wassertemperatur am genannten zweiten Ort umfasst und wobei die unabhängig Schaltungseinrichtung eine erste, auf den ersten Temperatursensor ansprechende, getrennte Schaltung umfasst, um die Heizung abzutrennen, wenn die erste Temperatur die genannte vorherbestimmte Temperatur übersteigt und eine zweite, auf den zweiten Temperatursensor ansprechende, getrennte Schaltung umfasst, um die Heizung abzutrennen, wenn die zweite Temperatur die genannte vorherbestimmte Temperatur übersteigt.

20. System nach Anspruch 18 oder Anspruch 19, weiter umfassend eine Bedienungsfläche, die für den Benutzer zugänglich am Bad angebracht ist, wobei die genannte Bedienungsfläche eine benutzeraktivierte Vorrichtung zum Aktivieren einer Rücksetzung der genannten unabhängigen Schaltungseinrichtungen umfasst.

21. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Pumpe eine Einlassseite und eine Auslassseite hat und das System dazu angepasst ist, mit entweder an der Einlassseite oder an der Auslassseite montierter Heizungseinheit wirksam zu sein.

22. System nach einem der Ansprüche 1–21, wobei die genannten mindestens zwei Temperatursensoren einen ersten und einen zweiten Temperaturmessaufnehmer umfassen.

23. System nach Anspruch 22, wobei der genannte erste und der genannte zweite Temperaturmessaufnehmer in Wärmekontakt mit dem genannten Heizungsgehäuse sind.

24. System nach Anspruch 22 oder 23, wobei die mindestens zwei Temperatursensoren in Wärmekontakt mit dem Heizungsgehäuse sind.

25. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Mikroprozessor auf die Anwesenheit von Wasser in der Heizung kontrolliert und wenn kein Wasser anwesend ist, die Heizung deaktiviert wird und das System eine weitere Kontrolle auf die Anwesenheit von Wasser durchführt.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

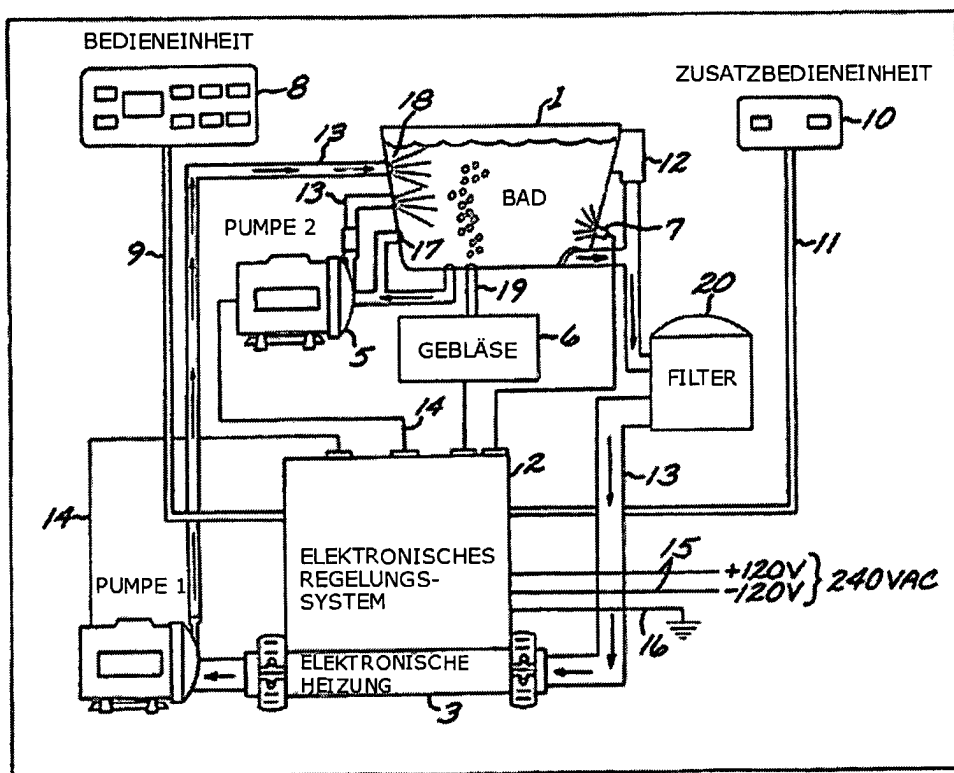


FIG.1



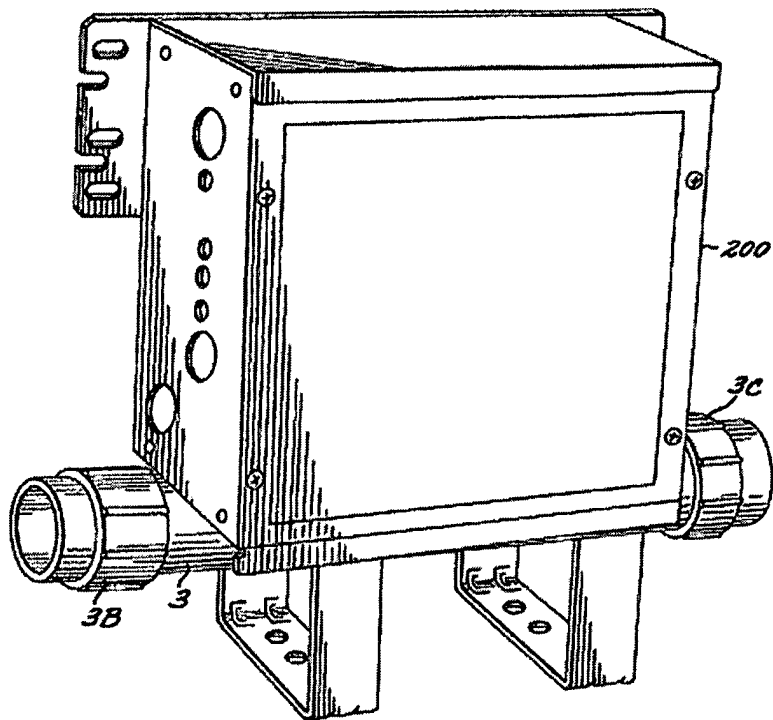
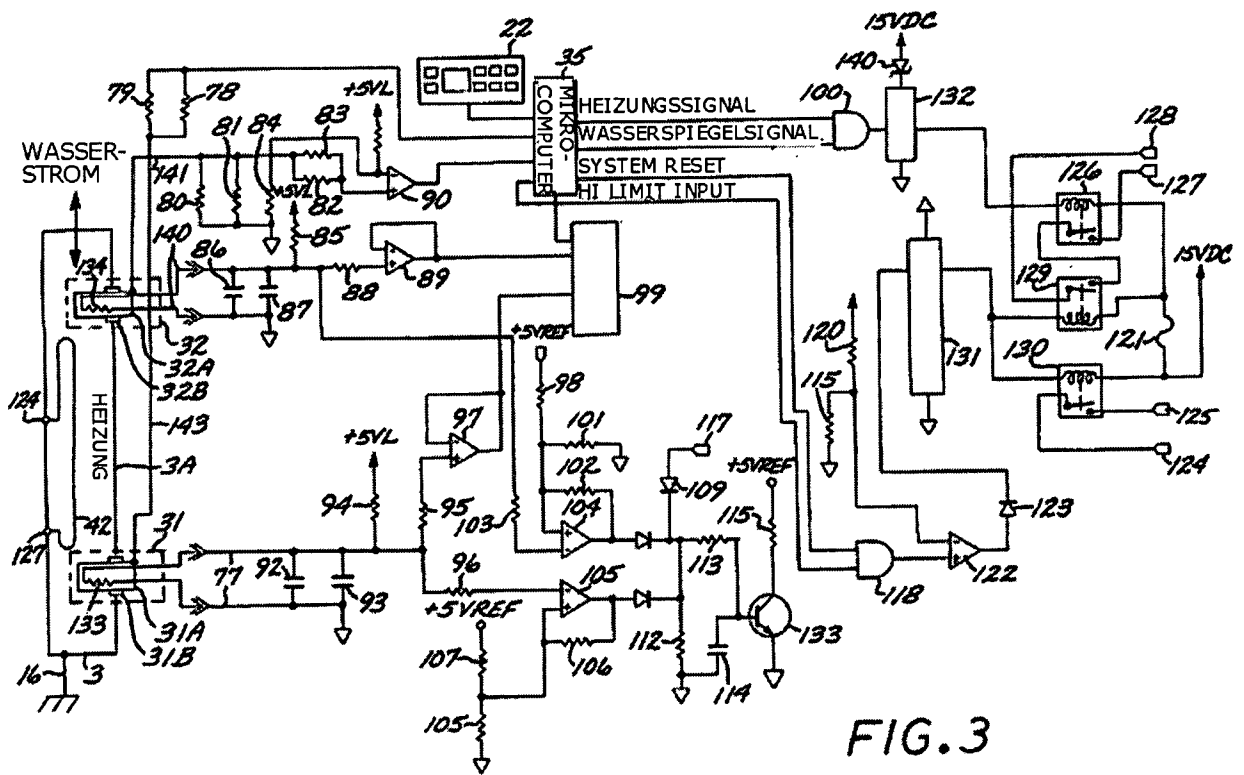
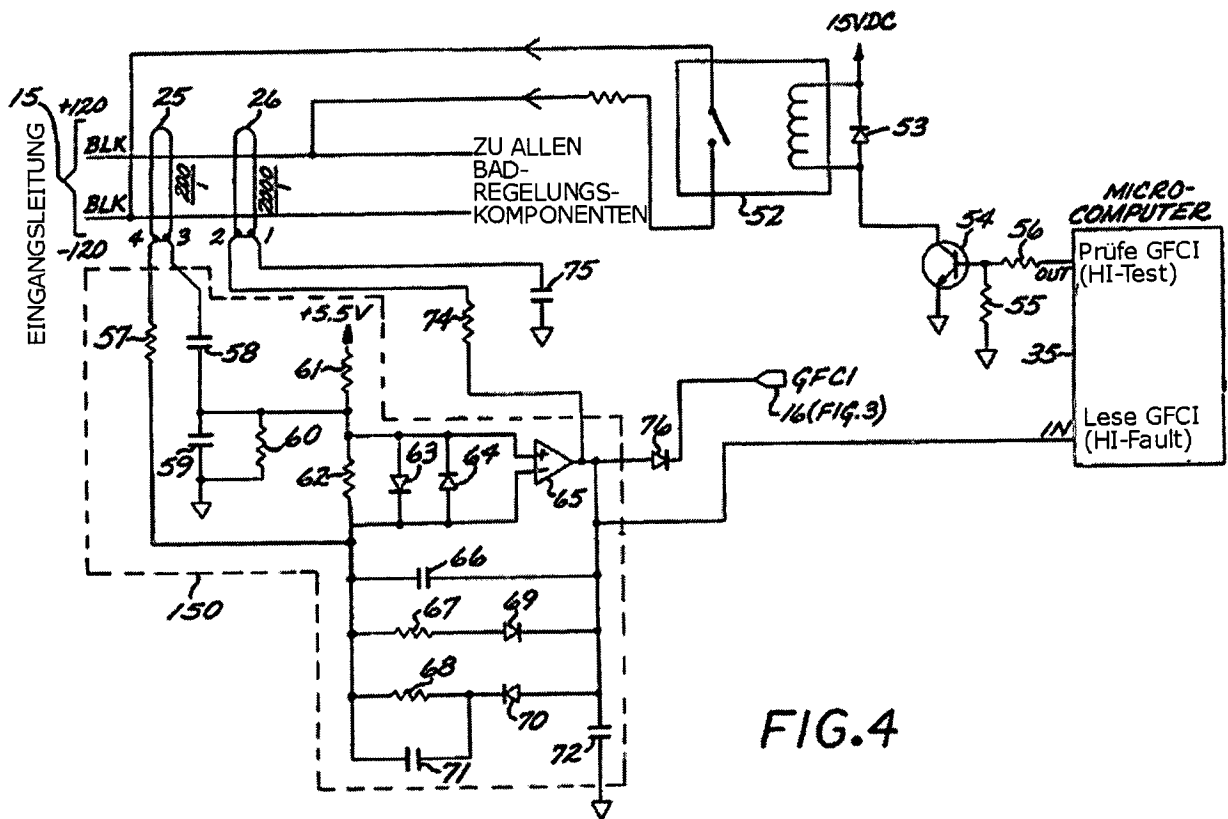
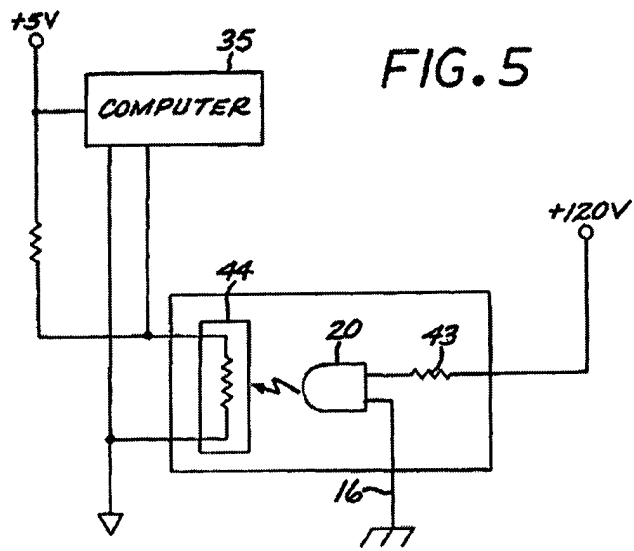


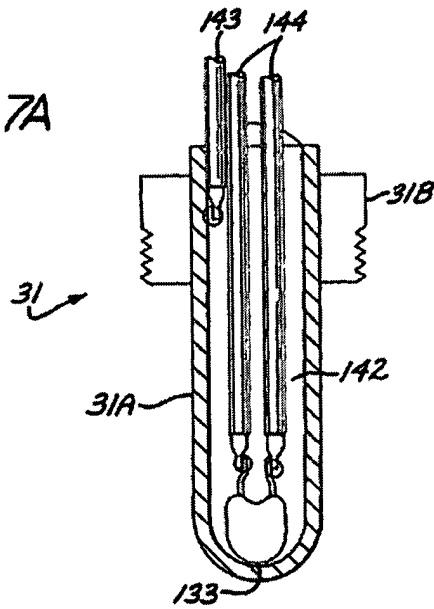
FIG. 2B

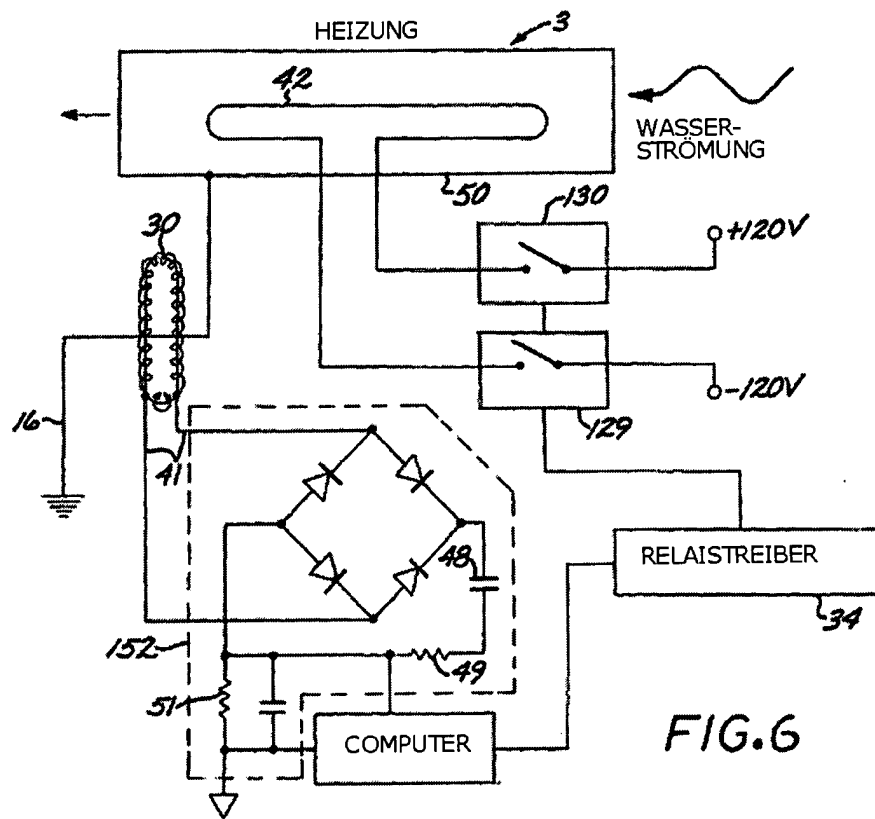






**FIG. 7A**





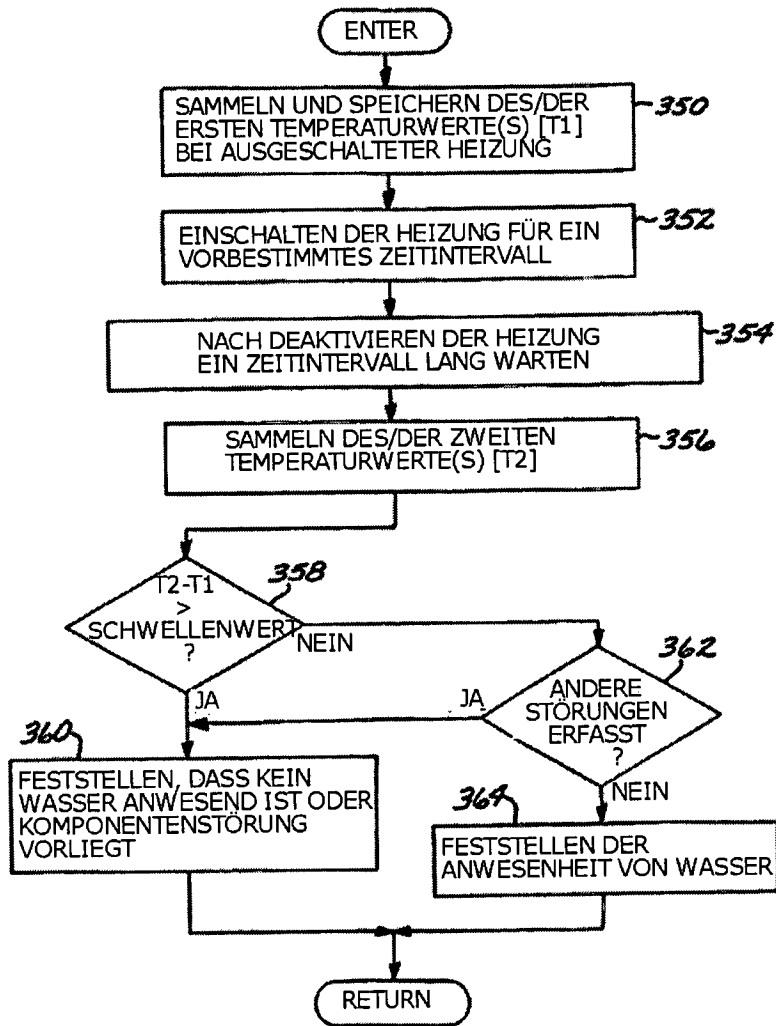


FIG.7B

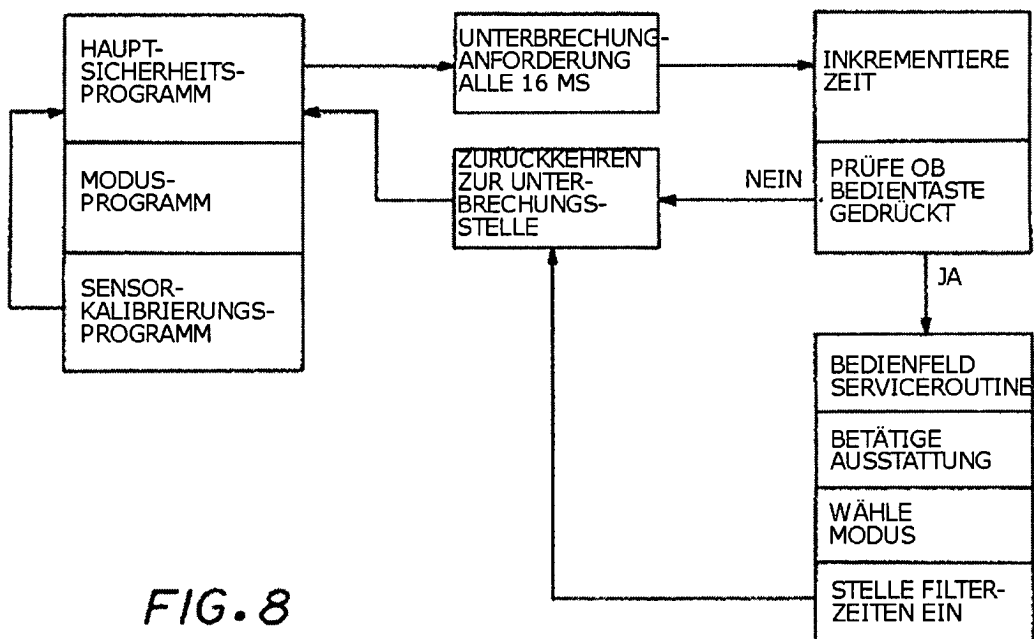


FIG. 8

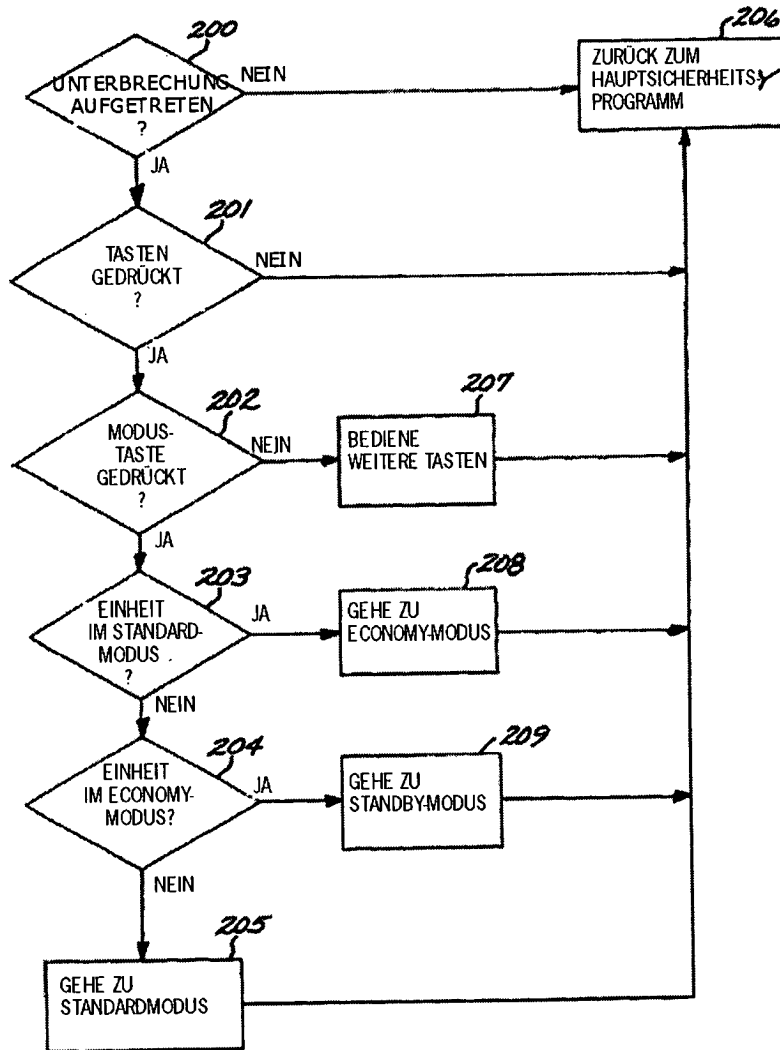


FIG.9

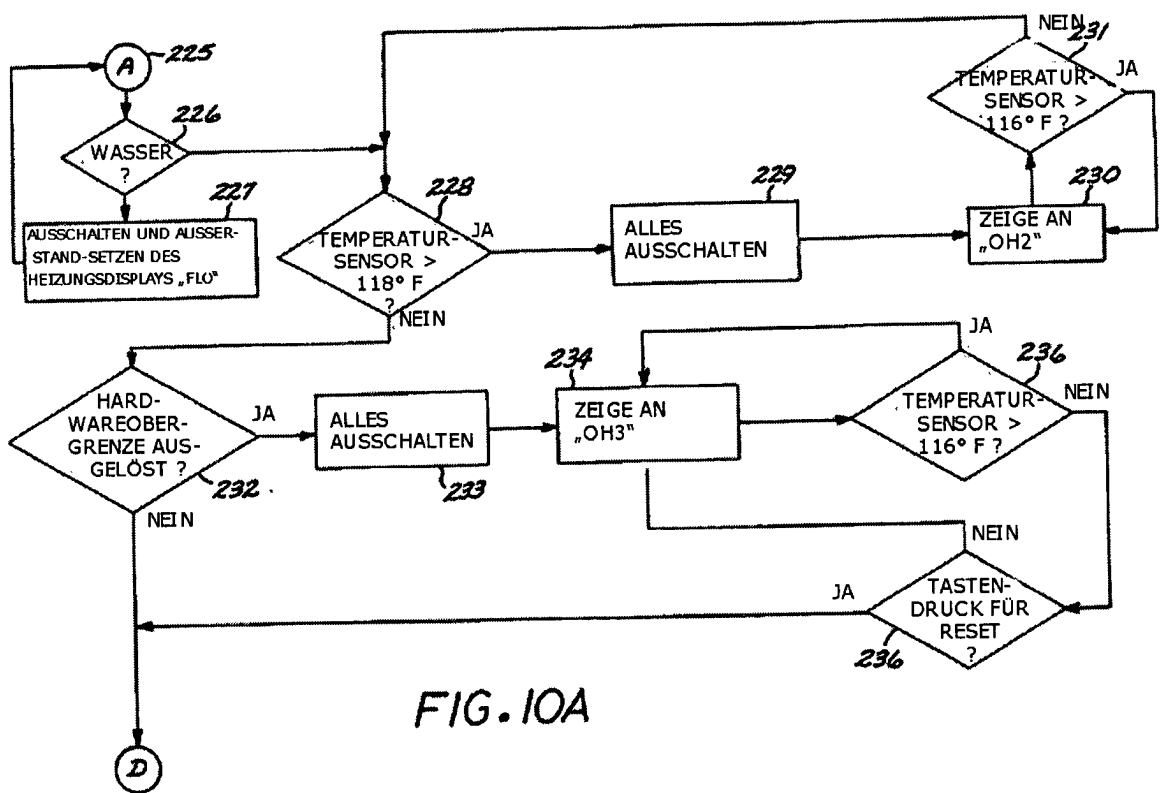


FIG. 10A

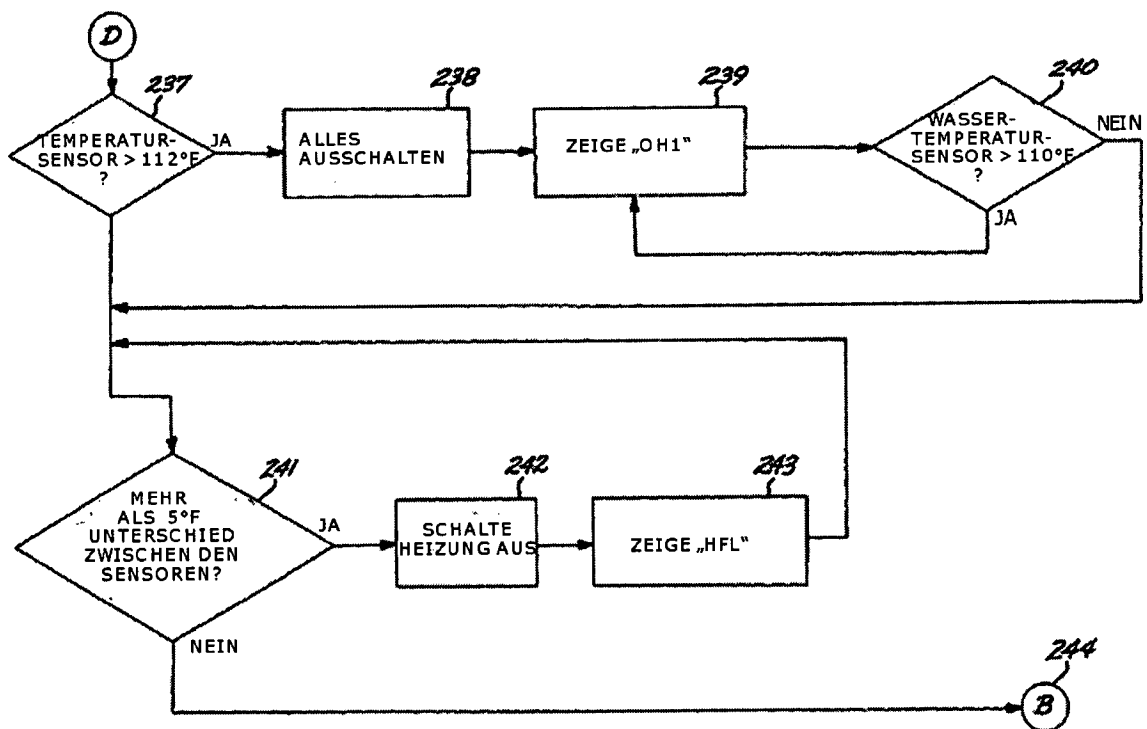


FIG. 10B

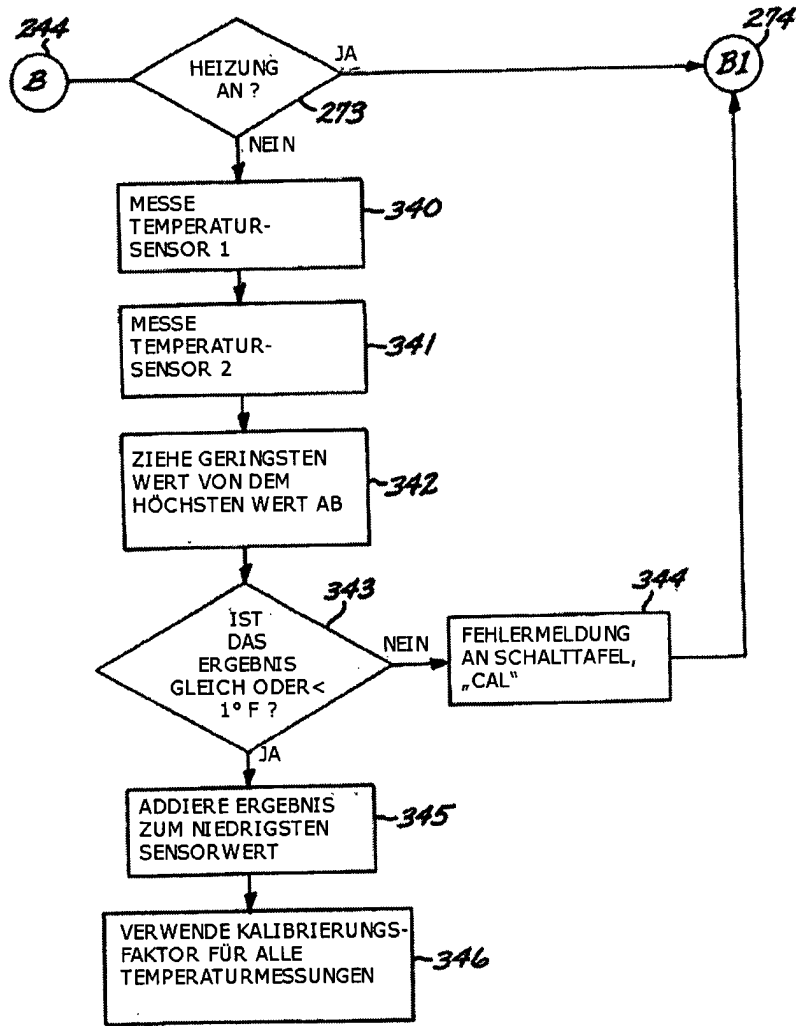
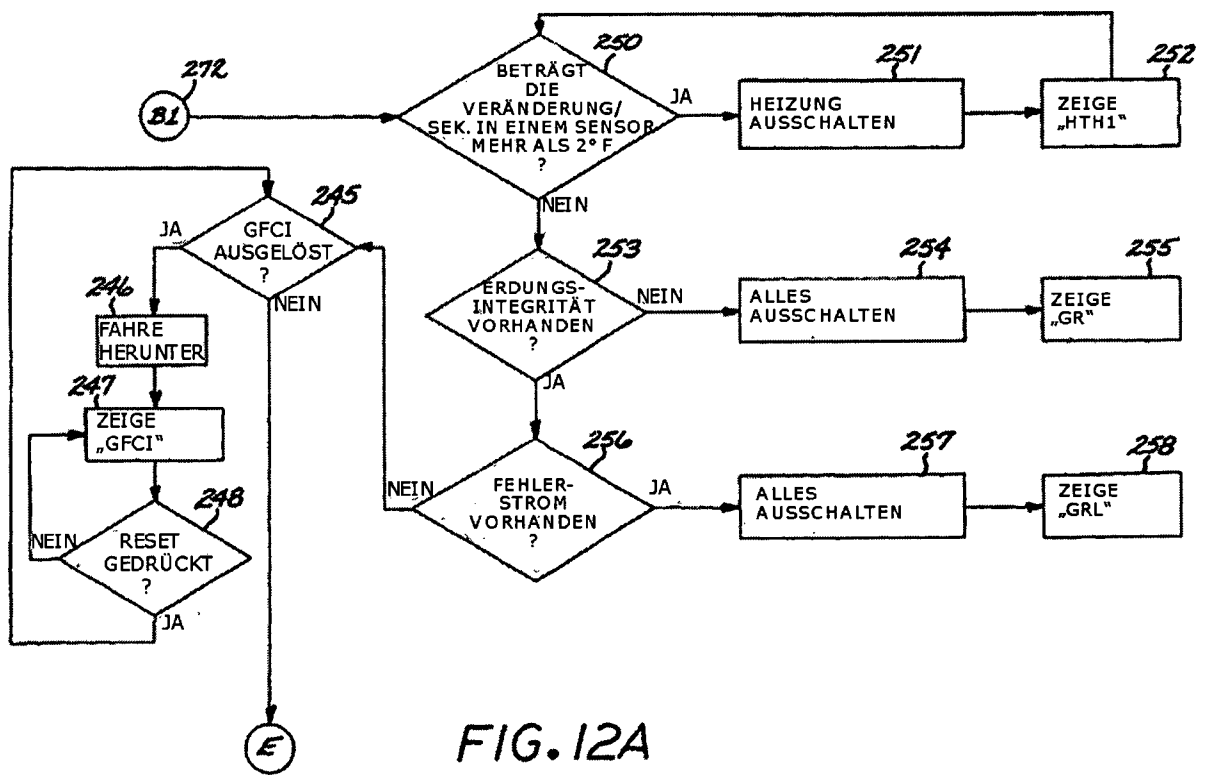


FIG. 11



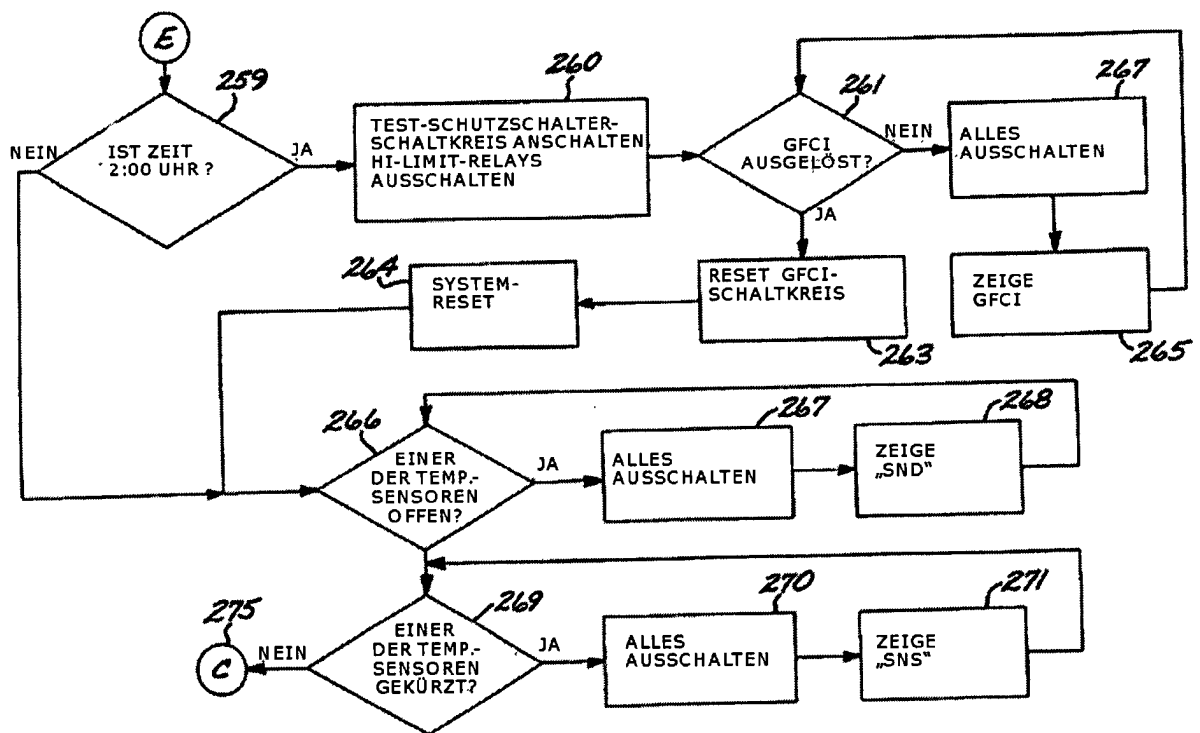
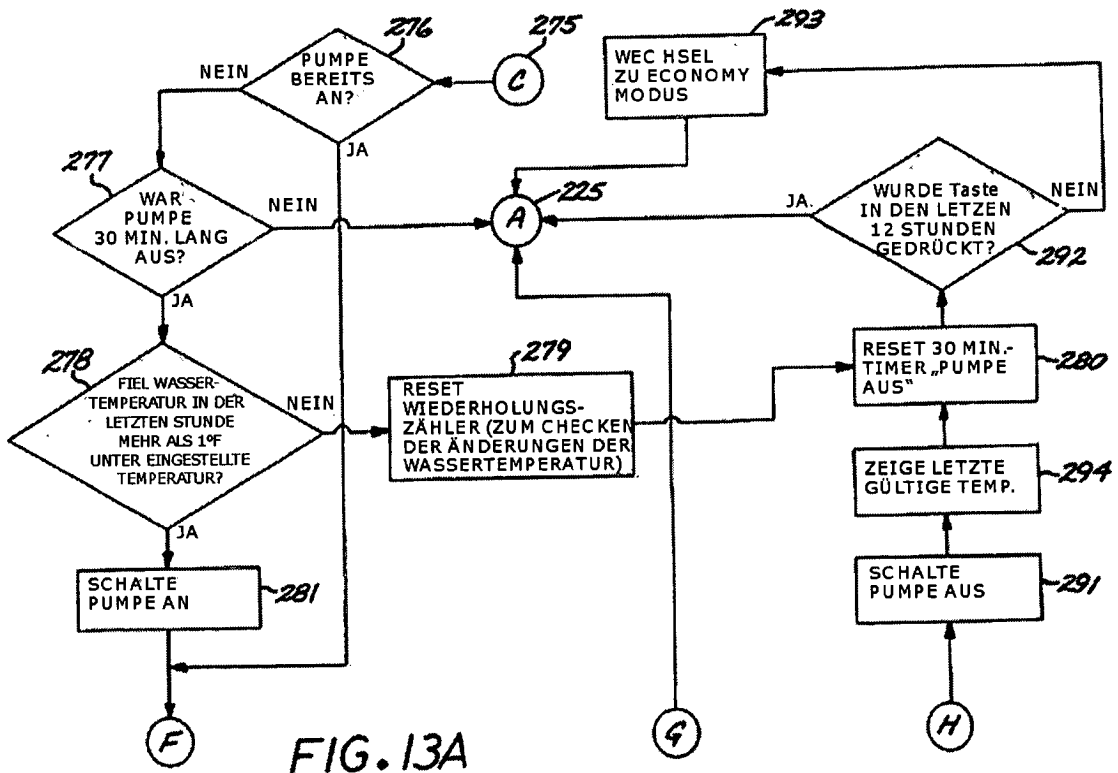


FIG. 12B



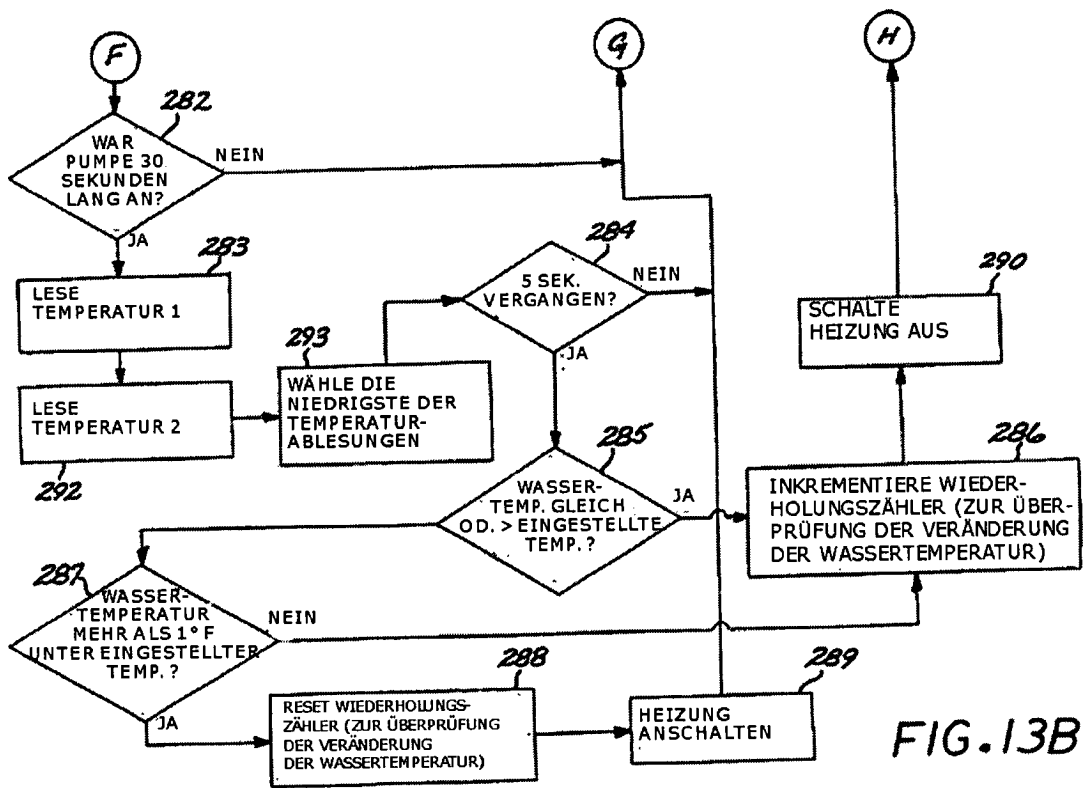


FIG. 13B

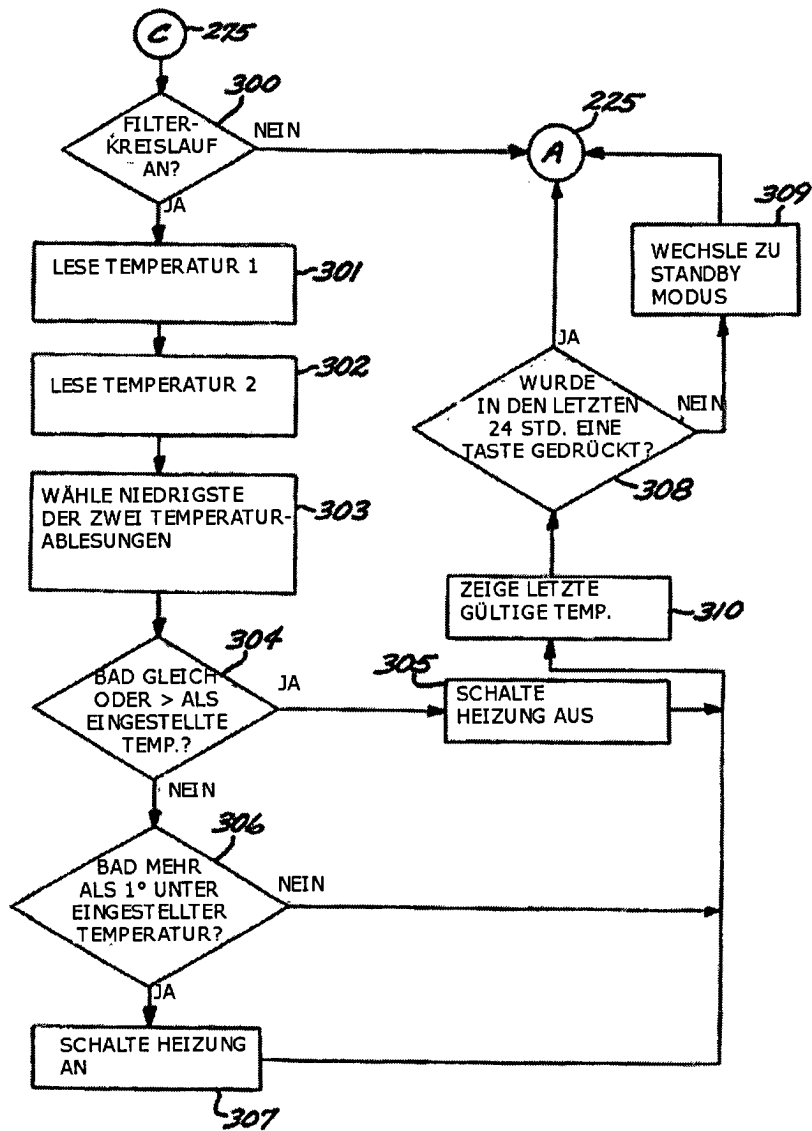


FIG. 14

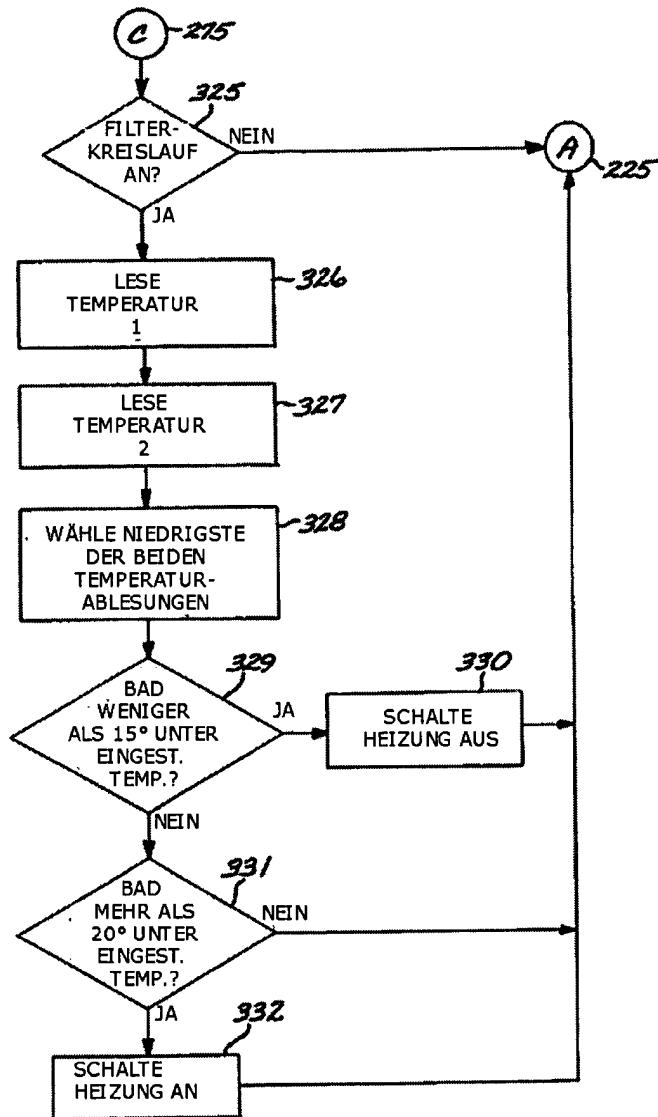


FIG.15