



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 04 990 T2 2004.07.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 177 541 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 04 990.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/13250**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 930 724.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/70572**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **23.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.02.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.07.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G08B 25/10**
G08B 26/00

(30) Unionspriorität:
311014 13.05.1999 US

(73) Patentinhaber:
Honeywell Inc., Morristown, N.J., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

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

(72) Erfinder:
HELGESON, A., Michael, Eagan, US

(54) Bezeichnung: **DRAHTLOSES STEUERUNGSNETZWERK MIT PLANMÄSSIGEN ZEITSCHLITZEN**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen Gebäudeüberwachung und -Steuerung zur Verwendung im kommerziellen und Wohnbereich. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Gebäudeüberwachungs- und Steuersysteme einschließlich von Sicherheits-, Heizungs-, Lüftungs-, Klimatisierungs- und anderen Systemen, bei denen drahtlose zweiseitig gerichtete Hochfrequenzkommunikation zwischen Haupteinheiten und abgesetzten Einheiten verwendet wird. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung abgesetzte Einheiten mit geplanten Übertragungen, die so koordiniert sind, daß Zusammenstöße zwischen geplanten Übertragungen vermieden werden.

STAND DER TECHNIK

[0002] Gebäudeüberwachungs- und -steuersysteme einschließlich Sicherheits-, Heizungs-, Lüftungs-, Klimatisierungs- und anderer Überwachungs- und Steuersysteme werden zunehmend sowohl in kommerziellen Gebäuden als auch in Wohnungen benutzt. Bei Sicherheitssystemen beruht die zunehmende Verwendung teilweise auf einer langzeitigen Wahrnehmung steigender Kriminalität und einer wachsenden Kenntnis der Verfügbarkeit von Gebäudeüberwachungs- und -Sicherheitssystemen. Bei Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungssystemen beruht die zunehmende Verwendung teilweise auf dem Wunsch, Heizungs- und Kühlungskosten zu verringern und Energie zu sparen.

[0003] Ein Gebäudeüberwachungs- und/oder -steuersystem enthält typischerweise verschiedene an Erfassungsvorrichtungen angekoppelte abgesetzte Einheiten und mindestens eine Haupteinheit, die typischerweise an einer zentralen Stelle im Gebäude sitzt und Anzeigefunktionen und Meldefunktionen zu einer anderen Stelle wie beispielsweise einem zentralen Meldedienst oder einer Polizeidienststelle enthalten kann. Abgesetzte Einheiten sind in der Vergangenheit fest mit der Haupteinheit verdrahtet gewesen. Beispielsweise sind in einem Sicherheitssystem oft Reed-Schalter oder Hall-Schalter in der Nähe von bei Türen und Türzargen befindlichen Magneten angeordnet, wobei das Öffnen einer Tür Kontinuität herstellt oder unterbricht und das sich ergebende Signal von der Haupteinheit empfangen wird.

[0004] Bei fest verdrahteten Systemen können die abgesetzten Einheiten und die Erfassungsvorrichtungen beinahe dieselben sein. Beispielsweise kann die Erfassungsvorrichtung eine Folienspur auf einer Glasscheibe und die abgesetzte Einheit Drahtanschlüsse mit wahlweiser Signalaufbereitungseinrichtung sein, die zu einem mit der Haupteinheit verbundenen Drahtpaar führen. Festverdrahtete Einheiten können am leichtesten in einem Neubau installiert werden, wo das Verlegen von Drahtpaaren leichter als in bestehenden Gebäuden ist. Die Installation von

fest verdrahteten Systemen kann in bestehenden Gebäuden teilweise aufgrund der Lohnkosten des Verlegens von Drähten durch bestehende Wände und Decken sehr kostspielig sein. Insbesondere kann, Punkt für Punkt gesehen, die nachträgliche Installation in Wohnhäusern teuer sein, da Häuser oft nicht für eine fortlaufende Änderung konstruiert sind, so wie es viele Bürogebäude sind. Beispielsweise weisen die meisten Häuser keine Hängedecken und Verteilerschränke in regelmäßigen Abständen auf. Bei Häusern können die ästhetischen Erwartungen höher sein als bei kommerziellen Bürogebäuden und erfordern größere Sorgfalt bei der Installation und Verdeckung von Verdrahtung.

[0005] Drahtlose Sicherheitssysteme haben wachsende Verbreitung gefunden. Bestehende Systeme verwenden Hochfrequenzübertragung, häufig im Bereich von 400 MHz. Mit drahtlosen Systemen kann die Notwendigkeit an Verdrahtung zwischen abgesetzter und Haupteinheit bzw. -einheiten sehr verringert werden. Insbesondere können drahtlose Systeme ohne Verdrahtung zwischen den abgesetzten Einheiten und den Haupteinheiten kommunizieren. Abgesetzte Einheiten erfordern immer noch Strom für ihren Betrieb und können Verdrahtung erfordern, um diesen Strom zuzuführen, woraus ein zusätzliches Erfordernis für Stromverdrahtung entstehen kann, wo der Strom in fest verdrahteten Systemen über die zum Kommunizieren zwischen abgesetzten Einheiten und der Haupteinheit benutzte Verdrahtung bereitgestellt worden ist. Durch das Stromerfordernis kann der Vorteil der Drahtlosigkeit von Hochfrequenzeinheiten teilweise aufgehoben werden, da noch einige Verdrahtung erforderlich ist. Oft wird das Stromversorgungsverdrahtungserfordernis durch die Verwendung von Batterien eliminiert. Die Batterielebensdauer ist größtenteils eine Funktion des Stromverbrauchs der abgesetzten Einheiten. Der Stromverbrauch ist sowohl von der Elektronik als auch dem Übertragungs-Einschaltzyklus der Einheit abhängig.

[0006] Bei gegenwärtigen drahtlosen Systemen werden typischerweise abgesetzte Einheiten benutzt, die nur senden können, und Haupteinheiten, die nur empfangen können. Abgesetzte Einheiten übertragen oft Sensordaten unnötig lange und mit höherem Strom als erforderlich, da keine Zweirichtungsfähigkeit besteht, und daher keine Möglichkeit, daß die Haupteinheit den Empfang der ersten Nachricht der abgesetzten Einheit oder eine Niederstromnachricht bestätigen kann. Manchmal übertragen die abgesetzten Einheiten in regelmäßigen periodischen Zeitabständen eine Gesundheitszustandsnachricht. Mit der Gesundheitszustandsnachricht wird die Gesundheit der abgesetzten Einheit mitgeteilt, und sie enthält manchmal Sensordaten und informiert die Haupteinheit darüber, daß die abgesetzte Einheit noch funktioniert.

[0007] Die periodischen Übertragungen können an den abgesetzten Einheiten durch Handeinstellung von DIP-Schaltern oder Bereitstellung von lokaler

Programmierung für die abgesetzten Einheiten geplant werden. Die Zeitplanung der Übertragungen der abgesetzten Einheiten kann jedoch typischerweise nicht durch die Haupteinheit gesteuert oder eingestellt werden, da die Kommunikation zwischen Haupt- und abgesetzten Einheiten einseitig gerichtet ist. Die Haupteinheit hat einfach keine Möglichkeit einer Benachrichtigung der Änderung der Zeitgabe von durch die abgesetzten Einheiten bereitgestellten Übertragungen. Da keine Koordination zwischen den Übertragungszeiten der abgesetzten Einheiten besteht, können zwischen den Übertragungen einer abgesetzten Einheit Zusammenstöße auftreten, die die Gesamtzuverlässigkeit des Systems verringern können. Um die Wahrscheinlichkeit zu steigern, daß eine bestimmte Übertragung einer abgesetzten Einheit von der Haupteinheit empfangen wird, kann die abgesetzte Einheit dieselben Übertragungen viele Male tätigen. Dadurch kann jedoch der von den abgesetzten Einheiten verbrauchte Strom bedeutsam erhöht werden.

[0008] Was daher wünschenswert wäre, ist ein zweiseitig gerichtetes drahtloses Überwachungs- und/oder Steuersystem mit vorbestimmten oder periodischen, auf systemweiter Basis koordinierten Übertragungen einer abgesetzten Einheit, um einen Zusammenstoß zwischen den geplanten Übertragungen zu verringern oder zu vermeiden. Dadurch kann die Zuverlässigkeit des Systems bedeutsam gesteigert werden, und der von den abgesetzten Einheiten verbrauchte Strom könnte verringert werden.

[0009] In der DE-A-4344172 ist ein System mit Haupteinheit und abgesetzter Einheit offenbart, bei dem die abgesetzten Einheiten zur Haupteinheit übertragen, obwohl die Haupteinheit keinen Sender aufweist. In der CH-A-673184 ist ein System offenbart, bei dem eine Haupteinheit abgesetzte Einheiten auf Daten abfragt.

[0010] Die vorliegende Erfindung stellt ein Gebäudeüberwachungssystem mit zweiseitig gerichteter Hochfrequenzkommunikation bereit, mit folgendem: mindestens einer Haupteinheit mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger;

einer Mehrzahl von abgesetzten Einheiten mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger, wobei diese abgesetzten Einheiten zu der Haupteinheit senden und von ihr empfangen können; und

wobei die Haupteinheit eine Haupt-Zeitplansteuerung enthält, die nicht zusammenstoßende vorbestimmte Kommunikationszeiten über den Sender der Haupteinheit für jede der abgesetzten Einheiten bereitstellt, wobei die abgesetzten Einheiten einen an eine Steuerung angekoppelten Zeitgeber aufweisen, um es den abgesetzten Einheiten zu ermöglichen, zu den vorbestimmten Kommunikationszeiten mit der Haupteinheit zu kommunizieren.

[0011] Auch bietet die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Ermöglichen, daß eine abgesetzte Einheit mit einer Haupteinheit in einem Gebäudeüberwachungssystem mit mindestens einer Hauptein-

heit mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger und einer Mehrzahl von abgesetzten Einheiten mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger kommuniziert, wobei die abgesetzten Einheiten zur Haupteinheit senden und von ihr Nachrichten empfangen können, mit folgenden Schritten:

Bestimmen einer Kommunikationszeit für eine abgesetzte Einheit, zu der jede abgesetzte Einheit mit der Haupteinheit kommunizieren kann, so daß die jeweiligen Zeiten der abgesetzten Einheit nicht miteinander zusammenstoßen;

Übertragen der Kommunikationszeit jeder abgesetzten Einheit zu einer entsprechenden abgesetzten Einheit; Erkennen, wenn die Kommunikationszeit der abgesetzten Einheit für jede abgesetzte Einheit ankommt; und

Übermitteln einer Nachricht zwischen einer entsprechenden abgesetzten Einheit und der Haupteinheit, wenn die Kommunikationszeit jeder abgesetzten Einheit erkannt wird.

[0012] Der Hauptzeitplan kann eine aus Elementen gebildete zeitlich geordnete Datenstruktur sein, wobei jedes Element eine Kennzeichnung einer abgesetzten Einheit, eine zu verwendende Sendefrequenz, eine Zeit zum Erwarten einer Sendung von der abgesetzten Einheit und die nächste Zeit, zu der die abgesetzte Einheit eine Nachricht mit geplanter oder vorbestimmter Zeit senden soll, umfaßt. Im allgemeinen kann der Hauptzeitplan eine Tabelle, ein Datenfeld, ein Datenfeld mit verknüpften Listen zu dem Elementfeld, eine verknüpfte Liste oder eine beliebige sonstige Datenstruktur sein. Der Hauptzeitplan ist vorzugsweise mit vorbestimmten Sendezeiten der abgesetzten Einheit belegt, die so berechnet sind, daß die vorbestimmten Sendezeiten nicht miteinander zusammenstoßen. Es wird in Betracht gezogen, daß der Hauptzeitplan in Echtzeit geändert werden kann, beispielsweise, wenn die aktuelle Systembetriebsart geändert wird. Das kann dazu beitragen, die Systemkonfiguration und Systemleistung optimal zu halten.

[0013] Der Hauptzeitplan kann in der Haupteinheit unter Verwendung von von den abgesetzten Einheiten erhaltenen Informationen und aus in den Haupteinheiten bereitgestellten Informationen wie beispielsweise Nachschlagetabellen mit Informationen von Merkmalen und Eigenschaften verschiedener Arten abgesetzter Einheiten erstellt werden. In einem Verfahren zum Erlangen von Informationen zur Erstellung eines Hauptzeitplans werden Informationen aus Sendungen der abgesetzten Einheit erhalten und durch zusätzliche Fragen und Tabellensuchen für die gefundene Art der spezifischen abgesetzten Einheit ergänzt. Zu Informationen, die zum Gewinnen des Hauptzeitplans benutzt werden können, gehören die aktuelle Systembetriebsart, die gewünschte bzw. Ziel-Sendezeit, die erwartete Sendedauer, der gewünschte Sicherheitsspielraum und die einer Antwort zugeordnete Zeit. In einigen Ausführungsformen wird angenommen, daß die erwartete Sendedauer für alle

Arten von abgesetzter Einheit konstant ist.

[0014] Der Hauptzeitplan kann auch dadurch erstellt werden, daß man die für das System zulässige Höchstzeit erlangt, eine höchstzulässige erwartete Sendedauer erlangt, einen mindestens teilweise auf der Dauer basierenden höchstzulässigen Zeitraum bestimmt, die maximale Zielzeit durch den maximalen Zeitraum teilt, um die Gesamt-Elementenzahl zu erhalten, beginnend mit einem Element für jede abgesetzte Einheit eine Datenstruktur mit dieser Elementenzahl erstellt, ein Element mit verfügbarer Zeit mit einer Kennung einer abgesetzten Einheit anfüllt und dann um den Zielbetrag der Zielzeit der abgesetzten Einheit vorspringt und ein weiteres Element mit einer Kennung einer abgesetzten Einheit anfüllt und dies so lange wiederholt, bis die maximale Zeit abgedeckt worden ist. Zusammen mit der Kennung der abgesetzten Einheit wird vorzugsweise auch die nächste Sendezeit für die abgesetzte Einheit in das Element eingeschrieben. Weitere beispielhafte Verfahren und Einrichtungen zum Erstellen eines Hauptzeitplans sind in der ausführlichen Beschreibung beschrieben.

[0015] Zur Ausführungszeit kann der Hauptzeitplan elementweise durchlaufen werden, um den vorbestimmten Sendezeitplan der abgesetzten Einheiten im System zu koordinieren. In einem System wird ein Element einer Datenstruktur für die erwartete Sendung einer abgesetzten Einheit zur Zeit der erwarteten Sendung besucht, bis die Sendung empfangen wird oder bis ein Zeitablauf eintritt. Wenn die Sendung empfangen wird, wird die Nachricht bestätigt, und enthält wahlweise die nächste Sendezeit für die abgesetzte Einheit. Wenn die Sendung nicht innerhalb der Zeitablaufzeit empfangen wird, kann dies notiert werden und in dem Element gespeichert und/oder eine entsprechende Handlung unternommen werden. In beiden Fällen wird das nächste Element im Zeitablauf besucht und der Vorgang wiederholt. In einigen Ausführungsformen wird von der abgesetzten Einheit dieselbe Zeitdauer benutzt, bis sie geändert wird, wobei die Zeitgabe der Bestätigungsnachricht als Synchronsignal dient.

[0016] In einem für die Ausführung in einer abgesetzten Einheit geeigneten Vorgang bestimmt die abgesetzte Einheit eine Zeit für die Kommunikation mit einer Haupteinheit; wartet in einem Nichtempfangs- und Nichtsendezustand mit niedrigem Stromverbrauch, daß entweder ein Zeitgeber-Zeitablauf oder ein Ereignis eintritt; wechselt bei Erkennung des Ereignisses in einen Sendezustand und sendet Daten zur Haupteinheit; wechselt bei Eintreten des Zeitablaufs in einen Sendezustand und sendet Daten zur Haupteinheit; wartet auf Bestätigung von der Haupteinheit nach dem Senden der Daten und nimmt wieder den Zustand niedrigen Stromverbrauchs ein. Wenn keine Bestätigung empfangen wird, wird in bevorzugten Ausführungsformen eine Sendungswiederholung durchgeführt, manchmal mit einem höheren Strompegel. In einem Vorgang werden von der

abgesetzten Einheit zusammen mit der Bestätigung Informationen für die nächste Sendung empfangen. Die Bestätigung kann zum Neusynchronisieren des Zeitgebers der abgesetzten Einheit mit dem Zeitgeber der Haupteinheit benutzt werden. In einem Vorgang werden von der abgesetzten Einheit zusammen mit der Bestätigung Frequenzinformationen in Bezug auf die nächste Sendung empfangen. Die neuen Zeitgeberinformationen und das neue Synchronsignal können dazu benutzt werden, den Zeitgeber der abgesetzten Einheit auf Erzeugung des nächsten Zeitablaufs zur richtigen vorbestimmten Zeit benutzt werden.

[0017] Wie oben angedeutet, wird in Betracht gezogen, daß der Hauptzeitplan in Echtzeit geändert werden kann, um das System umzukonfigurieren. Dies könnte zum Optimieren des Systems beitragen, wenn das System seine Betriebsart ändert. Beispielsweise kann der Hauptzeitplan die Aktualisierungsrate für die in einer aktiven Zone befindlichen Temperatursensoren steigern und kann die Aktualisierungsrate für die in einer nichtaktiven Zone befindlichen Temperatursensoren herabsetzen. Die Aktualisierungsraten und die diesen zugewiesenen Zeitschlitze können so vom Hauptzeitplan in Echtzeit gesteuert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild eines drahtlosen Steuersystems mit einer Haupteinheit und zwei abgesetzten Einheiten;

[0019] **Fig. 2** ist ein Blockschaltbild einer drahtlosen abgesetzten Einheit mit einem an eine Steuerung angekoppelten Sender/Empfänger;

[0020] **Fig. 3** ist ein Blockschaltbild einer Haupteinheit mit einem an eine Steuerung angekoppelten Sender/Empfänger;

[0021] **Fig. 4** ist ein Zustandsübergangsdiagramm eines Vorgangs, der in einer abgesetzten Einheit ablaufen kann;

[0022] **Fig. 5** ist ein Zustandsübergangsdiagramm auf hoher Ebene eines Vorgangs, der in einer Haupteinheit zum Aufbau eines Hauptzeitplans von vorbestimmten Sendungen einer abgesetzten Einheit ablaufen kann;

[0023] **Fig. 6** ist ein Pseudokodediagramm eines Vorgangs, der in einer Haupteinheit zum Aufbau eines Hauptzeitplans von vorbestimmten Sendungen einer abgesetzten Einheit ablaufen kann;

[0024] **Fig. 7** ist ein Diagramm eines Hauptzeitplan-Teildatenfeldes nach Ausführung von vier unterschiedlichen Schritten, wobei das Datenfeld einen Knoten für jede vorbestimmte Sendung einer abgesetzten Einheit aufweist, wobei jeder Knoten in einer mit einem zweiten Element des Datenfeldes verknüpften verknüpften Liste steht;

[0025] **Fig. 8** ist ein Diagramm einer teilweise verknüpften Liste nach Ausführung von vier unterschiedlichen Schritten ähnlich den Schritten der **Fig. 7**, wo-

bei die verknüpfte Liste einen Knoten für jede vorbestimmte Sendung einer abgesetzten Einheit aufweist, wobei jeder Knoten in einer zeitlich geordneten verknüpften Liste steht; und

[0026] **Fig. 9** ist ein Teil-Zeitdiagramm entsprechend der Ausführung des Hauptzeitplans der **Fig. 7** oder **8**, das den Mangel an Zusammenstößen zwischen vorbestimmten Sendungen darstellt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0027] **Fig. 1** zeigt ein drahtloses Steuersystem **20** mit einer Haupteinheit **22** und zwei drahtlosen abgesetzten Einheiten **24** und **25**. Die Haupteinheit **22** enthält eine Antenne **26**, eine Stromversorgungsleitung **28**, eine Anzeigefeld-Ausgangsleitung **30**, eine Alarmvorrichtung-Ausgangsleitung **32** und eine Telefonleitung **34**. Ein erfindungsgemäßes Gebäudeüberwachungs- und -steuersystem weist typischerweise mindestens eine Haupteinheit auf, die normalerweise mit Netz-Wechselstrom bestromt ist, aber batteriebestromt sein oder eine Batterie-Reservestromversorgung aufweisen kann. Die abgesetzte Einheit **24** enthält eine Antenne **23** und ist an zwei diskrete Sensoreingänge **36** und **38** angekoppelt. Der Sensoreingang **36** ist ein Schließer-Sensor und der Sensoreingang **38** ist ein Öffner-Sensor. Die Sensoren **36** und **38** können Reed-Schalter oder an Magneten angekoppelte Hall-Vorrichtungen sein, die zum Erfassen des Öffnens und Schließens von Tür und Fenster benutzt werden. Der Sensor **38** kann ein Foliendurchgangssensor sein, der zum Erkennen von Glasbruch benutzt wird. Die abgesetzte Einheit **25** enthält eine Antenne **23** und zwei Analogsensoren **40** und **42**. Der Sensor **40** ist eine Vorrichtung mit veränderlichem Widerstand, und der Sicherheitsensor **42** ist eine Vorrichtung mit veränderlicher Spannung. Analogsensoren können Variablen wie beispielsweise Schwingung, Geräusch, Temperatur, Bewegung und Druck messen. Sensoren erfassen oder messen typischerweise Variablen und Ausgangsdaten. Die Daten können binär oder diskret, d.h. ein/aus sein. Die Daten können auch kontinuierlich oder analog sein, d.h. einen Wertebereich aufweisen. Analogdaten können unter Verwendung eines A/D-Wandlers in digitale Form umgewandelt werden.

[0028] Zu Beispielen von Sensoren gehören Raumschutzsensoren wie beispielsweise Türschalter, Fensterschalter, Glasbruchmelder und Bewegungsmelder. Sicherheitssensoren wie beispielsweise Rauchmelder, Kohlenmonoxidsmelder und Kohlendioxidmelder sind ebenfalls Beispiele von Sensoren, die zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung geeignet sind. Andere Sensoren umfassen Temperatursensoren, Wassermelder, Feuchtigkeitssensoren, Lichtsensoren, Schieberstellungssensoren, Ventilstellungssensoren, elektrische Kontakte, Stromzählersensoren und Wasser-, Luft- und Dampfdrucksensoren. Zusätzlich zu Sensoren können auch Ausga-

bevorrichtungen bei der vorliegenden Erfindung enthalten sein. Beispiele von Ausgabevorrichtungen umfassen Ventilantriebe, Schieberantriebe, Jalousie-Steilantriebe, Heizungssteuerungen und Sprinklerdüsensteuerungen. In einer Ausführungsform benutzen abgesetzte Vorrichtungen mit Ausgabefähigkeit Schaltungen, die den für Sensoren benutzten Schaltungen gleich oder ähnlich sind, insbesondere für die Kommunikations- und Steuerungsteile der Vorrichtungen. An Ausgabevorrichtungen angekoppelte abgesetzte Vorrichtungen sind typischerweise fest mit Stromquellen verdrahtet, da sie typischerweise mehr Strom als die Sensor-Eingabevorrichtungen verbrauchen. Aus diesem Grund profitieren abgesetzte Vorrichtungen mit Ausgabevorrichtungen u.U. nicht so sehr von den stromsparenden Merkmalen der vorliegenden Erfindung.

[0029] Ein Gebäudeüberwachungs- und/oder -steuersystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine große Anzahl von abgesetzten Einheiten aufweisen, die über einen durch die HF-Kommunikation abgedeckten Bereich ausgebreitet sein können. Bei einem System können sich abgesetzte Einheiten rund 5000 Fuß (von freiem Raum) von der Haupteinheit entfernt befinden. Die eigentliche Entfernung kann aufgrund von dazwischenliegenden Wänden, Fußböden und allgemein elektromagnetischer Störung geringer sein. Systeme können auch Verstärkungseinheiten aufweisen, Einheiten die Nachrichten empfangen und weiter übertragen, um den abgedeckten Bereich zu vergrößern. Bei einigen Systemen können Verstärker einen über eine lange festverdrahtete Strecke an einen Sender angekoppelten Empfänger aufweisen, wodurch getrennte Bereiche durch eine Haupteinheit abgedeckt werden können.

[0030] Nunmehr bezugnehmend auf **Fig. 2** ist ausführlicher eine abgesetzte Einheit **50** mit einer Antenne **23**, einem Sender/Empfänger **52** und einer Steuerung **54** dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform sind der Sender/Empfänger **52** und die Steuerung **54** jeweils an die Stromquelle **56** angekoppelt. In einer Ausführungsform enthält die Steuerung **54** einen programmierbaren Mikroprozessor wie beispielsweise den PIC-Mikroprozessor. In einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerung hauptsächlich aus einer einmal programmierbaren oder beschreibbaren Zustandsmaschine gebildet. Der Sender/Empfänger **52** ist vorzugsweise ein UHF-Sender/Empfänger, der im 400- oder 900-MHz-Bereich sendet und empfängt. In einer Ausführungsform kann der Sender/Empfänger **52** so eingestellt werden, daß er auf unterschiedlichen Frequenzen sendet und empfängt und schnell zwischen Frequenzen umschaltet. Während der Sender/Empfänger **52** die Fähigkeit zum gleichzeitigen Senden und Empfangen enthalten kann, kann der Sender/Empfänger **52** in einer bevorzugten Ausführungsform nur entweder empfangen oder senden, aber nicht beides gleichzeitig. In der dargestellten Ausführungsform ist die Steuerung **54** mit der Steuereingangsleitung **58**, der Steueraus-

gangsleitung **60**, der seriellen Eingangsleitung **62** und der seriellen Ausgangsleitung **64** an den Sender/Empfänger **52** angekoppelt.

[0031] Die Steuereingangsleitung **58** kann dazu benutzt werden, den Sender/Empfänger rückzusetzen, Betriebsarten einzustellen und Sende- und Empfangsfrequenzen einzustellen. Die Steuerausgangsleitung **60** kann von der Signalsteuerung **54** dazu benutzt werden, zu bestimmen, wann Kommunikationsempfänge oder -sendungen abgeschlossen sind. Die serielle Eingangsleitung **62** kann zum Einspeisen von zu sendenden Nachrichten sowie zu benutzenden Frequenzen und anderen Steuerparametern in den Sender/Empfänger **52** benutzt werden. Die serielle Ausgangsleitung **64** kann zur Bereitstellung von vom Sender/Empfänger **52** empfangenen Nachrichten für die Steuerung **54** und zur Übermittlung von Informationen über Signalstärke zur Steuerung **54** benutzt werden. Die Steuerung und seriellen Leitungen können natürlich für einen beliebigen Zweck benutzt werden, und die besprochenen Verwendungen stellen nur wenige Beispiele derartiger Verwendungen in einer Ausführungsform dar. In einigen Ausführungsformen werden die seriellen Leitungen zur Übermittlung von Zustands- wie auch Steuerdaten benutzt.

[0032] Die abgesetzte Einheit **50** kann auch Sensor-Eingangsleitungen **66** zur Ankopplung an Sicherheitssensoren und andere Vorrichtungen enthalten. Eine Rücksetzleitung **68** kann an einen Rücksetzknopf angekoppelt sein, um die abgesetzte Einheit **50** rückzusetzen, wenn Neuinitialisierung der Einheit gewünscht wird, wie beispielsweise zur Installationszeit oder nach Batteriewechsel. In einigen Ausführungsformen dient die Batterie-Stromwiederherstellung als Rücksetzfunktion. Es ist eine Stromleitung **56** dargestellt, die sowohl Sender/Empfänger als auch Steuerung **54** versorgt. In einigen Ausführungsformen wird der Strom direkt nur im Steuerungsteil oder dem Sender/Empfängerteil zugeführt, wobei der Steuerungsteil vom Sender/Empfängerteil oder umgekehrt versorgt wird. In der dargestellten Ausführungsform sind die Steuerung **54** und der Sender/Empfänger **52** für Zwecke der Darstellung der vorliegenden Erfindung getrennt gezeigt. In einer Ausführungsform sind sowohl Steuerung **54** als auch Sender/Empfänger **52** auf demselben Chip enthalten, wobei ein Teil der an Bord des Chips befindlichen Gatter zur Verwendung als Steuerungslogik im allgemeinen bestimmt oder insbesondere als benutzerprogrammierbarer Mikroprozessor benutzt wird. In einer Ausführungsform ist ein PIC-Mikroprozessor unter Verwendung von CMOS-Logik auf demselben Chip wie der Sender/Empfänger implementiert und der PIC-Mikroprozessor ist in einer interpretierten BASIC- oder JAVA-Sprache vom Benutzer programmierbar.

[0033] Nunmehr bezugnehmend auf **Fig. 3** ist die Haupteinheit **22** mit einem Sender/Empfängerteil **70** und einem Steuerungsteil **72** dargestellt. Die Haupteinheit **22** enthält Steuerleitungen **74** und **76** und serielle Leitungen **78** und **80**. In der dargestellten Aus-

führungsform ist die Rücksetzleitung **82** wie auch eine programmierbare Eingangsleitung **86**, eine Anzeigefeld-LED-Ausgangsleitung **84**, eine Hupen-Ausgangsleitung **32** und eine Telefonleitung **34** enthalten. Die programmierbare Eingangsleitung **86** kann für viele Zwecke einschließlich einer Fernleitungs-Steuerlogik, Eingabe von Tastenanschlägen und Eingabe von Zeilen von zu interpretierendem und auszuführendem BASIC- oder JAVA-Kode benutzt werden. Die Anzeigefeld-LED-Leitung **84** kann zum Steuern von Zustandsinformationen vermittelnden LED auf dem Anzeigefeld benutzt werden. Die Hupenleitung **32** kann zum Aktivieren von Warnhupen oder -lampen benutzt werden. Die Telefonleitung **34** kann für Zwecke des automatischen Hinauswählens benutzt werden, um einem Meldedienst oder der Polizei Einbrüche zu melden.

[0034] In einer Ausführungsform teilen sich die Haupteinheit **22** und die abgesetzte Einheit **50** einen gemeinsamen Chip mit dem Sender/Empfänger und der Steuerungslogik. In einer Ausführungsform befinden sich sowohl Sender/Empfänger als auch Steuerung an Bord desselben in den abgesetzten Einheiten benutzten Chips, aber der Steuerungsteil wird durch zusätzliche programmierbare Steuerungsfunktionalität wie beispielsweise einem Personal Computer ergänzt, ersetzt oder verstärkt. In vielen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann die Hauptsteuerung bzw. können die Steuerungen zusätzliche programmierbare Funktionalität auf die auf den abgesetzten Einheiten erforderliche Funktionalität erfordern.

[0035] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Sender/Empfängerteil der abgesetzten Einheit in mindestens 3 Betriebsarten arbeiten. In einer Betriebsart arbeitet der Sender/Empfänger in einem "Schlaf"-Modus mit sehr niedrigem Stromverbrauch, wobei der Sender/Empfänger weder sendet noch empfängt. Der Sender/Empfänger kann durch externe Steuersignale wie beispielsweise die durch aus dem Steuerlogikteil der abgesetzten Einheit kommenden Steuerleitungen bereitgestellten erweckt werden. In einer Ausführungsform der Erfindung kann nur die Steuerung den Zustand des Sender/Empfängers über die Steuerleitungen wie beispielsweise Steuerleitungen **58** und **60** in der **Fig. 2** ändern. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Sender/Empfänger durch mindestens drei Ereignisse aus dem Schlafmodus erweckt werden. Ein Ereignis ist das Eintreten einer Sensor-Datenänderung wie beispielsweise das Öffnen eines Türschalters oder eine bedeutende prozentuale Änderung einer analogen Variablen. Ein weiteres Ereignis ist der Ablauf eines voreingestellten Zeitraums wie beispielsweise der Ablauf des Zeitraums zwischen geplanten Gesundheitszustandsübertragungen durch die abgesetzte Einheit oder zwischen geplanten Gesundheitszustandsabfragungen durch die Haupteinheit, für die die abgesetzte Einheit wach zu sein wünscht. Ein weiteres Ereignis ist das Rücksetzen der abgesetz-

ten Einheit wie beispielsweise Rücksetzen der Rücksetzleitung **68** in der **Fig. 2**.

[0036] In einer Ausführungsform können abgesetzte Einheiten so konfiguriert oder programmiert sein, daß sie Sensordaten nur bei Eintreten eines Zeitablaufs oder Eintreten einer Änderung senden. Beispielsweise kann ein Temperatursensor so konfiguriert sein, daß er alle halbe Stunde oder bei einer Änderung von einem (1) Grad seit der letzten Sendung sendet. Dadurch kann der Stromverbrauch sehr herabgesetzt werden.

[0037] In einer Ausführungsform kann der Steuerungsteil der abgesetzten Einheit zwar in einem Modus des niedrigen Stromverbrauchs laufen, ist jedoch in der Lage, externe Signale und Unterbrechungen zu verarbeiten. In einer Ausführungsform wird die Zeitgabe von Zeitgebern an Bord des Chips bearbeitet, auf dem der Sender/Empfänger und die Steuerung untergebracht sind. In dieser Ausführungsform ist die Steuerungslogik in der Lage, Zeitgabefunktionen zu verarbeiten, während sie sich in einem Modus des niedrigen Stromverbrauchs befindet. In einer anderen Ausführungsform wird die Zeitgabe durch Schaltungen außerhalb des Mikroprozessors bearbeitet, wobei der Mikroprozessor in der Lage ist, auf Unterbrechung zu reagieren, aber nicht die Zeitgabefunktionalität bearbeiten kann. In dieser Ausführungsform kann die Zeitgabe von einem RC-Zeitgeber oder einem außerhalb des Mikroprozessors befindlichen Quarzoszillator bearbeitet werden, wodurch der Mikroprozessor in einem Modus sehr niedrigen Stromverbrauchs liegen kann, während die externe Zeitgabeschaltung die Zeitgabefunktionalität ausführt. In einer Ausführungsform befinden sich sowohl Zeitgabe- als auch Mikroprozessorschaltungen auf demselben Chip, können aber zur gleichen Zeit in unterschiedlichen Stromverbrauchsmodi laufen. In einer Ausführungsform initialisiert die abgesetzte Einheit ausschließlich der Zeitgabeschaltungen in einem Modus normalen Stromverbrauchs, schläft in einem Modus sehr niedrigen Stromverbrauchs und läuft bei Unterbrechung in einem Modus normalen Stromverbrauchs ab, während sie sendet oder empfängt.

[0038] Nunmehr bezugnehmend auf **Fig. 4** ist in einem Zustandsübergangsdiagramm ein Verfahren bzw. Algorithmus **150** gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der Vorgang **150** kann zum Betreiben einer abgesetzten Einheit wie beispielsweise der in **Fig. 2** dargestellten abgesetzten Einheit **50** benutzt werden. Der Vorgang **150** kann mit einem Zustand OFF (aus) **100** beginnen, wobei die abgesetzte Einheit abgeschaltet ist, beispielsweise bei einer leeren oder herausgenommenen Batterie. Wenn Strom angelegt wird, wie beispielsweise bei Einbau einer Batterie, kann vom Mikroprozessor oder von externen Schaltungen ein Ereignis POWER-UP (einschalten) **101** erfaßt werden, wodurch ein Übergang in einen Zustand WAITING FOR RESET (warte auf Rücksetzen) **102** verursacht wird. In vielen abgesetzten Einheiten ist ein Rücksetzknopf installiert, um Neuin-

itialisierung der abgesetzten Einheit durch die die Einheit installierende Person zu ermöglichen. In einer Ausführungsform kann ein Rücksetzen auch über Software erreicht werden, was nützlich sein kann, wenn die abgesetzte Einheit irgendwann einmal verwirrt wird oder lange nichts von der Haupteinheit gehört hat, unter Verwendung eines Überwachungszeitgebers. Durch ein Ereignis RESET (rücksetzen) **103** kann ein Übergang in einen Zustand INITIALIZING (Initialisierung) **104** verursacht werden. Während sie sich im Zustand INITIALIZING **104** befindet, können typische Initialisierungsschritte wie beispielsweise die Durchführung von Diagnostik, das Löschen des Speichers, Initialisierung von Zählern und Zeitgebern und Initialisierung von Variablen ausgeführt werden. Bei Abschluß der Initialisierung, wie bei **105** angedeutet, kann der Übergang in einen Zustand GETTING SLOTS (hole Schlitz) **106** eintreten. Der Zustand GETTING SLOTS **106** wird ausführlicher unten besprochen und kann den Empfang eines Zeitschlitzes zur Kommunikation mit der Haupteinheit und den Empfang von Frequenzschlitz zum Senden zu und Empfangen von der Haupteinheit umfassen. In einer Ausführungsform werden die bei der nächsten Sendung zu benutzenden Frequenzen und die bis zur nächsten Sendung verbleibende Zeit durch die abgesetzte Einheit in dem Zustand GETTING SLOTS bestimmt oder erlangt. Bei Abschluß des Zustandes GETTING SLOTS, wie bei **107** angedeutet, geht der Vorgang in einen Zustand SLEEPING (Schlaf) **108** über.

[0039] Der Zustand SLEEPING **108** ist vorzugsweise ein Zustand sehr niedrigen Stromverbrauchs, in dem der Sender/Empfänger weder senden noch empfangen kann. Im Zustand SLEEPING **108** befindet sich die Steuerungsschaltung bzw. der Mikroprozessor vorzugsweise ebenfalls in einem Zustand sehr niedrigen Stromverbrauchs. Während sie sich im Zustand SLEEPING **108** befindet, sollte es möglich sein, daß die abgesetzte Einheit durch Zeitgeberunterbrechungen oder Vorrichtungssensorunterbrechungen geweckt werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform verbleibt die abgesetzte Einheit auf unbestimmte Zeit im Zustand SLEEPING **108**, bis sie durch eine Unterbrechung geweckt wird. Bei Empfang eines Ereignisses SENSOR **109** kann ein Übergang in einen Zustand TRANSMITTING ALARM (sende Warnung) **110** eintreten. Während dieses Übergangs oder bald danach kann der Sender/Empfänger in einen Sendemodus umgeschaltet werden. Während er sich in diesem Zustand befindet, wird eine Warnungssendung durchgeführt, beispielsweise auf der im Zustand GETTING SLOT **106** bestimmten Sendefrequenz. Während er sich in diesem Zustand befindet, kann auch die Übertragung anderer Zustands- oder Sicherheitsinformationen durchgeführt werden. Beispielsweise kann die abgesetzte Einheit die Zeitdauer übertragen, für die ein Kontakt offen gewesen ist, oder die aktuelle Batteriespannung. Bei Sendeschluß, wie bei **111** angedeutet, kann ein Zu-

stand WAITING FOR ACKNOWLEDGE (warte auf Bestätigung) **112** betreten werden. Während er sich in diesem Zustand befindet, kann der Sender/Empfänger in einen Empfangsmodus mit einer während des Zustandes GETTING SLOT **106** bestimmten Empfangsfrequenz umgeschaltet werden. Während sie sich in diesem Zustand befindet, befindet sich die abgesetzte Einheit typischerweise in einem höheren Stromverbrauch in bezug auf den Zustand SLEEPING **108**.

[0040] Bei Empfang einer ACKNOWLEDGEMENT (Bestätigung) von der Haupteinheit, wie bei **113** angedeutet, kann die abgesetzte Einheit wieder in den Zustand SLEEPING **108** eintreten. Wenn innerhalb einer bei **151** angedeuteten TIME OUT-Zeit (Zeitablauf) keine Bestätigung empfangen wird, kann die Warnung im Zustand TRANSMITTING ALARM **110** wiederholt werden. Es können mehrere Wiederholungen versucht werden. Verwendung der Bestätigungsfunktion wird durch die zweiseitig gerichtete Beschaffenheit der abgesetzten Einheiten ermöglicht. Durch das Bestätigungsmerkmal kann das Erfordernis einiger gegenwärtigen Systeme beseitigt werden, daß die abgesetzte Einheit Warnungen mit hoher Leistung, wiederholt und langfristig rundsendet. Gegenwärtige Systeme weisen typischerweise nicht abgesetzte Einheiten auf, die wissen, wann ihre gemeldete Warnung empfangen worden ist, und erfordern daher wiederholte Sendungen und Sendungen mit hoher Leistung, selbst wenn eine Einzelwarnungssendung mit niedriger Leistung von der abgesetzten Einheit empfangen worden sein könnte oder in der Tat empfangen worden ist.

[0041] Aus dem Zustand SLEEPING **108** kann auch bei Empfang eines TIMEOUT-Ereignisses (Zeitablauf) **115** ausgetreten werden. In einer Ausführungsform wird ein Zeitgeber mit einer während des Zustandes GETTING SLOT **106** bestimmten Zeitdauer belegt. In einer Ausführungsform wird eine Wartezeit bis zum Senden von Zustandsinformationen wie beispielsweise 300 Sekunden von der Haupteinheit während des Zustandes GETTING SLOT **106** empfangen. Die Wartezeit kann entweder direkt benutzt oder mit einem Streubereich eingestellt werden, um sicherzustellen, daß die abgesetzte Einheit nicht schläft, wenn die Zeitdauer abgelaufen ist. Beispielsweise kann eine Wartezeit von 360 Sekunden in Verbindung mit einem Streubereich von 5 Sekunden benutzt werden, um die abgesetzte Einheit für eine Empfangszeit von 355 Sekunden bis 365 Sekunden aufzuwecken. Nach Empfang eines Ereignisses TIMEOUT **115** kann ein Zustandsübermittlungsschritt **114** ausgeführt werden, der das Einstellen des Sender/Empfängers auf entweder einen Sende- oder einen Empfangsmodus wie unten besprochen umfassen kann.

[0042] In einer Ausführungsform kann ein Zustand WAITING FOR POLL (auf Abfrage warten) **116** eingenommen werden, und der Sender/Empfänger wird in einen Empfangszustand mit einer Empfangsfre-

quenz eingestellt. In dieser Ausführungsform überträgt die abgesetzte Einheit solange keinen Gesundheitszustand, bis sie von der Haupteinheit abgefragt wird. Die abgesetzte Einheit kann in dem Zustand WAITING FOR POLL **116** bleiben, bis die Zeit abgelaufen ist, woraufhin die abgesetzte Einheit in den Zustand SLEEPING **108** zurückkehren kann, bis das Auftreten der nächsten Zeitdauer abgelaufen ist. Bei einem Verfahren wird eine POLL REQUEST (Abfrageanforderung) **117** von der Haupteinheit empfangen und die abgesetzte Einheit geht in einen Zustand TRANSMITTING HEALTH (übertrage Gesundheitszustand) **118** über. Während er sich im Zustand TRANSMITTING HEALTH **118** befindet oder kurz davor, kann der Sender/Empfänger der abgesetzten Einheit in einen Sendezustand mit der gewünschten Frequenz versetzt werden. In einer Ausführungsform umfaßt die Abfrageanforderung die gewünschte zu benutzende Sendefrequenz. Der Gesundheitszustand und die Sensordaten und Sensorart der abgesetzten Einheit können übertragen werden. In einer Ausführungsform kann ein einfaches Signal mit wenig Informationen übertragen werden. In einer anderen Ausführungsform sind in der Übertragung mehr Informationen enthalten. Informationen, die übertragen werden können, umfassen die Kennung der abgesetzten Einheit, Batteriespannung, Empfangssignalarstärke der Haupteinheit und interne Zeit. Bei einigen Ausführungsformen sind in der Sendung TRANSMITTING HEALTH Sensordaten enthalten. Beispielsweise kann bei einem Raumtemperatursensor die Temperatur als Teil der Gesundheits- oder Zustandsnachricht übertragen werden. Auf diese Weise kann die periodische Nachricht, die dazu benutzt wird, sicherzustellen, daß die abgesetzte Einheit noch funktioniert, auch zum Protokollieren der aktuellen Daten von den Sensoren benutzt werden. Bei einigen Ausführungsformen ist das Erlangen der Daten zu energieintensiv, und es werden nur Gesundheitsinformationen der abgesetzten Einheit übertragen. Nach Abschluß des Zustandes TRANSMITTING HEALTH **118**, wie bei **119** angedeutet, kann ein Zustand WAITING FOR ACK (warte auf Bestätigung) **120** ausgeführt werden. Ein Zustand WAITING FOR ACK wird in einigen Ausführungsformen ausgeführt, um auf eine Bestätigung und/oder ein Synchronsignal zu warten. Ein Synchronsignal kann zum Rücksetzen eines internen Zeitgebers benutzt werden, der bei der Bestimmung des nächsten Mals des Aufwachens aus dem Zustand SLEEPING **108** zu benutzen ist. Ein Synchronsignal kann dazu benutzt werden, zu verhindern, daß kleine Zeitgeberungenauigkeiten der abgesetzten Einheit sich mit der Zeit zu großen Ungenauigkeiten ansammeln und erlauben, daß die Zeitgabe der abgesetzten Einheit sich von der Zeitgabe der Haupteinheit entfernt. Bei einigen Ausführungsformen wird ein von der Haupteinheit empfangenes Bestätigungssignal zum Rücksetzen des vom Zeitablaufereignis **109** benutzten Zeitintervalls benutzt. Bei einigen Ausführungsformen umfaßt das

Bestätigungssignal eine neue Zeit und/oder neue Frequenzen, die von der abgesetzten Einheit für den nächsten Zustand SLEEPING und Sende- und Empfangszustand zu benutzen sind. Auf diese Weise kann die Haupteinheit eine feste Kontrolle über die nächste Gesundheitsübertragungszeit und die nächsten Empfangs- und Sendefrequenzen bewahren. Nach Empfang des Bestätigungs- oder Synchronsignals, wie bei **121** angedeutet, kann ein Zustand CALCULATING NEW TIME (berechnen neue Zeit) **122** ausgeführt werden, um eine neue Zeit zu bestimmen, die zur Bestimmung der Zeitgabe des Ereignisses **115** zu benutzen ist.

[0043] Bei einem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung tritt nach Ablauf eines Zeitgebers ein Ereignis TIMEOUT (Zeitablauf) **155** ein, das zur Ausführung des Zustandes TRANSMITTING HEALTH **118** anstatt des Zustandes WAITING FOR POLL **116** führen kann. Nach Eintreten des Ereignisses **155** kann die abgesetzte Einheit sofort Gesundheitsdaten übertragen. Bei einigen Ausführungsformen sind in von der Haupteinheit zur abgesetzten Einheit übertragenen Bestätigungs- oder Synchronnachrichten neue Sendezeiten, Sendefrequenzen und Markierungen enthalten, die anzeigen, ob auf Haupteinheitabfrage zu warten ist.

[0044] Ausführung des Zustandes TRANSMITTING HEALTH **118** und nachfolgende Schritte sind wie schon beschrieben. Bei einer Ausführungsform kann die Entscheidung, ob das Ereignis TIMEOUT **115** oder **155** zu erzeugen ist, als Reaktion auf eine von der Haupteinheit empfangene Nachricht in der abgesetzten Einheit getroffen werden. Der Vorgang, bei dem das Ereignis TIMEOUT **155** benutzt wird, wird bevorzugt. Der Vorgang, bei dem das Ereignis TIMEOUT **115** benutzt wird, ist als alternative Ausführungsform dargestellt, die für einige Anwendungen geeignet ist.

[0045] Abgesetzte Einheiten, bei denen die vorliegende Erfindung benutzt wird, können daher in einem Schlafmodus sehr niedrigen Stromverbrauchs verbleiben, in dem sie weder empfangen noch senden. Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung, der dies ermöglicht, ist die Koordination der Zeitgabe zwischen Haupteinheit und abgesetzten Einheiten. Insbesondere sollte die Haupteinheit, wenn die abgesetzte Einheit aufwacht und in der Lage ist, über ein Zeitfenster hinweg zu empfangen, die Startzeit und die zeitliche Breite dieses Zeitfensters kennen, um in der Lage zu sein, innerhalb dieses Fensters zu senden, wenn eine solche Übertragung wünschenswert ist. Insbesondere sollte, wenn die Haupteinheit einen Zeitschlitz bzw. ein Zeitfenster zum Empfangen des Gesundheitszustandes einer bestimmten abgesetzten Einheit zugewiesen hat, diese bestimmte Einheit ihren Gesundheitszustand innerhalb dieses Zeitfensters übertragen, um gehört zu werden. Koordination zwischen Haupteinheit und abgesetzten Einheiten kann die Koordination dessen umfassen, welche Frequenzen zu benutzen sind, ob eine Übertragung

empfangen worden ist, in welchem Zeitintervall die Gesundheitsdaten zu senden sind und wann mit dem Senden der Gesundheitsdaten zu beginnen ist. Diese Koordination wird vorzugsweise mit Kommunikation zwischen Haupteinheit und abgesetzten Einheiten erhalten. Insbesondere kann durch Kommunikation von der Haupteinheit zur abgesetzten Einheit festgelegt werden, welche Frequenzen zu benutzen sind, wann Gesundheitsdaten zu übertragen sind und ob die letzte Sendung einer abgesetzten Einheit durch die Haupteinheit empfangen wurde. Die Tatsache, daß diese Daten durch die abgesetzte Einheit empfangen werden können, bedeutet, daß die abgesetzte Einheit durch Wechseln zu einer anderen Sendefrequenz, Wechseln zu einer anderen Sendeleistung, Wechseln zu einem anderen effektiven Zeitintervall oder Beginn des Zeitintervalls reagieren kann und in Abwesenheit einer Bestätigung von der Haupteinheit die Sendung wiederholen kann. Wenn die Zeitfenster für die periodische Übertragung von Gesundheitsdaten zwischen abgesetzter Einheit und Haupteinheit festgelegt worden sind, kann die abgesetzte Einheit einen hohen Prozentsatz der Zeit in einer Schlafbetriebsart mit sehr niedriger Leistung verbringen und muß nur in eine Betriebsart höheren Stromverbrauchs wechseln, um Sensoränderungen zu übertragen und periodisch Gesundheits- oder Sensordaten zu übertragen.

[0046] Bei einer Ausführungsform kennt nur die Haupteinheit die Gesamtzeitgabe oder den Gesamtzeitplan des Sicherheitssystems, wobei die abgesetzten Einheiten nur die Zeit bis zum Beginn des nächsten geplanten Zustandes TRANSMITTING HEALTH von der abgesetzten Einheit oder die Zeit bis zum Beginn der nächsten Periode WAITING FOR POLL der abgesetzten Einheit kennt. Bei dieser Ausführungsform wird der in der abgesetzten Einheit erforderliche Betrag an Verarbeitungsleistung niedrig gehalten, während nur die Haupteinheit den Gesamtzeitplan der Zeitschlitz kennt.

[0047] Hinzufügung von Empfängern zu den abgesetzten Einheiten erlaubt Einstellung von Frequenzen als Reaktion auf Kommunikationsschwierigkeiten. Bei einer typischen Gebäudeinstallation sind abgesetzte Einheiten in der Nähe von Türen und Fenstern installiert und eine Haupteinheit ist oft an einer zentralen Stelle installiert. Mit der Zeit werden besonders in einem kommerziellen Gebäude Möbel, Wände, Türen und Raumteile zugefügt, die die durch das Gebäude übertragene HF-Strahlung zwischen abgesetzten und Haupteinheiten dämpfen können. Auch können Reflexionen auftreten, die Raleigh-Löschung bei gewissen Frequenzen verursachen und die Wirksamkeit von Kommunikation bei gewissen Frequenzen an gewissen Stellen wie beispielsweise in Ecken sehr reduzieren. Verwendung von bidirektionaler Kommunikation zwischen Haupteinheit und abgesetzten Einheiten erlaubt eine adaptive Auswahl von Frequenzen mit der Zeit, ohne irgendwelche Arbeit im Feld an entweder Haupteinheit oder abgesetzten

Einheiten zu erfordern.

[0048] Damit ein drahtloses Gebäudeüberwachungs- und -steuersystem funktionieren kann, ist es wichtig, daß die abgesetzten Einheiten periodisch Gesundheitsdaten und/oder Sensorwertdaten senden können. Beispielsweise kann es wünschenswert sein, daß Sicherheitssensoren periodisch die einfache Tatsache übertragen, daß sie noch funktionieren. Auch kann es wünschenswert sein, daß Temperatursensoren periodisch die Raumtemperatur übertragen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform bedeuten periodische Messungen im wesentlichen regelmäßig beabstandete Zeitabstände wie beispielsweise das Senden von Temperaturmessungen alle 5 Minuten. Bei einigen Ausführungsformen können periodische Messungen je nach Betriebsart in veränderlichen Zeitabständen gesendet werden. Beispielsweise könnten Temperaturen häufiger während Anheizzeiten wie beispielsweise am frühen Morgen gesendet werden. Periodische Sendungen können daher Sendungen umfassen, die zu vorbestimmten Zeiten getätigt werden oder in Zeitabständen, wo diese Zeitabstände sich mit der Zeit zwar ändern, aber vorbestimmt bleiben. Dies kontrastiert mit als Reaktion auf Sensorwertänderungen getätigten Sendungen wie bei Einbruchmeldern oder Gradientenmeldern.

[0049] Wenn zwei abgesetzte Einheiten zur selben Zeit senden, übersprechen sie einander und können ihre gegenseitigen Nachrichten für die empfangende Haupteinheit unkenntlich machen. Eine Art und Weise, auf die dieses Problem behandelt werden kann, umfaßt Zusammenstoßerkennung und Wiederholungsprotokolle. Eine andere Art, dieses Problem zu behandeln, umfaßt die Verwendung eines Hauptoder Globalzeitplans zum Koordinieren periodischer Übertragungen, so daß Zusammenstöße zwischen periodischen Übertragungen vermieden werden. Eine Art, einen globalen oder Hauptzeitplan aufzubauen ist, eine Tabelle oder sonstige Datenstruktur in der Haupteinheit aufzubauen und diese Tabelle oder Datenstruktur zur Ablaufzeit zu durchfahren. Die Haupteinheit kann dann Übertragungen von abgesetzten Einheiten zu vorbestimmten Zeiten oder in periodischen Zeitabständen empfangen, indem sie vorher die nächste Sendezeit zur abgesetzten Einheit übertragen hat und die abgesetzte Einheit zu dieser vorbestimmten Zeit sendet. Der Hauptzeitplan sollte die gewünschten bzw. Zielzeiten berücksichtigen, die für eine gegebene Art von abgesetzter Einheit oder Sensor gewünscht werden, und kann auch die geschätzte Sendedauer berücksichtigen. Der Hauptzeitplan sollte eine koordinierte Menge von Sendezeiten der abgesetzten Einheit bereitstellen, die nicht miteinander zusammenstoßen.

[0050] Nunmehr auf **Fig. 5** bezugnehmend ist ein Vorgang **300** zum Aufbauen einer Haupttabelle dargestellt. Der Vorgang **300** kann in einer Haupteinheit ablaufen. Der Vorgang **300** kann in einem Zustand OFF (aus) **302** beginnen und zu einem Zustand WAITING FOR RESET (warte auf Rücksetzen) **304** fort-

schreiten, wenn ein Ereignis POWER-UP (einschalten) **301** gemessen wird. Bei Messen eines Ereignisses RESET (Rücksetzen) **303** wird in einen Zustand INITIALIZING (Initialisieren) **306** eingegangen. Ein Ereignis RESET kann automatisch bei Anlegen von Strom erzeugt werden oder kann ein von Hand erzeugtes Ereignis sein, um einen kontrollierten Neustart nach Stromausfall sicherzustellen. Ein Ereignis RESET kann auch von der Software erzeugt werden, um das System neu zu starten, wenn das Überwachungssystem verwirrt wird oder Synchronisation zwischen Haupteinheit und abgesetzten Einheiten verliert. Der Zustand INITIALIZING **306** kann System- und Programminitialisierungen einschließlich von Zeitgeber-, Variablen- und Speicherinitialisierungen umfassen.

[0051] Bei Abschluß der Initialisierung wie bei **307** angedeutet kann in einen Zustand BUILDING TABLE (Rufbau der Tabelle) **308** übergegangen werden. Der Zustand BUILDING TABLE **308** kann mehrere Teilschritte darin enthalten. Bei einer Ausführungsform fordert die Haupteinheit keine Informationen von der abgesetzten Einheit an, sondern verläßt sich stattdessen auf die Tatsache, daß die abgesetzten Einheiten möglicherweise schon eine Zustands- oder Gesundheitsnachricht in irgendeinem vorbestimmten oder periodischen Zeitabstand senden und eine Kennung der abgesetzten Einheit einschließlich der Art der abgesetzten Einheit in der Nachricht enthalten ist. Der Zustand BUILDING TABLE **308** zeigt eine solche Ausführungsform.

[0052] In einem Zustand WAITING FOR TRANSMISSION (warte auf Sendung) **310** wird der Sender/Empfänger der Haupteinheit in einen Empfangsmodus mit einer Vorgabefrequenz versetzt und erwartet den Empfang einer Sendung von einer abgesetzten Einheit auf dieser Frequenz. Bei einer Ausführungsform schalten die abgesetzten Einheiten, nachdem ihre periodischen Sendungen eine Zeitlang nicht bestätigt worden sind, auf eine Vorgabe-Sendefrequenz mit einer Vorgabe-Leistungseinstellung und mit einer Vorgabezeitdauer um. Bei einer Ausführungsform ist diese Vorgabezeitdauer die letzte benutzte Zeitdauer und für die erste, nach Initialisierung gesendete Sendung kann anstelle der letzten Sendefrequenz eine in Firmware eingestellte Vorgabe benutzt werden. Man sollte bedenken, daß die Initialisierung der Haupteinheit vorzugsweise kein häufiges Vorkommnis ist und daß die Gesamtinitialisierung der Haupttabelle vorzugsweise ebenfalls kein häufiges Vorkommnis ist. Die Zufügung neuer abgesetzter Einheiten erfordert vorzugsweise keine Gesamtinitialisierung der Haupteinheit. Bei Hinzufügung einer neuen abgesetzten Einheit stellt das Installationsverfahren bei einigen Ausführungsformen sicher, daß die abgesetzte Einheit ungefähr zur Installationszeit in den Hauptzeitplan eingepaßt wird. Bei einigen Ausführungsformen überträgt die neue abgesetzte Einheit einfach zu einer Vorgabezeit und mit einer Vorgabefrequenz, auf die die Haupteinheit abge-

stimmt ist. Bei einigen Ausführungsformen weist die Haupteinheit einen zweiten Empfänger auf, hauptsächlich zum Erkennen von neuen oder verwirrten abgesetzten Einheiten, die mit der Vorgabefrequenz aktiv werden. Bei einigen Ausführungsformen überträgt die Haupteinheit periodisch die aktuelle Haupt-Vorgabe-Empfangsfrequenz für die Haupteinheit auf einer Vorgabe-Haupt-Sendefrequenz. Bei einigen Ausführungsformen schließt dies eine vorbestimmte Zeit ein, zu der die Haupteinheit auf dieser Frequenz mithört. Die abgesetzten Einheiten, die neu oder verwirrt sein können, können auf dieser Frequenz und/oder zu dieser Zeit senden, um den Vorgang zu beginnen, in den Hauptzeitplan eingepaßt zu werden.

[0053] Bei Empfang einer Übertragung von einer abgesetzten Einheit wie bei **309** angezeigt wird ein Zustand **312** GETTING REMOTE IDS AND TYPES ausgeführt. Bei einer Ausführungsform umfaßt ein Zustand GETTING REMOTE IDS AND TYPES das Abrufen der Identifikationen und Typen der abgesetzten Einheiten aus der periodischen Zustandsmeldung und die Tabellensuche nach anderen Informationen wie beispielsweise die Suche nach Sensortypen auf Grundlage der Identifikationen der abgesetzten Einheiten. Bei einer Ausführungsform umfaßt ein Zustand GETTING REMOTE IDS AND TYPES die Verwendung einer Empfangszeit der abgesetzten Einheit nach der empfangen Sendung von der abgesetzten Einheit zum Senden einer Nachricht von der Haupteinheit zu der abgesetzten Einheit mit der Anforderung von Informationen wie beispielsweise Typ des angebrachten Sensors, Identifikation der abgesetzten Einheit, Seriennummer der abgesetzten Einheit und anderen Informationen, die normalerweise nicht in regelmäßigen Zeitabständen übertragen werden würden. So kann der Zustand **312** Fragen von der Haupteinheit und Antworten von der abgesetzten Einheit enthalten. Im Zustand **312** kann eine Tabelle mit den benötigten Informationen für jede abgesetzte Einheit hinzugefügt werden, die sich während der Tabellenaufbauzeit gemeldet haben. Bei einer Ausführungsform wird die Tabellenaufbauzeit als Vorgabe als die für die Vorrichtungen zulässige Höchstzeitdauer eingestellt, beispielsweise 60 Minuten. Bei einigen Ausführungsformen kann der Zustand **312** die Einstellung der nächsten Sendezeit für die abgesetzte Einheit auf einen gewünschten Wert enthalten, hauptsächlich für Zwecke des Aufstellens eines Hauptzeitplans wie unten besprochen. Bei einigen Ausführungsformen kann die Tabellenaufbauzeit die maximal zulässige Vorgabezeit für die Übertragungen der abgesetzten Einheit enthalten, da anzunehmen ist, daß die abgesetzten Vorrichtungen in die Betriebsart zurückgefallen sind, in der die Haupteinheit die Sendungen der abgesetzten Einheit nicht bestätigte. Jede einmalige Kennung einer abgesetzten Einheit und zugehörige Informationen können in eine Datenstruktur wie beispielsweise ein Datenfeld oder eine verknüpfte Liste eingesetzt werden, wobei in ei-

ner bevorzugten Ausführungsform keine Duplikate vorliegen.

[0054] Nach Hinzufügung der Informationen der abgesetzten Einheit zu der Tabelle im Zustand **312** kann die Haupteinheit über Ereignis **311** in den Ausführungszustand **310** zurückkehren und auf eine weitere Sendung einer abgesetzten Einheit warten. Nach einem Ereignis TIMEOUT **313** kann in einen Zustand BUILD MASTER SCHEDULE (Hauptzeitplan aufbauen) **314** übergegangen werden. Bei einer Ausführungsform ist der Zustand BUILD MASTER SCHEDULE in den Zustand BUILD TABLE integriert, wobei der Hauptzeitplan sowie die Informationen von jeder abgesetzten Einheit empfangen werden, aufgebaut wird. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Zustand BUILD MASTER SCHEDULE getrennt und wird ausgeführt, nachdem alle Informationen von den abgesetzten Einheiten empfangen und in eine Tabelle eingesetzt worden sind. In dem ausführlicher unten besprochenen Zustand BUILD MASTER SCHEDULE kann ein Hauptzeitplan zum Koordinieren der vorbestimmten Sende- oder Abfragezeiten für alle abgesetzten Einheiten berechnet werden und zum Belegen einer Datenstruktur wie beispielsweise einer verknüpften Liste, einem Datenfeld, oder einem Datenfeld mit aus den Feldelementen kommenden verknüpften Listen benutzt werden. Bei einer Ausführungsform enthält der Hauptzeitplan die Kennung der abgesetzten Einheit, die Sende- und Empfangsfrequenzen, die sie benutzen soll, die Zielzeit für vorbestimmte Sendungen, die geschätzte Sendedauer bzw. den Zeitraum der geschätzten Sendung und die Zeit zum nächsten Senden oder warten auf eine Abfrage für die abgesetzte Einheit.

[0055] Bei Abschluß des Aufbaus des MASTER SCHEDULE, wie bei **315** angedeutet, kann ein Zustand TRANSMIT SCHEDULE (Zeitplan senden) **316** ausgeführt werden. Im Zustand TRANSMIT SCHEDULE **316** können die im Zustand BUILDING MASTER SCHEDULE berechneten Daten an die abgesetzten Einheiten verteilt werden. In einem Zustand WAITING FOR TRANSMISSION-RECEIVING (warten auf Sendungsempfang) **318** wartet die Haupteinheit eine geplante Zeitdauer lang, während der eine abgesetzte Einheit empfangen wird, gewöhnlich sofort nach dem Senden, woraus sich das Etikett WAITING FOR TRANSMISSION-RECEIVING ergibt. Wenn die Haupteinheit glaubt, daß die abgesetzte Einheit empfängt, wie bei **317** angedeutet, kann der für die abgesetzte Einheit relevante Teil des Zeitplans im Zustand ASSIGNING SLOTS/FREQUENCIES (Zuweisung von Schlitzen/Frequenzen) **320** übertragen werden. Im Zustand **320** können sowohl die zu verwendenden Frequenzen als auch die nächste Sendezeit zur abgesetzten Einheit übertragen werden. Bei einer Ausführungsform ist bei der abgesetzten Einheit nunmehr eine Markierung gesetzt, die anzeigt, daß sie als Teil eines Hauptzeitplans arbeitet. Nach Abschluß der Übertragung zur abgesetzten Einheit, wie bei **319** angedeutet, und vorzugsweise

nach einer Bestätigung, kann der Zustand mit dem Etikett WAITING FOR TRANSMISSION-RECEIVING ausgeführt werden, um auf das Erscheinen eines weiteren Zeitfensters der abgesetzten Einheit zu warten.

[0056] Irgendwann sind allen abgesetzten Einheiten ihre Zeitgabeanweisungen erteilt worden oder wird erachtet, daß allen abgesetzten Einheiten ihre Zeitgabeanweisungen erteilt worden sind, da die für die Verteilung der Zeitplaninformationen zugeteilte Zeitdauer abgelaufen ist. In beiden Fällen kann, wie bei **321** angedeutet, in einen Zustand BEGIN NORMAL PROCESSING (Beginn normaler Verarbeitung) **322** eingegangen werden.

[0057] Nunmehr auf **Fig. 6** bezugnehmend ist ein Beispiel der Art von Vorgang, der zur Erstellung des Hauptzeitplans benutzt werden kann, in einem Vorgang **350** dargestellt. Der Vorgang **350** soll keine ausführliche Spezifikation sein, sondern eine Darstellung auf hoher Ebene einer Vorgangsart, die zum Erstellen eines Hauptzeitplans für die vorliegende Erfindung benutzt werden kann. Der Vorgang **350** kann entweder als Teil eines Vorgangs, der einen Hauptzeitplan schrittweise erstellt, so wie Daten von den abgesetzten Einheiten empfangen werden, oder als Teil eines Vorgangs, der einen Hauptzeitplan erstellt, nachdem alle bekannten Daten einer abgesetzten Einheit empfangen worden sind, benutzt werden.

[0058] In Schritt **3** können Informationen über eine abgesetzte Einheit wie beispielsweise Zielzeit, geschätzte Sendedauer, Kennung, Art der abgesetzten Einheit, Softwarerevisionsstufe und Sensorart oder -arten erhalten werden. Diese Informationen werden bei einigen Ausführungsformen durch Abfragen der abgesetzten Einheit und durch Tabellenanschlagen der Art dieser abgesetzten Einheit in einer Haupttabelle erlangt. Insbesondere sind, wie bei **254** angedeutet, die Zielzeit und geschätzte Sendedauer gewünscht. Bei einigen Ausführungsformen ist die geschätzte Dauer für alle Arten von abgesetzten Einheiten festgelegt und ist auch eine Funktion der Übertragungsgeschwindigkeit, die variabel ist und durch die Haupteinheit eingestellt werden kann.

[0059] Im Schritt **356** kann die DURATION (Dauer) bzw. der Zeitraum so eingestellt werden, daß er den Sicherheitsspielraum der geschätzten Sendedauer und jede Zeit, die für den Empfang einer Antwort von der Haupteinheit zugeteilt ist, enthält. Beispielsweise kann die für eine vorbestimmte Übertragung und Antwort zu einer abgesetzten Einheit zulässige Dauer die geschätzte Sendedauerzeit zuzüglich eines 20% Sicherheitsspielraums zuzüglich einer Zeit, eine Übertragung von der Haupteinheit zur abgesetzten Einheit nach der Übertragung der abgesetzten Einheit zu ermöglichen, wie bei einigen Ausführungsformen sein, wobei die Zeit nach der Übertragung einer abgesetzten Einheit die einzige Zeit ist, während der sich die abgesetzte Einheit in einem Empfangszustand hohen Stromverbrauchs befindet.

[0060] Der Vorgang **350** ist auf die Erstellung einer

Datenstruktur wie beispielsweise einem Datenfeld mit einem Element für jeden Zeitraum wie beispielsweise eine Sekunde ausgerichtet. Bei einer Ausführungsform besitzt das Datenfeld eine Größe entsprechend der für das System zulässigen maximalen Zeit, beispielsweise 300 Elemente für eine maximale Zeit von 5 Minuten bzw. 300 Sekunden. Ein Datenfeld wie beispielsweise ein dünn besiedeltes Datenfeld kann als verknüpfte Liste implementiert werden, um Platz zu sparen. Jedes Feldelement kann einen Knoten oder eine verknüpfte Liste von Knoten am Element hängend aufweisen, entsprechend Knoten, nach denen während dieser Sekunde gelauscht werden soll. Nach seinem Gebrauch in diesem Abschnitt bezieht sich der Begriff „Knoten“ auf einen in diese verknüpfte Liste einzufügenden Knoten. Im Schritt **358** kann ein Knoten mit den über eine abgesetzte Einheit erlangten Daten angefüllt oder teilweise angefüllt sein und einen Verweis auf eine Stelle enthalten, die Informationen für jede abgesetzte Einheit in einem System enthält. Bei vielen Ausführungsformen werden in den Knoten der INTERVAL und die geschätzte DURATION einkopiert.

[0061] Im Schritt **362** wird das gesamte Datenfeld durchlaufen und, wenn nötig, am Ende vorbei umlaufen, um das Datenfeld mit so vielen Kopien von Knoten zu bevölkern, wie zum Erfüllen des gewünschten Hauptzeitplans erforderlich sind. Im Schritt **364** wird der vorherige LOCATION (Ort) des Datenfeldes als ORIG LOCATION (Ursprungsort) gespeichert, dessen Zweck unten erläutert wird. Der vorherige Datenfeldort kann der letzte benutzte Datenfeldort oder der letzte benutzte Ort zuzüglich eines Schritts sein oder zufallsmäßig erzeugt werden. Im Schritt **366** wird eine neue Kopie des Knotens für diese abgesetzte Einheit erstellt und kann anfänglich mit dem Inhalt der Knotendaten aus dem Schritt **358** angefüllt werden. Insbesondere kann eine Größe NEXTTIME (nächste Zeit) berechnet werden, die die nächste Sendezeit der abgesetzten Einheit enthält, die der abgesetzten Einheit zur Ablaufzeit übermittelt werden kann. Bei einigen Ausführungsformen wird für jede Instanz einer geplanten Sendung durch eine abgesetzte Einheit ein neuer Knoten erstellt.

[0062] Im Schritt **368** wird das Datenfeld durch Vorausschauen überprüft, um sicherzustellen, daß kein Zusammenstoß eintritt wenn die Größe NEXTTIME, so wie sie besteht, benutzt wird. Die Größe NEXTTIME sollte so wie sie besteht nicht benutzt werden, wenn die abgesetzte Einheit mit der Ausführung einer Sendung zu der durch NEXTTIME angewiesenen Zeit einen Zusammenstoß erzeugt. Wenn bei Verwendung dieses Datenfeldorts kein Zusammenstoß vorhergesagt wird, kann die Größe NEXTTIME so wie sie besteht in den Knoten eingeschrieben werden oder wie bei **370** angedeutet abgeändert werden, um einen Zusammenstoß innerhalb einer gegebenen Sekunde zu vermeiden, wenn in dieser Sekunde noch Platz ist, beispielsweise später während der Sekunde.

[0063] Im Schritt **372** wird eine Schleife begonnen, die durchlaufen wird, bis ein Datenfeld-LOCATION mit verfügbarer Zeit zum Empfangen der beabsichtigten Nachricht von der abgesetzten Einheit gefunden wird. Es ist klar, daß die Datenfeldorte für die Zeit des beabsichtigten Empfangs und die Zeit des nächsten erwarteten Empfangs oft durch die Anweisung mit vorbestimmter Zeit verknüpft sind, die der abgesetzten Einheit in einer nach dem ersten Empfang gesendeten Nachricht gesendet wird. Die Verfügbarkeit von Zeit am LOCATION kann bei **374** überprüft werden, indem die verknüpfte Liste an diesem Ort durchlaufen wird und die in dieser Sekunde erforderlichen Zeiten zusammenaddiert werden. Wenn, wie bei **374** überprüft, genügend Zeit vorliegt, kann ein Knoten zu der am Datenfeldelement für diese Sekunde hängenden verknüpften Liste hinzugefügt werden, bei **376**. Es versteht sich, daß die genaue Zeit der nächsten Sendung NEXTTIME durch die genaue Zeit der Übertragung dieser NEXTTIME beeinflusst werden kann, und es kann eine iterative Zusammenstoßvorhersageüberprüfung erforderlich sein, ehe der Wert NEXTTIME tatsächlich in den Knoten eingeschrieben wird. Nach Einschreiben in den Knoten und Verknüpfen desselben mit dem Datenfeldelement kann aus der Schleife bei **378** ausgetreten werden.

[0064] Sollte am LOCATION nicht genug Zeit zur Verfügung stehen, kann LOCATION bei **382** erhöht und die LOOP **372** neu ausgeführt werden. Sollte durch Vorausschauen im Datenfeld, wie bei **388** angedeutet, ein Zusammenstoß vorhergesagt werden, kann die NEXTTIME wie bei **390** angedeutet eingestellt werden, bis kein Zusammenstoß vorhergesagt wird. Sobald an einem Datenfeldort ein Knoten mit diesem Datenfeldelement verknüpft ist, kann LOCATION durch PERIOD erhöht werden, um das nächste Datenfeldelement zu erreichen, dessen Benutzung versucht werden soll, unter Berücksichtigung des Umlaufens des Datenfeldes. Nach erfolgreicher Einfügung einer abgesetzten Einheit in den Hauptzeitplan kann eine weitere abgesetzte Einheit eingefügt werden, bis der Hauptzeitplan mit allen abgesetzten Einheiten im System belegt ist. Bei Zufügung einer neuen abgesetzten Einheit zum System kann die neu hinzugefügte abgesetzte Einheit entsprechend hinzugefügt werden.

[0065] Es sind Abänderungen des in **Fig. 6** dargestellten Vorgangs möglich. In einem Beispiel wird, statt daß bei einem Datenfeld kleine verknüpfte Listen mit jedem zweiten Element verknüpft sind, jedes Element in die Höchstzahl zulässiger Sendungen für eine Sekunde, beispielsweise 5, eingeteilt, und das Datenfeld wird effektiv in ein Datenfeld mit 200-Millisekunden-Datenfeldelementen transformiert. Das Datenfeld kann als eine verknüpfte Listen implementiert werden, um die dünne Besiedlung des Datenfeldes zu berücksichtigen. Mit dieser Änderung kann Einfachheit hinzugefügt werden, aber dies geht auf Kosten einer geringeren Flexibilität, wenn sich geschätzte Sendedauern von abgesetzter Einheit zu

abgesetzter Einheit ändern sollen. Eine weitere mögliche Abänderung für den Vorgang **350** ist die vollständige Beseitigung des Datenfeldes und Ausbildung einer größtenteils gleichwertigen Datenstruktur, die aus einer nach Reihenfolge verknüpften Liste gebildet wird, bei der jeder Knoten in zeitlicher Reihenfolge in der verknüpften Liste steht. Dadurch kann verschwendete Datenfeldgröße verringert, aber die Suchzeit erhöht werden. Die Implementierung der verknüpften Liste kann auch das Ausspreizen der Zeiten oder vorbestimmten Zeiten der abgesetzten Einheit durch Einstellung, effektiv Hinzufügung zu den Zeiten für die meisten oder alle abgesetzten Einheiten ermöglichen. Dadurch kann effektiv die Systemkapazität auf Kosten längerer Sendezeiten der abgesetzten Einheit erhöht werden, auf und dies ist eine Weise zur Behandlung überlasteter Systeme.

[0066] Der Hauptzeitplan ist vorzugsweise effektiv in einer geordneten Datenstruktur mit einem Knoten oder Element für jede vorbestimmte erwartete Sendezeit oder verfügbare Zeit zum Abfragen gespeichert. Zur Ablaufzeit kann die geordnete Datenstruktur elementweise und/oder knotenweise durchlaufen werden. Bei Erreichen jedes Knotens kann die vorbestimmte Sendung der entsprechenden abgesetzten Einheit angepeilt und empfangen werden.

[0067] die nächste Sendezeit der abgesetzten Einheit kann zur abgesetzten Einheit zusammen mit der Bestätigung übertragen werden. Wenn keine Änderung der Zeit bis zur nächsten Sendung gewünscht wird, kann dieselbe vorher von der abgesetzten Einheit benutzte Zeit wieder benutzt werden, wobei die Zeitgabe der Bestätigungsnachricht als Synchronsignal dient. Der nächste Knoten in der Datenstruktur kann dann abgerufen und ebenfalls ausgeführt werden.

[0068] Anfänglich kann, wenn eine neue abgesetzte Einheit hinzugefügt wird, die Einheit mit einer Vorgabezeit und -frequenz kommunizieren. Die Haupteinheit kann mit der abgesetzten Einheit zu dieser Zeit kommunizieren und alle benötigten Zeit- und Zeitdauerinformationen erhalten und dann die abgesetzte Einheit zum Hauptzeitplan hinzufügen. Nach ihrer Zufügung kann der abgesetzten Einheit die ordnungsgemäße nächste Sendezeit und ordnungsgemäße Sendefrequenz zugesendet werden, damit die nächste vorbestimmte Übertragung von dieser abgesetzten Einheit in den Hauptzeitplan eingepaßt werden kann. Bei einem System, wo die Haupteinheit ohne viel Kenntnis der vorhandenen abgesetzten Einheit aktiviert worden ist, kann ein Vorgang wie der in **Fig. 5** dargestellte zur Herstellung von Kommunikation benutzt werden, wenn auch nur in einer Vorgabebetriebsart, bis ein Hauptzeitplan erstellt werden kann.

[0069] Nunmehr beziehend auf **Fig. 7** wird dort ein Vorgang zum Zuweisen von Zeitschlitzten in einem Hauptzeitplan dargestellt. In diesem Beispiel sind die Zeitdauern niedrig, um die Darstellung zu vereinfachen, und das Datenfeld wird nur bis zu 17

Sekunden gezeigt. In diesem Beispiel weisen zwei abgesetzte Einheiten A und B eine Zielzeit von 10 Sekunden und eine lange geschätzte Sendedauer auf. Die abgesetzten Einheiten C und D weisen eine Zielzeit von 5 Sekunden und eine mittlere geschätzte Sendedauer auf. Die abgesetzten Einheiten E und F weisen eine Zieldauer von 5 Sekunden und eine geringe geschätzte Dauer auf. In dem dargestellten Vorgang werden die abgesetzten Einheiten in abnehmender Reihenfolge geschätzter Sendedauer behandelt, wobei die längsten Zeiterfordernisse zuerst behandelt werden. Nach Ausführung des Schritts **402** wird die abgesetzte Einheit A Datenfeldelementen für 0 Sekunden und 10 Sekunden zugewiesen. Nach dem Schritt **404** wird die abgesetzte Einheit B ebenfalls Datenelementen für 0 Sekunden und 10 Sekunden zugewiesen, nachdem sie der verknüpften Liste nach A hinzugefügt worden ist. Nach dem Schritt **406** werden die abgesetzten Einheiten C und D den Datenfeldelementen für 0, 5, 10 und 15 Sekunden hinzugefügt. Nach dem Schritt **406** verbleibt nur ein vernachlässigbarer Zeitraum bei 0 und 10 Sekunden für die Übertragung und den Empfang von irgendwelchen Daten. Nach dem Schritt **408** wurden abgesetzte Einheiten E und F den Datenfeldelementen für 1, 5, 11 und 15 Sekunden hinzugefügt. Statt 0 und 10 Sekunden wurden 1 und 11 Sekunden benutzt, da 0 und 10 in bezug auf Zeit voll waren. Man beachte, daß bei diesem Beispiel die nächste Sendezeit zwischen einer Sekunde und 5 Sekunden und zwischen 5 Sekunden und 11 Sekunden für dieselben abgesetzten Einheiten E und F unterschiedlich sein würde.

[0070] In Bezug auf **Fig. 7** und den in **Fig. 6** besprochenen Vorgang können einige Betrachtungen angestellt werden. In der **Fig. 7** wurde gesagt, daß abgesetzte Einheiten in der Reihenfolge geschätzter Sendedauer hinzugefügt worden sind. Es könnte jedoch jede beliebige Anordnung einschließlich keine Reihenfolge oder der Reihenfolge der Ankunft von Informationen der abgesetzten Einheit benutzt werden. Nach dem Schritt **404** ist ersichtlich, daß die abgesetzten Einheiten A und B bei 0 Sekunden zusammengebündelt sind. Bei einigen Ausführungsformen ist dies nicht erwünscht, und eine zufällige Platzierung von B würde eine viel geringere Möglichkeit der Anhäufung ergeben. Bei einigen Ausführungsformen kann der letzte Datenfeldort zusammen mit einem Schritt benutzt werden, um die nächste Platzierung von Knoten einer abgesetzten Einheit in dem Datenfeld zu beginnen. Bei einigen Ausführungsformen sind Zielsendezeiten eingeschränkt oder zwangsweise an eine Teilmenge von Werten wie beispielsweise Potenzen irgendeiner Zahl angepaßt, um die Hauptzeitplanung zu vereinfachen. Beispielsweise können bei einer Ausführungsform Zielzeiten nur 20, 40, 80, 160, 320, 640 und 1280 Millisekunden sein. Dadurch können die Zeitplanaufbauvorgänge und Planungsvorgänge vereinfacht werden.

[0071] Nunmehr bezugnehmend auf **Fig. 8** ist eine

beispielhafte verknüpfte Liste ähnlich der **Fig. 7** dargestellt. Nach dem Schritt **420** ist der verknüpften Liste nur die abgesetzte Einheit A hinzugefügt worden. Nach dem Schritt **422** ist die abgesetzte Einheit B hinzugefügt worden. Nach dem Schritt **424** sind abgesetzte Einheiten C und D hinzugefügt worden. Nach dem Schritt **426** sind abgesetzte Einheiten E und F hinzugefügt worden. Die Knoten in der verknüpften Liste wie beispielsweise A und B können Informationen wie beispielsweise die nächste Sendezeit und die Sendefrequenz enthalten. Zur Ablaufzeit kann die verknüpfte Liste in zeitlicher Reihenfolge durchlaufen werden, wobei an einem Knoten auf die erwartete Sendung von einer abgesetzten Einheit gewartet wird, diese Sendung bestätigt und bei einigen Ausführungsformen die nächste Sendezeit zur abgesetzten Einheit übertragen wird.

[0072] Bei **428** ist eine weitere verknüpfte Liste dargestellt. In diesem Beispiel werden alle abgesetzten Einheiten in periodischen (aber unterschiedlichen) Zeitabständen abgefragt. In dem dargestellten Beispiel wird der abgesetzten Einheit A der erste Zeitschlitz und jeder dritte Zeitschlitz danach zugewiesen. Der abgesetzten Einheit B wird der zweite Zeitschlitz und jeder sechste Zeitschlitz danach zugewiesen. Der abgesetzten Einheit C wird der dritte Zeitschlitz und jeder neunte Zeitschlitz danach zugewiesen. Das zeigt, wie einige abgesetzte Einheiten häufiger als andere abgefragt werden können, während periodische Abfragezeiten für alle abgesetzten Einheiten unterhalten werden.

[0073] Nunmehr bezugnehmend auf **Fig. 9** ist ein Zeitdiagramm entsprechend der **Fig. 7** dargestellt. Der angedeutete Anstieg und Abfall entspricht dem Beginn und Ende einer Sendung durch eine abgesetzte Einheit. Bei der dargestellten Ausführungsform gibt es keine Zusammenstöße zwischen geplanten Sendungen der abgesetzten Einheit. Wie ersichtlich ist, hat die abgesetzte Einheit A eine Sendung **440**, die vor einer Sendung **442** von der abgesetzten Einheit B endet. Es folgen abgesetzte Einheiten C und D mit Sendungen **444** und **446**. Bei einer Sekunde, wie bei **447** angedeutet, ist die verfügbare Sendezeit für diese Sekunde aufgebraucht, und abgesetzte Einheiten E und F senden im nächsten Schlitz wie bei **448** und **450** angedeutet. Die Länge des Abstandes zwischen Sendungen wie beispielsweise zwischen **440** und **442** kann einen Sicherheitspielraum reflektieren oder eine übriggelassene Zeit, um das Einschließen einer längeren Antwort zusammen mit der Bestätigungsübertragung durch die Haupteinheit zuzulassen.

[0074] Zusätzlich zu den oben besprochenen Vorteilen kann für diejenigen Anwendungen, bei denen nahe, unabhängig kontrollierbare Räume wie in einem Wohnblock bestehen, die vorliegende Erfindung die Möglichkeit von Zusammenstößen zwischen Sendungen einer abgesetzten Einheit verringern. Da die Haupteinheit stets auf Empfang steht, kann die Haupteinheit Fremdsendungen identifizieren, die aus

abgesetzten Einheiten in einer anderen Wohnung stammen. Durch Identifizieren dieser Fremdsendungen kann die Haupteinheit einen Zeitplan für ihre eigenen abgesetzten Einheiten neu berechnen, was dazu beiträgt, Zusammenstöße mit den Fremdsendungen zu vermeiden. Dadurch kann die Zuverlässigkeit des Systems bedeutend erhöht werden.

[0075] Nach dieser Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird der Fachmann leicht erkennen, daß die hier vorgefundenen Lehren innerhalb des Rahmens der beiliegenden Ansprüche auf noch weitere Ausführungsformen angewandt werden können.

Patentansprüche

1. Gebäudeüberwachungssystem (20) mit zweiseitig gerichteter Hochfrequenzkommunikation, mit folgendem:
mindestens einer Haupteinheit (22) mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger;
einer Mehrzahl von abgesetzten Einheiten (24, 25) mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger, wobei diese abgesetzten Einheiten zu der Haupteinheit senden und von ihr empfangen können;
wobei die Haupteinheit eine Hauptzeitplansteuerung enthält, die nicht zusammenstoßende vorbestimmte Kommunikationszeiten über den Sender der Haupteinheit für jede der abgesetzten Einheiten bereitstellt, wobei die abgesetzten Einheiten einen an eine Steuerung angekoppelten Zeitgeber aufweisen, um es den abgesetzten Einheiten zu ermöglichen, zu den vorbestimmten Kommunikationszeiten mit der Haupteinheit zu kommunizieren.

2. Gebäudeüberwachungssystem (20) nach Anspruch 1, wobei die abgesetzten Einheiten (24, 25) folgendes enthalten:
einen Hochfrequenz-Sender/Empfänger (52) zum Empfangen von und Senden zu der Haupteinheit;
eine an den Sender/Empfänger angekoppelte Steuerung (54) zum Steuern des Sender/Empfängers, und mindestens einen an die Steuerung angekoppelten Sensor (36, 38).

3. Gebäudeüberwachungssystem (20) nach Anspruch 1, wobei die abgesetzten Einheiten (24, 25) einen ersten Zustand mit niedrigem Stromverbrauch aufweisen, in dem die abgesetzten Einheiten weder empfangen noch senden können, einen zweiten Stromverbrauchszustand, in dem die Einheiten empfangen können, und einen dritten Stromverbrauchszustand, in dem die Einheiten senden können, wobei die abgesetzten Einheiten sich nur in vorbestimmten Zeitabständen in dem Empfangszustand befinden, wobei die zweiten und dritten Zustände einen höheren Stromverbrauch als der erste Zustand aufweisen, und wobei mindestens einige der abgesetzten Einheiten logisch an die abgesetzte Einheit angekoppelte Sensoren (36, 38) enthalten.

4. Zweiseitig gerichtetes Gebäudeüberwachungssystem nach Anspruch 1, wobei:
die abgesetzten Einheiten (24, 25) weiterhin Mittel (36, 38) zum Erfassen von externen Zuständen und Erzeugen von externen Sensordaten enthalten; und
wobei der Sender der Haupteinheit (22) Mittel zum Senden von mindestens einem Teil des Zeitplans an die abgesetzten Einheiten enthält.

5. Verfahren zum Ermöglichen, daß eine abgesetzte Einheit mit einer Haupteinheit in einem Gebäudeüberwachungssystem mit mindestens einer Haupteinheit mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger und einer Mehrzahl von abgesetzten Einheiten mit einem Hochfrequenzsender und -empfänger kommuniziert, wobei die abgesetzten Einheiten zur Haupteinheit senden und von ihr Nachrichten empfangen können, mit folgenden Schritten:
Bestimmen einer Kommunikationszeit für eine abgesetzte Einheit, zu der jede abgesetzte Einheit mit der Haupteinheit kommunizieren kann, so daß die jeweiligen Zeiten der abgesetzten Einheit nicht miteinander zusammenstoßen;
Übertragen der Kommunikationszeit jeder abgesetzten Einheit zu einer entsprechenden abgesetzten Einheit; Erkennen, wenn die Kommunikationszeit der abgesetzten Einheit für jede abgesetzte Einheit ankommt; und
Übermitteln einer Nachricht zwischen einer entsprechenden abgesetzten Einheit und der Haupteinheit, wenn die Kommunikationszeit jeder abgesetzten Einheit erkannt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei jede der abgesetzten Einheiten (24, 25) einen nicht kommunizierenden Zustand niedrigen Stromverbrauchs aufweist, in dem die abgesetzten Einheiten weder empfangen noch senden können, einen Empfangszustand, in dem die Einheiten empfangen können, einen Sendezustand, in dem die Einheiten senden können, wobei die Empfangs- und Sendezustände einen höheren Stromverbrauch als der nicht kommunizierende Zustand aufweisen.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die abgesetzten Einheiten (24, 25) eine Zielsendezeit aufweisen und weiterhin mit folgenden Schritten:
Bereitstellen von Mitteln in der Haupteinheit (22) zum Berechnen eines Hauptzeitplans vorbestimmter Sendezeiten einer abgesetzten Einheit für die abgesetzten Einheiten, wobei die vorbestimmten Sendezeiten einer abgesetzten Einheit mindestens teilweise auf den Zielsendezeiten einer abgesetzten Einheit beruhen, so daß Zusammenstöße zwischen den vorbestimmten Sendungen vermieden werden;
Berechnen eines Hauptzeitplans von vorbestimmten Sendezeiten einer abgesetzten Einheit, der mindestens teilweise auf den Zielsendezeiten der abgesetzten Einheiten beruht; und
Senden von auf dem Hauptzeitplan beruhenden Zeit-

gabeanweisungen von der Haupteinheit zu den abgesetzten Einheiten.

abgesetzten Einheit Fortschreiten zum nächsten zeitlich geordneten Datenstrukturelement und Ausführen des Warteschritts.

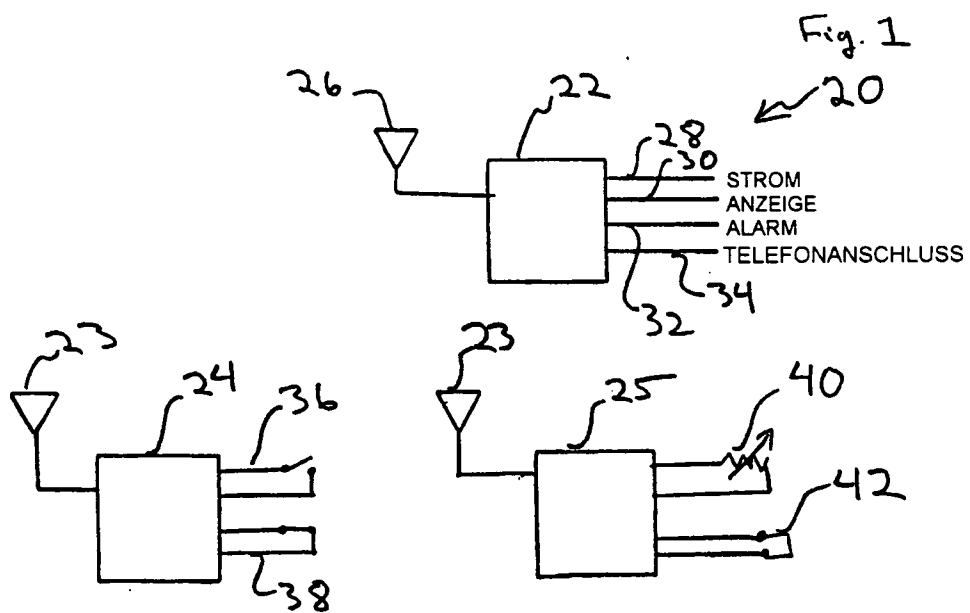
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Mittel zum Berechnen einen Computer enthalten, der ein Programm ausführt, das die vorbestimmten Sendezeiten einer Mehrzahl von Zeitschlitzten für die vorbestimmten Sendezeiten der abgesetzten Einheit zuordnet, wobei die Zeitschlitzte in dem Zeitplan abgespeichert werden.

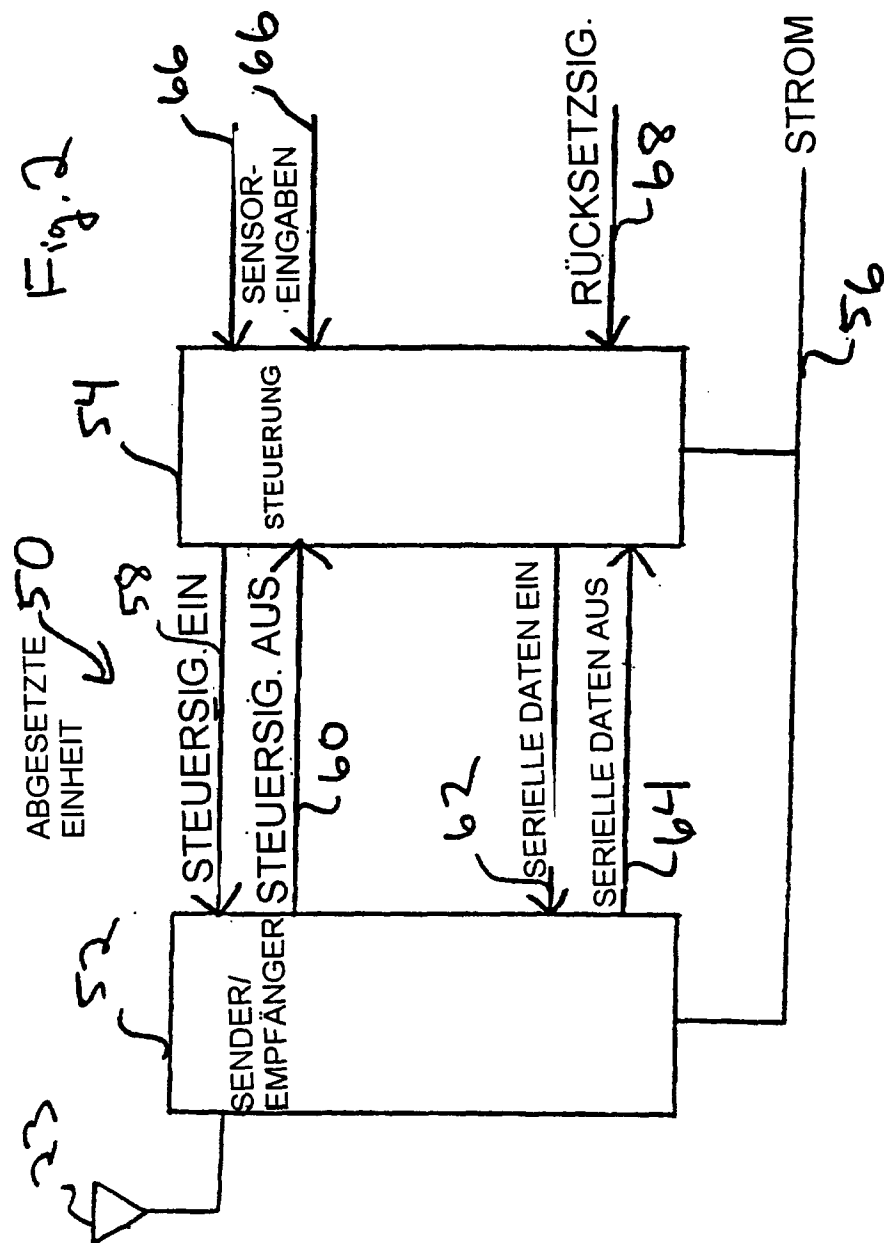
Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Mittel zum Berechnen ein ablauffähiges Computerprogramm mit folgenden Schritten enthalten:
Ableiten der Zielzeiten der abgesetzten Einheit aus von den abgesetzten Einheiten erhaltenen Daten;
Einstellen einer maximalen Zielzeit;
Bestimmen einer maximalen Sendedauer der abgesetzten Einheit;
Teilen der maximalen Zielzeit durch die maximale Zieldauer, um die Anzahl von zuzuordnenden Elementen zu erhalten;
Erstellen einer Datenstruktur mit mindestens der Anzahl von Elementen; und
von einem Element ab für jede abgesetzte Einheit Anfüllen eines Speicherbereiches mit verfügbarer Zeit mit einer Kennung der abgesetzten Einheit und dann Vorspringen um die zweite Zielzeit der abgesetzten Einheit und Anfüllen eines weiteren Elementes mit der Kennung der abgesetzten Einheit und Wiederholen, bis die maximale Zielzeit abgedeckt worden ist.

10. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Haupteinheit (**22**) einen Computerprozessor und eine zeitlich geordnete Datenstruktur mit einer Mehrzahl von Elementen aufweist, wobei die Datenstrukturelemente vorbestimmte Sendezeiten einschließlich mindestens einer vorbestimmten Sendezeit für jede der abgesetzten Einheiten (**24**, **25**) mit vorbestimmten Sendezeiten aufweisen, mit den Schritten des Ausführens, wobei der Computerprozessor mindestens folgende Schritte ausführt:
Durchlaufen der Datenstruktur und für jedes Datenstrukturelement mit mindestens einer der vorbestimmten Zeiten der abgesetzten Einheit:
Warten auf entweder eine Sendung von der dem Datenstrukturelement zugeordneten abgesetzten Einheit oder einen Zeitablauf ohne Empfang einer Sendung von der abgesetzten Einheit;
bei Empfang der Sendung von der abgesetzten Einheit Senden einer Bestätigung der empfangenen Sendung und Senden eines Zeitsignals für die nächste Sendung der abgesetzten Einheit, wobei das Zeitsignal der im Element enthaltenen vorbestimmten Sendezeit entspricht, und Fortschreiten zum nächsten zeitlich geordneten Datenstrukturelement und Ausführen des Warteschritts;
und
bei Zeitablauf ohne Empfang der Sendung von der

Anhängende Zeichnungen





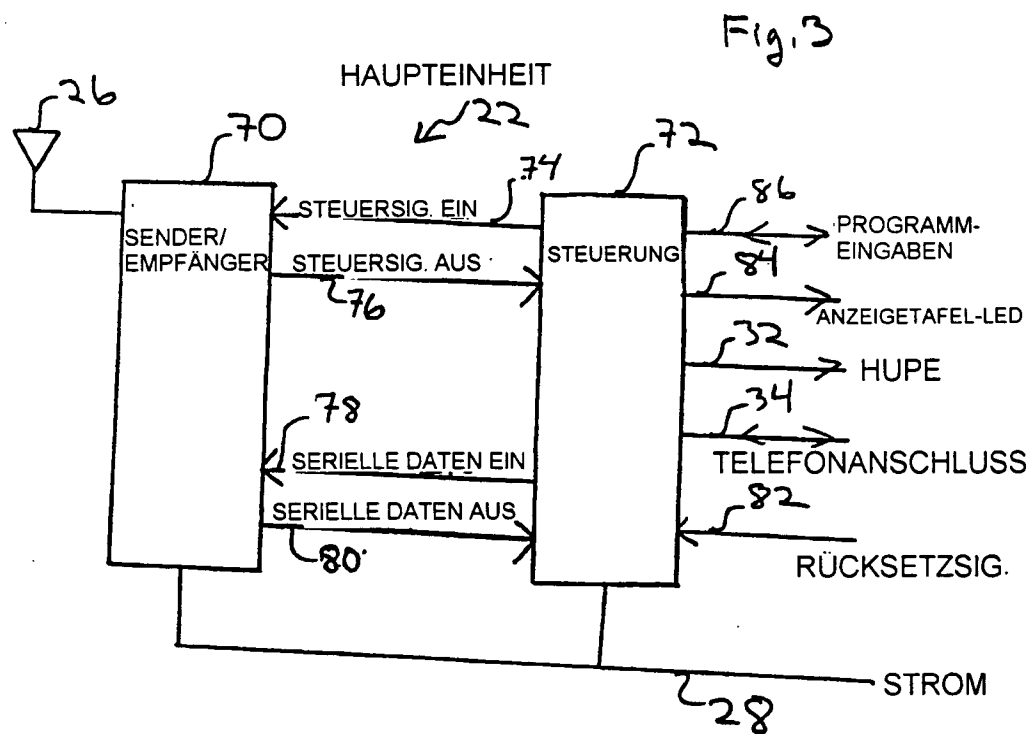
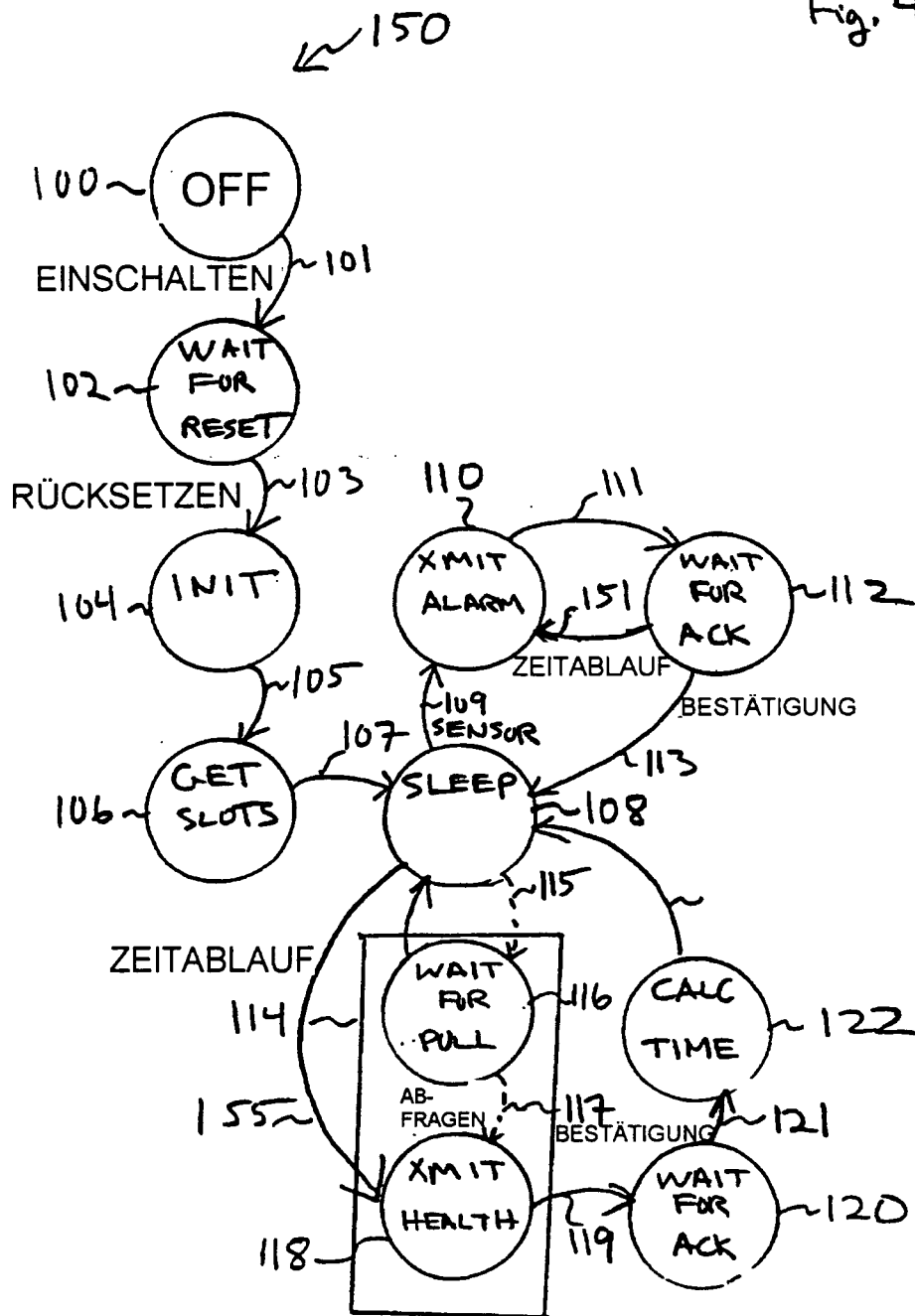


Fig. 4



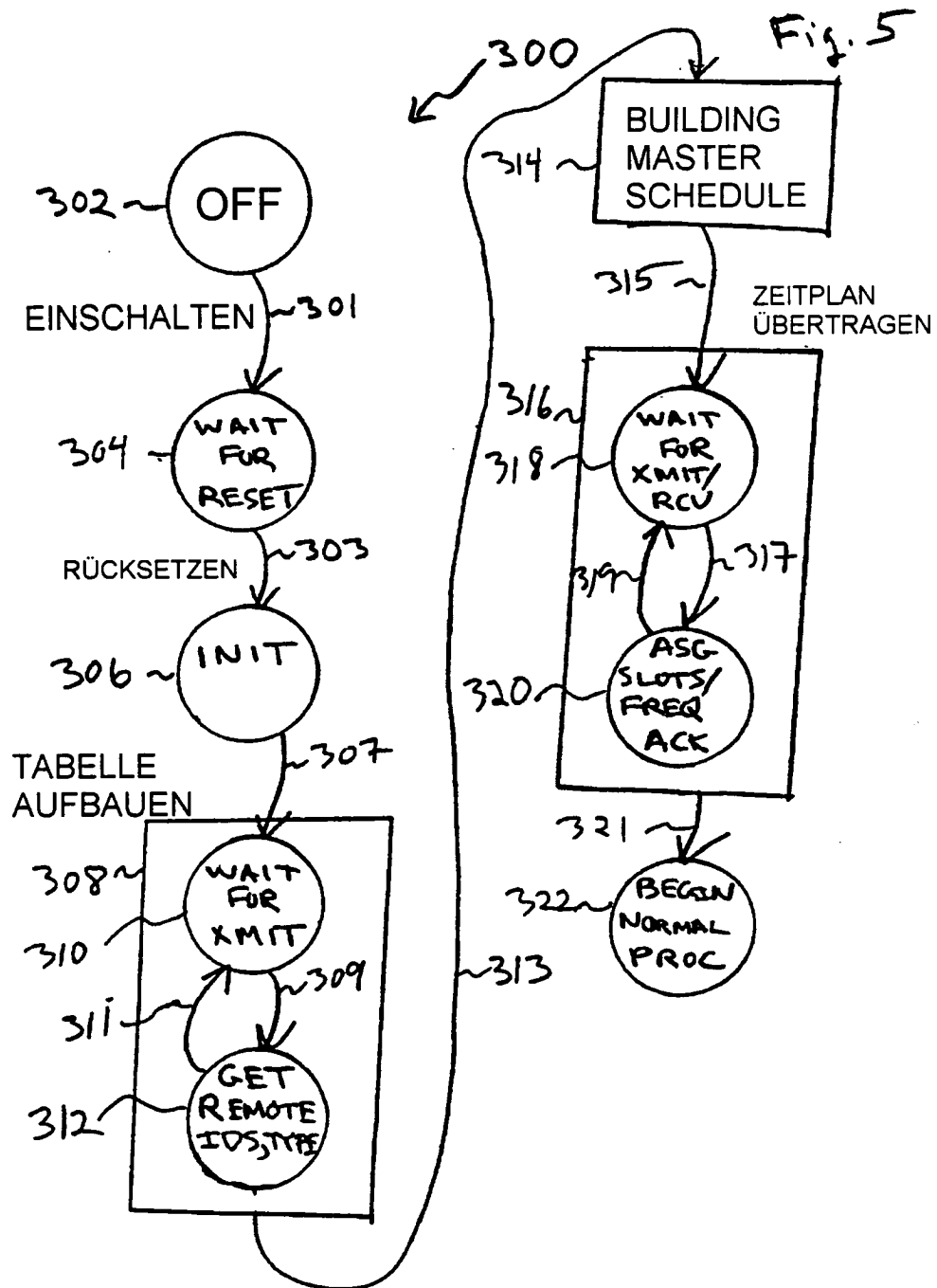
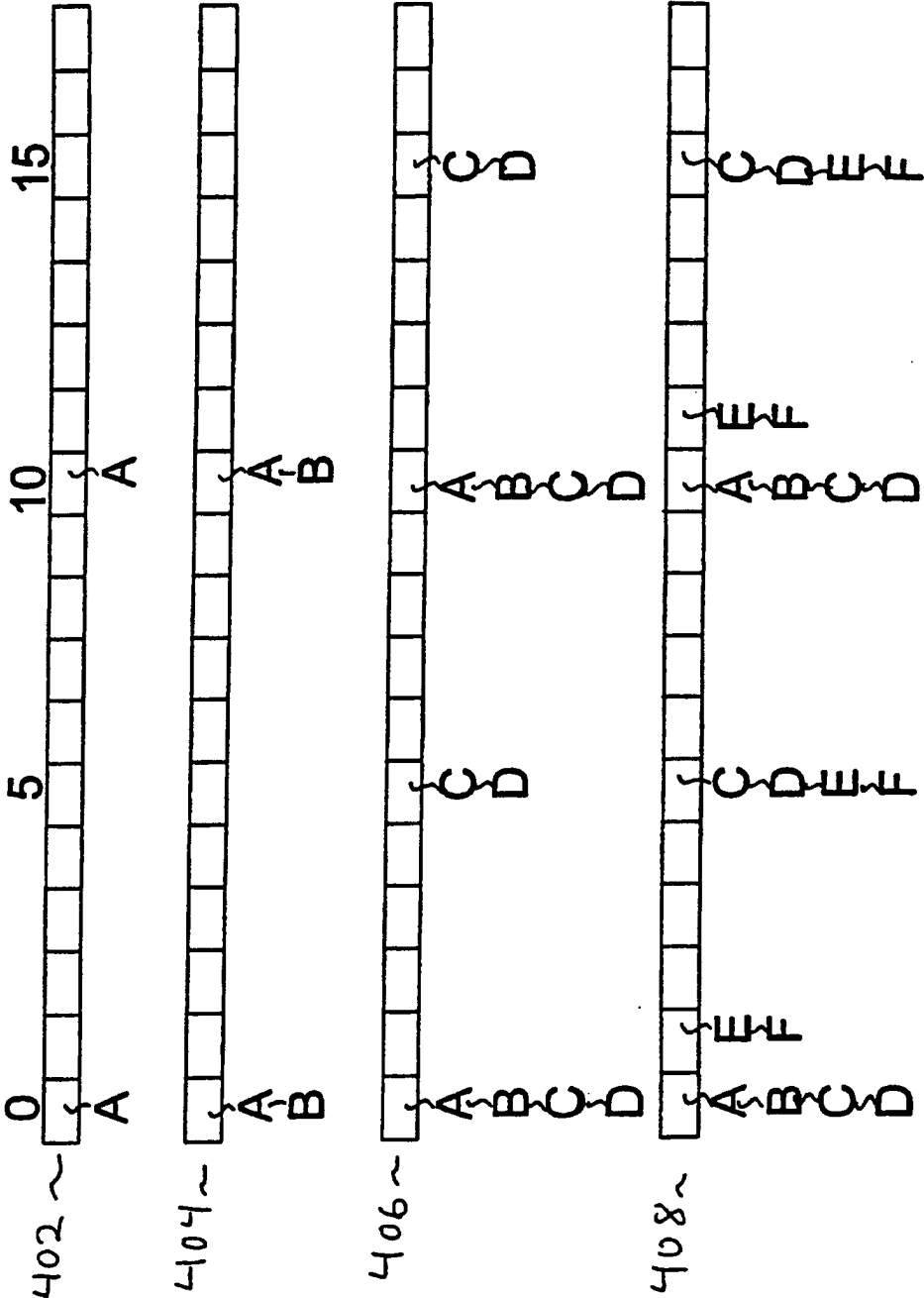


FIG. 6

GET REMOTE UNIT INFO ↖ 350
 (INFORMATIONEN DER ABGESETZTEN EINHEIT HOLEN) ↘ 352
 EXTRACT PERIOD AND DURATION ↘ 354
 (ZEIT UND DAUER ABLEITEN)
 DURATION = DURATION + MARGIN + REPLY ↘ 356
 (DAUER=DAUER+RESERVE+ANTWORT)
 FILL NODE WITH DATA FOR THIS REMOTE ~ 358
 (KNOTEN MIT DATEN FÜR DIESE ABGES. EINHEIT ANFÜLLEN)
 FOR ONCE THROUGH MAX PERIOD ~ 362
 (FÜR MAX. EINMAL DURCHLAUF-ZEIT)
ORIG_LOC = LOCATION ~ 364
 (AUF ORIG_LOC=ORT)
CREATE COPY OF NODE AS NODE_COPY ~ 366
 (KNOTENKOPIE ALS NODE_COPY ERSTELLEN)
IF NO COLLISION AFTER LOOKAHEAD. ~ 368
 (WENN KEIN ZUSAMMENSTOSS NACH VORAUSSCHAU)
MODIFY NEXTTIME IN NODE_COPY ~ 370
 (NEXTTIME IN NODE_COPY ABÄNDERN)
LOOP ~ 372
 (SCHLEIFE)
IF TIME AVAIL AT LOCATION ~ 374
 (WENN ZEIT AM ORT VERFÜGBAR)
ADD NODE_COPY TO LOCATION ~ 376
 (NODE_COPY ZUM ORT HINZUFÜGEN)
EXIT LOOP ~ 378
 (AUS SCHLEIFE AUSTRETEN)
ELSE
 (ANSONSTEN)
INCREMENT LOCATION ~ 382
 (ORT ERHÖHEN)
ENDIF
ENDLOOP
ELSE (COLLISION PREDICTED) ~ 388
 (ANSONSTEN ZUSAMMENSTOSS VORAUSGESAGT)
ADJUST NEXTTIME UNTIL NO COLLISION ~ 390
 (NEXTTIME EINSTELLEN BIS KEIN ZUSAMMENSTOSS)
ENDIF
LOCATION = ORIG_LOC + PERIOD ~ 394
 (ORT=ORIG_LOC+ZEIT)
 ENDFOR

FIG. 7



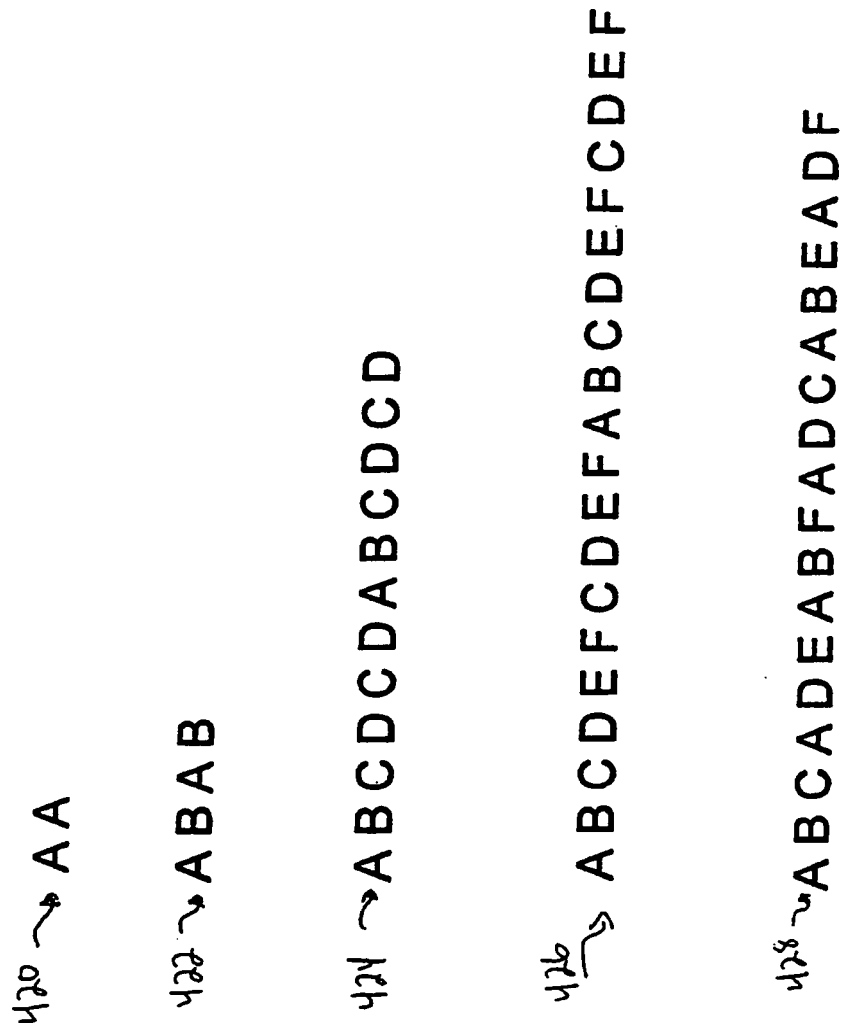


FIG. 8

