(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 018 558 A1** 2005.11.10

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 018 558.1**
(22) Anmeldetag: **14.04.2004**
(43) Offenlegungstag: **10.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G05B 19/04**
H04L 27/00, H04B 1/59, G08C 17/02, G07C 11/00

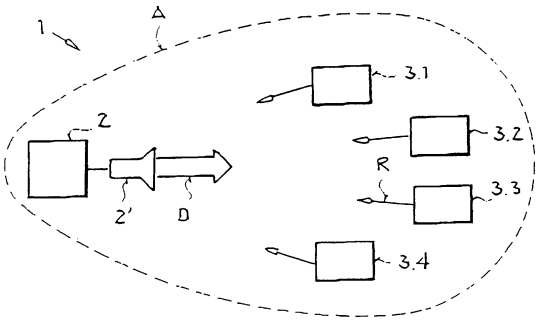
(71) Anmelder:
ATMEL Germany GmbH, 74072 Heilbronn, DE

(72) Erfinder:
Friedrich, Ulrich, 74248 Ellhofen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen von Funktionszuständen in RFID- oder Remote-Sensor-Systemen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen von zeitvariablen Funktionszuständen, beispielsweise im Zuge eines Programmiervorgangs, in RFID-Systemen mit wenigstens einem Transponder oder Remote Sensor und wenigstens einer Basisstation, die mittels eines Trägersignals Daten und/oder Energie an den Transponder oder Sensor überträgt. Nach Erreichen eines vorbestimmten Prozesszustands, insbesondere des Transponders oder Sensors, wird erfindungsgemäß wenigstens ein Quittungssymbol durch den Transponder oder Sensor zur Basisstation übertragen. Somit muss bei zeitvariablen Prozessen für deren zeitliche Steuerung kein ungünstiges "worst case"-Szenario vorgehalten werden, da Anfang und Ende des Prozesses sowie sein Zustand für die Basisstation klar erkennbar sind. Die Steuerung von RFID- oder Remote-Sensor-Systemen wird so schneller und sicherer, was insbesondere eine Kostenersparnis bedeutet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen von zeitvariablen Funktionszuständen in RFID-Systemen mit wenigstens einem Transponder oder Remote Sensor und wenigstens einer Basisstation, die mittels eines Trägersignals Daten und/oder Energie an den Transponder oder Sensor überträgt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung auf einem Transponder oder Remote Sensor zum zeitvariablen, prozessabhängigen Steuern einer Datenübertragung in RFID- oder Remote-Sensor-Systemen mit wenigstens einer Basisstation und wenigstens einem solchen Transponder oder Sensor.

[0002] In den letzten Jahren haben in vielen Dienstleistungsbereichen, in der Beschaffungs- und Distributionslogistik, im Handel sowie in der Produktion und in Materialflusssystemen automatische Identifizierungsverfahren, auch als Auto-ID bezeichnet, große Verbreitung gefunden. Ziel der Auto-ID ist die umfassende Bereitstellung von Informationen zu Personen, Tieren, Objekten und Waren.

[0003] Ein Beispiel für solche Auto-ID-Systeme sind die heute weit verbreiteten Chipkarten, bei denen ein Silizium-Speicherchip über eine mechanisch-galvanische Kontaktierung durch ein Lesegerät, die sog. Basisstation, mit Energie versorgt, ausgelesen und ggf. auch neu programmiert wird. Dabei wird das Erfassungsgerät regelmäßig als Lesegerät bezeichnet, unabhängig davon, ob damit Daten nur gelesen oder auch neu geschrieben werden können.

[0004] RFID-Systeme bestehen aus zwei grundlegenden Komponenten, nämlich dem Transponder bzw. dem Sensor im Falle eines Remote-Sensor-Systems, d.h. einem anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis (IC) mit einem Koppelelement, wie einer Dipolantenne als Sende- und Empfangsmittel, sowie aus der Basisstation, die typischerweise ein Hochfrequenzmodul (Sender-Empfänger) und ebenfalls ein Koppelelement aufweist. Daten werden sowohl von der Basisstation zum Transponder oder Sensor (Vorwärtsverbindung, forward link) als auch in umgekehrter Richtung (Rückverbindung, return link) übertragen.

[0005] Bei RFID-Systemen kann die Energieversorgung des Datenträgers – des Transponders oder Sensors – nicht allein durch galvanisches Kontaktieren sondern auch berührungslos unter Verwendung elektromagnetischer Felder im Radiobereich (radio frequency: RF) erfolgen. Transponder oder Sensoren oder jegliche eigene Energiequelle werden als "passive" Transponder oder Sensoren bezeichnet; solche mit (zusätzlicher) eigener Energieversorgung, z.B. durch eine Batterie, heißen "semi-passive" Transponder oder Sensoren.

[0006] Solche RFID-Systeme, deren Reichweite deutlich über 1 m liegt, arbeiten mit elektromagnetischen Wellen im UHF- und Mikrowellenbereich. Dabei kommt überwiegender Weise ein nach seiner physikalischen Funktionsweise als Backscatter-Prinzip bezeichnetes Rückstrahl-Verfahren zum Einsatz, im Zuge dessen ein Teil der von der Basisstation beim Transponder oder Sensor ankommenden Energie reflektiert (rückgestrahlt; sog. Backscattering) und dabei ggf. zur Datenübertragung moduliert wird: Der IC empfängt über das Koppelelement einen Hochfrequenz-Träger, im Folgenden auch als Trägersignal bezeichnet, den er durch geeignete Modulations- und Rückstreueinrichtungen teilweise an die Basisstation zurück überträgt.

[0007] Die vorstehend als Bestandteile eines derartigen Systems genannten Transponder und Sensoren werden üblicher Weise und im Folgenden verallgemeinernd auch als Tags bezeichnet.

[0008] Für bestimmte Anwendungen weisen die vorstehend beschriebenen Tags beschreibbare Speichermittel, wie ein EEPROM oder dgl., auf und sind dementsprechend durch ein geeignetes Kommando der Basisstation programmierbar. Dabei tritt in RFID-Anwendungen, insbesondere bei einem Einsatz von rein passiven Tags, regelmäßig beim Programmieren der Fall auf, dass zum Erzielen vergrößerter Programmierreichweiten zwecks Sicherstellung einer ausreichenden Energieversorgung über ein entsprechende Prozessdauer die zugeordnete Programmierzeit (-dauer) verlängert werden muss. Ein entsprechend ausgelegtes RFID-System muss dann im Steuerungsfall ausreichende Vorhaltezeiten reservieren, was in nachteiliger Weise zu einer Verlängerung der Kommunikation führt. Des weiteren kann die Programmierdauer auch bei einem Einsatz unterschiedlicher Speichertechnologien unterschiedlich sein. Weiterhin kann es bei Sensoranwendungen vorkommen, dass erst nach einer bestimmten, veränderlichen Zeit ein Messwert zur Verfügung steht.

[0009] Im Folgenden wird an Stelle von Abläufen wie einer Programmierung, einem Lesevorgang, einer Messung oder dgl. verallgemeinernd auch von "Prozessen" gesprochen. Unter einem Prozesszustand sei dabei ein quantitativer und/oder qualitativer Fortschritt des Prozesses, z.B. seine Beendigung, verstanden, insbesondere in Verbindung mit einer Bewertung des Prozess-Ergebnisses, wie "erfolgreich abgeschlossen" oder "nicht erfolgreich abgeschlossen".

[0010] Ein vorbekannter Ansatz zur Vermeidung des o.g. Nachteils ist die Verwendung sog. Autoinkrement- und Autodekrement-Techniken. Dabei wird nach Abschluss eines Prozesses, wie einer Programmierung, beispielsweise mittels eines gegenüber dem Prozess-Kommando verkürzten Kurz-Komman-

dos ein weiterer Datenstrom von der Basisstation an die Tags übermittelt, der anschließend sofort programmiert wird, ohne dass eine zugehörige (Speicher-)Adresse gesendet wird, da diese automatisch (per Autoinkrement/-dekrement) verändert wurde. Alternativ wird das gleiche Datum – ebenfalls mittels eines entsprechenden Kurz-Kommandos – in die nächste Adresse programmiert. Hierbei ist insbesondere als nachteilig anzusehen, dass nach Abschluss einer solchen Prozesssequenz der gesamte Speicher ausgelesen werden muss, um sicher zu stellen, dass alle Daten gespeichert wurden, was wiederum einen erheblichen zeitlichen Mehraufwand bedeutet. Zudem ist dann eine Übertragung mit Blick auf eine Qualität der Programmierung (Verweildauer, data retention time) nicht mehr möglich.

[0011] Im Palomar-Protokoll (vgl. ISO-submission ISO/IEC 18000-6 WD Mode3 vom 01. Februar 2002) wird nach einem Programmiervorgang in einem Statuswort eine Information betreffend die Qualität der Programmierung übertragen. Diese Technik setzt jedoch in nachteiliger Weise voraus, dass dieses Statuswort nach Abschluss der Programmierung auch tatsächlich abgefragt wird.

[0012] Aus der unveröffentlichten Patentanmeldung DE 103 56 259 (Anmeldetag: 03.12.2003) derselben Anmelderin ist ein Verfahren bekannt, durch das ein Tag automatisch die Programmierzeit an die Gegebenheiten des Feldes bzw. einer ihn versorgenden Energiequelle anpasst.

[0013] Die DE 101 38 217 A1 betrifft ein Verfahren, bei dem zur Übertragung von Daten mittels eines Kopfabschnitts im Datenprotokoll, mit dem eine Anzahl zur Kodierung im Datenbereich verwendeter Symbole und deren Kennung definiert wird, die Datenrate an die Kommunikationsbedingungen angepasst wird. Dabei kann die Datenrate wesentlich erhöht werden, indem beispielsweise bei großer Kommunikationsentfernung die Anzahl der Symbole verringert und/oder deren Kennung vereinfacht wird.

[0014] Weiterhin ist bei üblichen Programmieranwendungen bekannt, Daten im Anschluss an ihre Programmierung zur Kontrolle wieder auszugeben. Hierbei ist insbesondere als nachteilig anzusehen, dass sich auf diese Weise zwar überprüfen lässt, ob die Daten nunmehr vorhanden sind; Aussagen über die Verweildauer sind jedoch nicht ableitbar.

[0015] Eine weitere, naheliegende Lösung des oben genannten Problems besteht darin, nach einer Lastwechsel-Signatur im "Sendesignal" des Tags zu suchen: Wird ein rein passives Tag verwendet, so wirkt sich ein Belastungswechsel hinter dessen regelmäßig vorhandenen Gleichrichtmitteln zum Erzeugen einer Versorgungs-Gleichspannung aus der von der Basisstation ausgesandten Wechselfeld-Energie auf das o.g. Sendesignal (Rückstreusignal) des Tags aus. Nach dieser Änderung kann die Basisstation durch Beobachten ihres Empfangssignals suchen. Hierbei ist jedoch insbesondere als nachteilig anzusehen, dass einerseits in einer gestörten Umgebung ein einmaliger Lastwechsel nicht mit Sicherheit empfangen wird und dass andererseits bei semi-passiven Tags sich ein Lastwechsel nicht auf die Rückstreuung auswirkt, da die Energievorsorgung des Tags per definitionem nicht aus dem Feld erfolgt. Daher ist insbesondere in gemischten Systemen, d.h. Systemen, die sowohl passive als auch semi-passive Tags unterstützen, diese Art der Detektion nicht anwendbar.

[0016] Ist zudem ein zeitvariabler Prozess in das System integriert, z.B. rechnerische Bestimmung einer bestimmten Größe, Messen einer physikalischen Größe bei Sensoranwendungen oder dgl., der sich regelmäßig nur wenig auf das Lastverhalten und somit auf die Rückstreuung auswirkt, so ist ebenfalls eine Erkennung des Prozesszustands auf die oben skizzierte Weise nicht möglich.

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Überwachungsmöglichkeit für zeitvariable Prozesse in RFID- oder Remote-Sensor-Systemen zu schaffen, die die oben aufgeführten Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

[0018] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Erkennen von zeitvariablen Funktionszuständen in RFID-Systemen mit wenigstens einem Transponder oder Remote Sensor und wenigstens einer Basisstation, die mittels eines Trägersignals Daten und/oder Energie an den Transponder oder Sensor überträgt, wobei nach Erreichen eines vorbestimmten Prozesszustands, insbesondere des Transponders oder Sensors, wenigstens ein Quittungssymbol durch den Transponder oder Sensor zur Basisstation übertragen wird.

[0019] Weiterhin schafft die Erfindung zur Lösung der genannten Aufgabe eine Vorrichtung auf einem Transponder oder Remote Sensor zum zeitvariablen, prozessabhängigen Steuern einer Datenübertragung in RFID- oder Remote-Sensor-Systemen mit wenigstens einer Basisstation und wenigstens einem Transponder oder Remote Sensor, aufweisend: einen Oszillator zum Erzeugen eines Oszillator-Signals bei einer ersten Frequenz; einen Frequenzteiler zum Erzeugen eines Quittungssignals bei mindestens einer zweiten Frequenz aus dem Oszillator-Signal; und einen Modulator zum Erzeugen eines an die Basisstation in Abhängigkeit von einem Prozesszustand, insbesondere des Transponders oder Sensors, zu übertragenden Quittungssymbols. Der vorstehend aufgeführte Frequenzteiler ist allerdings erfindungsgemäß nur dann notwendig vorhanden, wenn zum Übertragen des Quittungssymbols ein Hilfsträger ausgege-

ben werden soll (s.u.).

[0020] Bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, kann die Basisstation umgehend erkennen, in welchem Zustand sich ein bestimmter Prozess befindet, ohne dass hierfür auf unflexible und regelmäßig zeitlich ungünstige Voreinstellungen zurückzugreifen ist.

[0021] Eine erste Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Übertragung des Quittungssymbols asynchron zu einem Signal der Basisstation erfolgt. Somit ist eine zeitlich optimal flexible Anzeige eines Prozesszustands möglich, wobei zugleich durch den Verzicht auf von der Basisstation übertragene Synchronisationsmarken (sog. Notch-Signale, Modulationsdips) ein Störeinfluss auf parallel ablaufende Kommunikationen vermieden wird.

[0022] Nach einer anderen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die insbesondere bei niederfrequenten Systemen, z.B. im Bereich von 125 kHz bzw. 13,56 MHz, zum Einsatz kommt, ist vorgesehen, dass eine Frequenz des Trägersignals zum Erzeugen eines Hilfsträgers geteilt und dieser als Quittungssymbol verwendet wird, wie weiter oben bereits angesprochen wurde. Alternativ wird zu diesem Zweck eine interne Oszillator-Frequenz des Transponders oder Sensors zum Erzeugen eines Hilfsträgers geteilt und dieser als Quittungssymbol verwendet.

[0023] Unter einem "Hilfsträger" wird im Folgenden nach dem Sprachgebrauch der Funktechnik eine zusätzlich eingeführte Taktfrequenz f_H verstanden, mit der beispielsweise im Zuge einer auf Lastmodulation eines Trägersignals basierenden Übertragung vom Tag zur Basisstation ein zu Modulationszwecken im Tag vorhandener zusätzlicher Lastwiderstand ein- und ausgeschaltet wird. Dabei entstehen zwei Spektrallinien im Abstand $\pm f_H$ um die Sendefrequenz f_S (des Trägersignals) der Basisstation (s. Finkenzeller, RFID-Handbuch, 3. Aufl. (2002), Hanser, S. 44 ff.).

[0024] Nach einer äußerst bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Abhängigkeit von dem Prozesszustand ein jeweils vorbestimmter Hilfsträger als Quittungssymbol übertragen. War beispielsweise eine Programmierung des Tags erfolgreich und lässt sich eine bestimmte Verweildauer der Daten gewährleisten, so wird ein Hilfsträger einer ersten Frequenz f_{H1} verwendet; kann die Verweildauer nicht garantiert werden, so wird eine zweite Frequenz f_{H2} verwendet. Auf diese Weise bekommt die Basisstation immer ein eindeutiges Signal, auf dessen Grundlage sie vorbestimmte, weitere Prozessschritte einleiten kann. Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich entsprechend durch eine Modulations-Steuereinheit in Wirkverbindung mit dem Frequenzteiler zum Steuern der Frequenz des Quittungssignals aus, wobei weiterhin vorzugsweise eine Betriebsart und/oder Frequenz des Oszillators bzw. des Oszillator-Signals in Abhängigkeit von zeitvariablen Prozesszuständen steuerbar ist.

[0025] In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass ein Teilerverhältnis von Trägersignal und Quittungssignal aus einem Symbol zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor übertragener Rückverbindungs-Kopfdaten abgeleitet wird. Somit lässt sich in einfacher Weise sicherstellen, dass sich der Hilfsträger jederzeit in einem bestimmten Frequenzbereich befindet, um insbesondere durch entsprechende Empfangseinrichtungen der Basisstation zuverlässig aufnehmbar zu sein. Nach einer ersten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dabei eine in den Rückverbindungs-Kopfdaten enthaltene Definition eines logischen "0"-Symbols oder eines logischen "1"-Symbols zum Ableiten des Teilerverhältnisses – sofern ein Hilfsträger ausgegeben werden soll – oder direkt zum Erzeugen des Quittungssymbols verwendet. In letzterem Fall steht eine logische "0" für eine gescheiterte Prozessdurchführung; "1" bedeutet, dass der Prozess erfolgreich abgeschlossen wurde.

[0026] Alternativ kann ein in den Rückverbindungs-Kopfdaten enthaltenes Kodierungs-Referenzsymbol (vgl. z.B. ISO 18000-8 WD Mode3 vom 01. Februar 2002) zum Ableiten des Teilerverhältnisses verwendet werden. Nach einer anderen Variante kann auch ein Puls-Pausenverhältnis für die Übertragung des Quittungssymbols aus einem Symbol zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor übertragener Rückverbindungs-Kopfdaten abgeleitet werden, beispielsweise ein Verhältnis von 25% zu 75% einer zeitlichen Dauer des entsprechenden Symbols zum Übertragen einer logischen "0" und ein Verhältnis von 50% zu 50% für eine logische "1".

[0027] Vorzugweise endet erfindungsgemäß die Übertragung des Quittungssymbols nach einer vorbestimmen Anzahl von Übertragungsvorgängen, z.B. nach acht oder 16 Übertragungsvorgängen. Auf diese Weise ist es möglich zu erkennen, ob im Falle eines Vorhandenseins mehrerer Tags im Feld alle diese Tags die Prozessdurchführung bzw. die Übertragung des Quittungssymbols beendet haben.

[0028] Um weiterhin das Signal-Rauschverhältnis zu verbessern, kann bei Ableitung der Hilfsträger-Frequenz aus den vorstehend genannten Kopfdaten die Übertragung des Quittungssymbols erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise durch die Basisstation gesteuert in einem Frequenzbereich mit geringer Rauschleistung erfolgen. Hierzu weist die er-

findungsgemäße Vorrichtung in einer besonderen Ausgestaltung Speichermittel zum Speichern eines von der Basisstation empfangenen Zeitschritt-Signals zum Festlegen der Frequenz des Quittungssymbols auf.

[0029] Eine äußerst bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass in dem Transponder oder Sensor zum Synchronisieren der Übertragung des Quittungssymbols ein vorgegebener Zeitschritt wiederholt weitergezählt wird, wobei der Zeitschritt vorzugsweise innerhalb einer Vorwärtsverbindung zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor vereinbart wird.

[0030] In bevorzugter Weiterbildung weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung dementsprechend Zählermittel zum Weiterzählen des Zeitschritts zwecks Synchronisierung einer Übertragung des Quittungssymbols auf.

[0031] Wenn insbesondere das Weiterzählen auch bei konstantem Feld erfolgt, d.h. wenn keine Datenübertragung zum Tag stattfindet, ist es im Rahmen der Erfindung möglich, bei mehreren im Feld der Basisstation vorhandenen Tags eine im wesentlichen synchrone Übertragung des Quittungssignals zu erreichen. Auf diese Weise kann das Signal-Rauschverhältnis weiter verbessert werden. Dazu ist erfindungsgemäß weiterhin vorgesehen, dass die Übertragung des Quittungssymbols nach einer Zeit $n \times m \times R1$ nach Bereitstellung (Übertragen und Speichern) des Zeitschritts erfolgt, wobei $n \in N$, $n > 0$, R1 den Zeitschritt bezeichnet und der Wert von m von einer vereinbarten Kodierung des Quittungssymbols abhängt, z.B. $m \in \{1/4, 1/2, 1\}$.

[0032] Weiterhin besitzt eine erfindungsgemäße Vorrichtung im Zuge einer besonderen Ausgestaltung vorzugsweise Umschaltmittel, wie einen Multiplexer, zum Umschalten zwischen einem Daten-Modulationsstrom und einem Quittungs-Modulationsstrom des Transponders oder Sensors.

[0033] Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigt:

[0034] Fig. 1 schematisch ein RFID-System mit einem Lesegerät und einer Anzahl von Tags (Transponder oder Remote Sensoren) im Ansprechbereich des Lesegeräts;

[0035] Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Tags gemäß der Fig. 1;

[0036] Fig. 3 ein Blockschaltbild der Modulations-Steuereinheit aus Fig. 2;

[0037] Fig. 4 in einer schematischen Darstellung von der Basisstation übertragene Rückverbindungs-Kopfdaten; und

[0038] Fig. 5 ein Ablaufdiagramm einer zeitvariablen Programmierung.

[0039] Die Fig. 1 zeigt ein RFID-System **1** mit einem Lesegerät **2** in Verbindung mit einem geeigneten Sende- und Empfangsmittel **2'**, wie einer Dipol-Antenne, und eine Anzahl von Transpondern **3.1**–**3.4**, die sich gemeinsam in einem Ansprechbereich A des Lesegeräts **2** befinden.

[0040] Ein von dem Lesegerät **2** bzw. dem Sendemittel **2'** ausgesendeter Datenstrom D wird dabei von allen Transpondern **3.1**–**3.4** gleichzeitig empfangen. Die Datenübertragung vom Lesegerät **2** zu einem Transponder **3.1**–**3.4** wird im Folgenden als Vorwärtsverbindung (forward link) bezeichnet. Die Transponder **3.1**–**3.4** antworten zumindest auf eine abgeschlossene Datenübertragung vom Lesegerät **2** über Rückverbindungen R (return link), wobei ein Teil der vom Lesegerät **2** zusammen mit den Daten D beim Transponder **3.1**–**3.4** ankommenden Energie reflektiert (rückgestrahlt; sog. Backscattering) und dabei ggf. zur Datenübertragung vom Transponder **3.1**–**3.4** zum Lesegerät **2** moduliert wird. Bei einem Einsatz Vollduplex-fähiger Systeme **1** (gleichzeitige Übertragung in der Vorwärts- und Rückverbindung) kann eine Datenübertragung zum Lesegerät **2** auch bereits während der Vorwärtsverbindung erfolgen.

[0041] Obwohl hier und im Folgenden teilweise nur von Transpondern die Rede ist, lässt sich die vorliegende Erfindung selbstverständlich auch in Systemen mit einer Anzahl von Remote Sensoren, ggf. auch in Verbindung mit einer Anzahl von Transpondern, einsetzen.

[0042] Die Fig. 2 zeigt schematisch anhand eines Blockschaltbilds einen Transponder **3.1**–**3.4** des RFID-Systems **1** der Fig. 1, hier in einer speziellen Ausgestaltung als Remote Sensor. Der Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** weist demnach zumindest einen integrierten Schaltkreis (IC) **3a** und als einzige äußere Beschaltung zum Senden und Empfangen von Daten D, R inkl. Befehlen bzw. Steuersignalen (z.B. Modulationsdips oder Notch-Signale) und ggf. Energie eine (Dipol-)Antenne **3b** auf. Weiterhin besitzt der Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** gemäß der Fig. 2, Speichermittel **3c**, wie ein EEPROM, insbesondere zum Speichern von der Basisstation empfangener Daten, sowie Zählermittel **3d** zum internen Weiterzählen von Zeitschritten (s.u.). Optional enthalten sind ferner Energie-Versorgungsmittel **3e**, wie eine Batterie, wenn es sich um einen semi-passiven Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** handelt, was in der Fig. 2 durch die gestrichelte Darstellung symbolisiert ist.

[0043] In Wirkverbindung mit Prozessführungs-/Rechenmitteln **3f** weist der erfindungsgemäße Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** weiterhin geeignete Sensormittel **3f'** auf, beispielsweise Mittel zum Messen einer Umgebungstemperatur oder dergleichen. Die Prozessführungs-/Rechenmitteln **3f** dienen dem Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** nach Art einer State-Machine dazu, logische Verknüpfungen durchzuführen, und besitzen die zusätzliche Fähigkeit, Variablenzustände zu speichern. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel können so von den Sensormitteln **3f'** geliefert Messwerte verarbeitet, umgerechnet, gespeichert und ggf. bewertet werden. Wenn also der mit Hilfe der Sensormittel **3f'** durchgeführte Messvorgang aufgrund möglicherweise in Abhängigkeit von Umgebungsparametern variabler Messdauer als in dem Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** ablaufender, zeitvariabler Prozess angesehen wird, der sich insbesondere durch ein entsprechendes, von der Basisstation gesendetes Kommando initiieren lässt, so können mittels der Prozessführungs-/Rechenmittel **3f** (State-Machine) Informationen betreffend einen (momentanen, zeitabhängigen) Zustand dieses Prozesses gewonnen werden. Derartige Informationen können einen Ablauf des Messvorgangs (abgeschlossen/nicht abgeschlossen) oder ein erhaltenes bzw. berechnetes Ergebnis betreffen (Ergebnis sinnvoll/fehlerhaft).

[0044] Ein weiteres, eingangs bereits angesprochenes Beispiel für einen in dem Transponder **3.1**–**3.4** ablaufenden, zeitvariablen Prozess, der mittels der Prozessführungs-/Rechenmittel **3f** überwachbar ist, lässt sich ein Programmiervorgang, beispielsweise in den Speichermitteln **3c**, anführen. Der Zeitbedarf für ein erfolgreiches Programmieren ist dabei eine Funktion mehrerer zeitlich variabler Faktoren, wie Feldstärke und -stabilität, Größe und Lage der Speichermittel **3c**, garantierte Daten-Verweildauer etc. Der Programmiervorgang kann in Abhängigkeit von diesen Faktoren erfolgreich, bei zugleich ausreichender Verweildauer der programmierten Daten, oder nicht erfolgreich abgeschlossen sein (z.B, aufgrund einer unzureichenden Verweildauer).

[0045] Schließlich besitzt der Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** in der gezeigten Ausgestaltung eine Modulations-Steuereinheit **3g**, die weiter unten anhand der Fig. 3 näher erläutert wird.

[0046] Die Fig. 3 zeigt detailliert die Modulations-Steuereinheit **3g** aus Fig. 2 in Wirkverbindung mit den vorstehend bereits besprochenen Prozessführungs-/Rechenmitteln **3f**, der State-Machine. Demgemäss weist die Modulations-Steuereinheit **3g** (zumindest bei Hochfrequenz-Anwendungen; s.o.) zunächst einen internen Oszillator **3ga** auf, der beispielsweise als RC-Oszillator ausgeführt sein kann und dessen Frequenz oder Betriebszustand (an/aus) durch die State-Machine **3f** steuerbar ist (Pfeil S1 in Fig. 3). Weiterhin enthalten ist ein Frequenzteiler **3gb** in Wirkverbindung einerseits mit dem Oszillator **3ga** und andererseits mit einem Multiplexer **3gc**. Auch der Frequenzteiler **3gb** ist mittels eines weiteren Steuersignals S2 durch die State-Machine **3f** steuerbar.

[0047] Der Multiplexer **3gc** besitzt gemäß der Darstellung in Fig. 3 wenigstens noch einen weiteren Eingang für einen Daten-Modulationsstrom DM der vom Transponder/Sensor an die Basisstation zu übertragenden Daten.

[0048] Dem Multiplexer **3gc** nachgeschaltet weist die erfindungsgemäße Modulations-Steuereinheit **3g** einen Modulator **3gd** auf, der zum Modulieren eines Trägersignals (nicht gezeigt) der Basisstation zwecks Übertragung von Daten durch den Transponder/Sensor **3.1**–**3.4** (Fig. 2) über die Rückverbindung R zur Basisstation **2** ausgebildet ist. Dabei können grundsätzlich alle gängigen Modulationsarten zum Einsatz kommen, indem beispielsweise der Real- und/oder Imaginärteil der Eingangsimpedanz des Tags verändert wird. Der Veränderung des Realteils entspricht eine Lastmodulation (auch: ASK; Amplitudentastung); die Veränderung des Imaginärteils bewirkt eine Phasenmodulation (PSK; Phasenumtastung). In der Praxis werden diese Modulationsarten gemischt verwendet. Schließlich besitzt die Modulations-Steuereinheit Steuermittel **3ge** in Wirkverbindung mit der State-Machine **3f**, die ihrerseits zum Steuern des Multiplexers **3gc** (Steuersignal S3) und des Modulators **3gd** (Steuersignal S4) eingerichtet ist.

[0049] Der Oszillator **3ga** liefert gemäß der Fig. 3 eine Taktinformation TI bei einer ersten Frequenz, die gemäß der gezeigten Ausführungsform dem Frequenzteiler **3gb** zugeführt wird. Am Ausgang des Teilers steht erfindungsgemäß eine Hilfsträger-Frequenz f_{H1}, f_{H2} (s.o.) als Quittungssignal zur Verfügung, die über die State-Machine **3f** (Steuersignal S2) von Zustandsinformationen ZI des zeitvariablen Prozesses gesteuert wird und somit einen Quittungs-Modulationsstrom QM für eine Modulation des Trägersignals durch den Modulator **3gd** darstellt. Der Multiplexer **3gc** schaltet erfindungsgemäß nach Maßgabe der Steuermittel **3ge** (Steuersignal S3) zwischen dem Daten-Modulationsstrom DM und dem Quittungs-Modulationsstrom QM um und gibt ggf. über das Steuersignal S4 die entsprechende Modulation durch den Modulator **3gd** frei, um der Basisstation den Prozesszustand des Tags durch Übertragung eines entsprechenden Quittungssymbols QS anzuzeigen. Hierzu empfangen die Steuermittel **3ge** beim dargestellten Ausführungsbeispiel von der State-Machine **3f** Eingangssignale (Inputsignale) IN1–IN5, mit der Zuordnung:

IN1 zeitvariabler Prozess (Programmierung, Messvorgang, ...) abgeschlossen;
IN2 zeitvariabler Prozess erfolgreich abgeschlossen (ausreichende Verweildauer, zulässiges Messergebnis, ...);
IN3 zeitvariabler Prozess nicht erfolgreich abgeschlossen;
IN4 Datenmodulation freigegeben;
IN5 Quittungsmodulation freigegeben.

[0050] Bei einfacheren, hier nicht gezeigten Versionen der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die Signale IN2, IN3 entfallen. Die eigentliche Ablaufsteuerung (Prozess- bzw. Quittungsbeginn; vgl. auch Fig. 5) erfolgt in der State-Machine **3f**.

[0051] Die Fig. 4 illustriert, wie erfindungsgemäß von der Basisstation übertragene Rückverbindungs-Kopfdaten RLH, der sog. return Zink header, zum Festlegen des in dem Frequenzteiler **3gb** verwendeten Teilerverhältnisses zum Erzeugen der Frequenzen f_{H1}, f_{H2} aus der internen Oszillatorfrequenz benutzt werden, um so sicher zu stellen, dass sich der Hilfsträger immer in einem bestimmten Frequenzbereich befindet. Mit den Rückverbindungs-Kopfdaten RLH überträgt die Basisstation gemäß der unveröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2004 013156 (Anmeldetag 17.03.2004) derselben Anmelderin, die insoweit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht wird, vorzugsweise Modulationsreferenzen und weitere Steuersymbole, beispielsweise für Antikollisions-Routinen.

[0052] In der Fig. 4 ist bei a) das zu sendende Kopfdaten-Signal (level2send) mit vier Teilsymbolen TS1–TS4 dargestellt, das insbesondere als zweites Teilsymbol TS2 eine Zeitreferenz für die Datenstrom-Modulation in der Rückverbindung R vom Tag zur Basisstation enthält. Darunter dargestellt ist das entsprechend modulierte Signal in verschiedenen Modulationsarten:

b) NRZI-Kodierung (Non-Return-to-Zero-Inverted: logisch "1" entspricht einer Änderung des Modulationszustands; bei "0" keine Änderung);
c) soft-NRZI-Kodierung (NRZI-Kodierung mit zeitlich versetztem Flankenwechsel);
d) FMO-Kodierung ("0" entspricht einer beliebigen Flanke in der Mitte eines Bit-Intervalls der Länge TS2, "1" einer Flanke am Intervallende); und
e) 3phase1-Kodierung (Wertigkeit eines Zeichens abhängig vom zeitlichen Abstand zu einer Synchronisationsmarke (Notch) der Basisstation; hier: "1" entspricht einem Abstand TS2/2, "0" entspricht TS2/4).

[0053] Erfindungsgemäß wird nun die Zeitreferenz aus den Kopfdaten RLH zum Ableiten der Hilfsträger-Frequenz für das an die Basisstation zu übertragende Quittungssymbol QS (Fig. 3) verwendet. Dies kann entweder direkt aus dem Teilsymbol TS2 geschehen, oder je nach Kodierungsvereinbarung aus einem logischen "1"- oder "0"-Symbol, wie oben beschrieben. Des weiteren kann das Teilsymbol TS2 bei entsprechender Auswahl zum Festlegen eines Puls-Pausenverhältnisses für den Hilfsträger heran gezogen werden.

[0054] Um das Signal-Rauschverhältnis der Quittungs-Übertragung zu verbessern, wird erfindungsgemäß vorzugsweise weiterhin wie in der Fig. 5 gezeigt vorgegangen:
Die Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf eines in einem Transponder ablaufenden zeitvariablen Prozesses, z.B. einer Programmierung. Zunächst wird während eines ersten Zeitraumes I durch den Transponder ein Datenstrom D mit Daten und Zeitreferenzen (z.B. TS2; vgl. Fig. 4) empfangen. Eine dieser Zeitreferenzen, hier: das Teilsymbol TS2 gemäß der Fig. 4, wird als Zeitschritt-Referenz R1 in dem Transponder gespeichert, z.B. in den Speichermitteln **3c** (Fig. 2). Anschließend erfolgt während des Zeitraums II die Programmierung, wobei der Zeitschritt R1 durch die Zählermittel **3d** weitergezählt wird, auch wenn die Basisstation ein konstantes Feld aussendet, d.h. keine Informationsübertragung zum Transponder stattfindet. Da es sich bei Programmiervorgängen oder dgl., wie bereits gesagt, um zeitvariable Prozesse handelt, schließt sich erfindungsgemäß an den Programmiervorgang (Abschnitt II) während des folgenden Zeitraums III ein Quittungsabschnitt an. Die Quittierung, d.h. die Freigabe der entsprechenden Modulation durch die Steuermittel **3ge** (Fig. 3) zur Übertragung des Quittungssymbols QS erfolgt nach einer Zeit $n \times m \times R1$ nach Bereitstellung (Empfang, Speicherung) des Zeitschritts R1, wobei $n \in N$, $n > 0$, ist. Der Wert von m hängt von einer vereinbarten Kodierung des Quittungssymbols QS ab, z.B. $m \in \{1/4, 1/2, 1\}$, wobei die exemplarisch aufgeführten Werte gemäß den obigen Ausführungen zur Fig. 4 für eine 3phasel-Kodierung (Teildarstellung e) in Fig. 4), eine FMO-Kodierung (d) bzw. eine (hard-)NRZI-Kodierung (c) stehen, wenn zugleich eine Referenz für die Baudrate im Falle asynchroner Übertragung gleich der Zeitreferenz für die Flankensteuerung ist.

[0055] Auf diese Weise beginnt die Übertragung des Quittungssymbols QS bei Anwesenheit mehrerer Transponder **3.1**–**3.4** im Feld einer Basisstation **2** (Fig. 1) im wesentlichen (raster-)synchron, so dass sich ein verbessertes Signal-Rauschverhältnis ergibt.

[0056] Nach empfangener Quittierung durch die Basisstation empfängt der Transponder während des Zeitraums IV zeitvariabel weitere Befehle (Daten).

[0057] Die wesentlichen Vorteile der vorliegenden Erfindung sind die folgenden:

– Bei zeitvariablen Prozessen muss für die zeitliche Steuerung kein ungünstiges "worst case"-Szenario vorgehalten werden, da Anfang und

Ende des Prozesses sowie sein Zustand für die Basisstation klar erkennbar sind.

– Die Steuerung von RFID- oder Remote-Sensor-Systemen wird so schneller und sicherer, was eine Kostenersparnis bedeutet.

– Das bislang praktizierte Auslesen von Daten nach einer Programmierung kann entfallen, da die Datenintegrität regelmäßig schon durch eine Auswertung von Sicherungszeichen, z.B. eine CRC-Auswertung, sichergestellt wurde:
Wenn der Datenstrom von der Basisstation an ein Tag übertragen wird, liefert die Basisstation auch Sicherungszeichen, die bei nicht erfolgter Fehleranzeige ebenfalls programmiert werden. Daher genügt es in den meisten Fällen zu wissen, dass die Programmierung ordnungsgemäß verlaufen ist.

– Durch Verwendung einer Teilsymbol-Definition aus den Kopfdaten besteht die Möglichkeit einer einfachen Bandbreiten-Kontrolle.

– Bei beginnender Quittierung nach einer einheitlichen Zeit n × m × R1 ergibt sich ein günstiges Signal-Rauschverhältnis.

Bezugszeichenliste

1	RFID-System
2	Basisstation
2'	Sende- und Empfangsmittel
3.1–3.4	Transponder/Sensor
3a	integrierter Schaltkreis
3b	Antenne
3c	Speichermittel
3d	Zählermittel
3e	Batterie
3f	State-Machine
3f'	Sensormittel
3g	Modulations-Steuereinheit
3ga	Oszillator
3gb	Frequenzteiler
3gc	Multiplexer
3gd	Modulator
3ge	Steuermittel
I–IV	Zeitraum
A	Ansprechbereich, Feld
D	Datenstrom
DM	Daten-Modulationsstrom
f_{H1}, f_{H2}	Hilfsträger (-Frequenz)
IN1-IN5	Input-Signal
m	Zahlenwert
n	natürliche Zahl (> 0)
QM	Quittungs-Modulationsstrom
QS	Quittungssymbol
R	Rückverbindung
R1	Zeitschritt
RLH	Rückverbindungs-Kopfdaten
S1–S4	Steuersignal
t	Zeit
TI	Taktinformation
TS1–TS4	Teilsymbol
ZI	Zustandsinformation

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen von zeitvariablen Funktionszuständen in RFID-Systemen mit wenigstens einem Transponder oder Remote Sensor und wenigstens einer Basisstation, die mittels eines Trägersignals Daten und/oder Energie an den Transponder oder Sensor überträgt, wobei nach Erreichen eines vorbestimmten Prozesszustands, insbesondere des Transponders oder Sensors, wenigstens ein Quittungssymbol durch den Transponder oder Sensor zur Basisstation übertragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung des Quittungssymbols asynchron zu einem Signal der Basisstation erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Frequenz des Trägersignals zum Erzeugen eines Hilfsträgers geteilt und dieser als Quittungssymbol verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine interne Oszillator-Frequenz des Transponders oder Sensors zum Erzeugen eines Hilfsträgers geteilt und dieser als Quittungssymbol verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Prozesszustand ein jeweils vorbestimmter Hilfsträger als Quittungssymbol übertragen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilerverhältnis von Trägersignal und Quittungssignal oder das Quittungssymbol selbst aus einem Symbol zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor übertragener Rückverbindungs-Kopfdaten abgeleitet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine in den Rückverbindungs-Kopfdaten enthaltene Definition eines logischen "0"-Symbols oder eines logischen "1"-Symbols zum Ableiten des Teilerverhältnisses verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein in den Rückverbindungs-Kopfdaten enthaltenes Kodierungs-Referenzsymbol zum Ableiten des Teilerverhältnisses verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Puls-Pausenverhältnis für die Übertragung des Quittungssymbols aus einem Symbol zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor übertragener Rückverbindungs-Kopfdaten abgeleitet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung des Quittungssymbols durch die Basisstation gesteuert in einem Frequenzbereich mit geringer Rauschleistung erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Transponder oder Sensor zum Synchronisieren der Übertragung des Quittungssymbols ein vorgegebener Zeitschritt wiederholt weitergezählt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitschritt innerhalb einer Vorwärtsverbindung zwischen der Basisstation und dem Transponder oder Sensor vereinbart wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung des Quittungssymbols nach einer Zeit $n \times m \times R1$ nach Bereitstellung des Zeitschritts erfolgt, wobei $n \in N$, $n > 0$, R1 den Zeitschritt bezeichnet und der Wert von m von einer vereinbarten Kodierung des Quittungssymbols abhängt, z.B. $m \in \{1/4, 1/2, 1\}$.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstation in Abhängigkeit von dem Quittungssymbol vorbestimmte weitere Prozessschritte einleitet.

15. Vorrichtung auf einem Transponder (**3.1**–**3.4**) oder Remote Sensor zum zeitvariablen, prozessabhängigen Steuern einer Datenübertragung in RFID- oder Remote-Sensor-Systemen (**1**) mit wenigstens einer Basisstation (**2**) und wenigstens einem Transponder (**3.1**–**3.4**) oder Remote Sensor, aufweisend:
– einen Oszillator (**3ga**) zum Erzeugen eines Oszillator-Signals bei einer ersten Frequenz (TI);
– einen Frequenzteiler (**3gb**) zum Erzeugen eines Quittungssignals bei mindestens einer zweiten Frequenz (f_{H1}, f_{H2}) aus dem Oszillator-Signal; und
– einen Modulator (**3gd**) zum Erzeugen eines an die Basisstation (**2**) in Abhängigkeit von einem Prozesszustand (ZI), insbesondere des Transponders (**3.1**–**3.4**) oder Sensors, zu übertragenden Quittungssymbols (QS).

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Modulations-Steuereinheit (**3g**) in Wirkverbindung mit dem Frequenzteiler (**3gb**) zum Steuern der Frequenz (f_{H1}, f_{H2}) des Quittungssignals.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Betriebsart und/oder Frequenz des Oszillators (**3ga**) bzw. des Oszillator-Signals in Abhängigkeit von zeitvariablen Prozesszuständen (ZI) steuerbar ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch Umschaltmittel (**3gc**) zum Umschalten zwischen einem Daten-Modulationsstrom (DM) und einem Quittungs-Modulationsstrom (QM) des Transponders (**3.1**–**3.4**) oder Sensors.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, gekennzeichnet durch Speichermittel (**3gc**) zum Speichern eines von der Basisstation (**2**) empfangenen Zeitschritt-Signals (TS2) zum Festlegen der Frequenz (f_{H1}, f_{H2}) des Quittungssymbols (QS).

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch Zählermittel (**3d**) zum Weiterzählen des Zeitschritts (R1) zwecks Synchronisierung einer Übertragung des Quittungssymbols (Qs).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

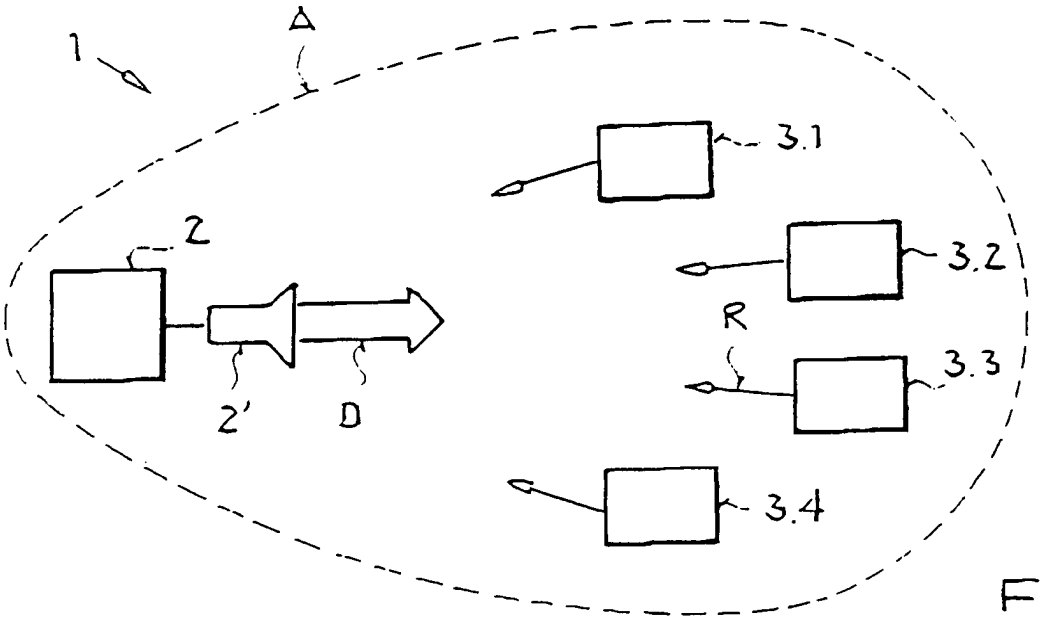


FIG.1

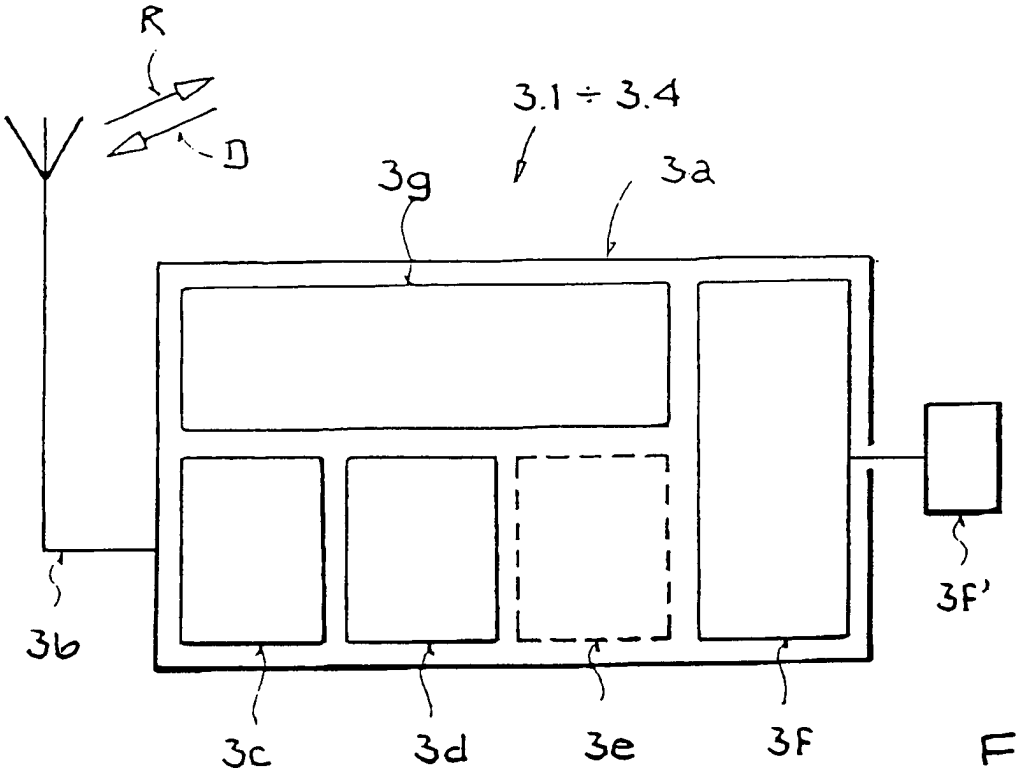


FIG.2

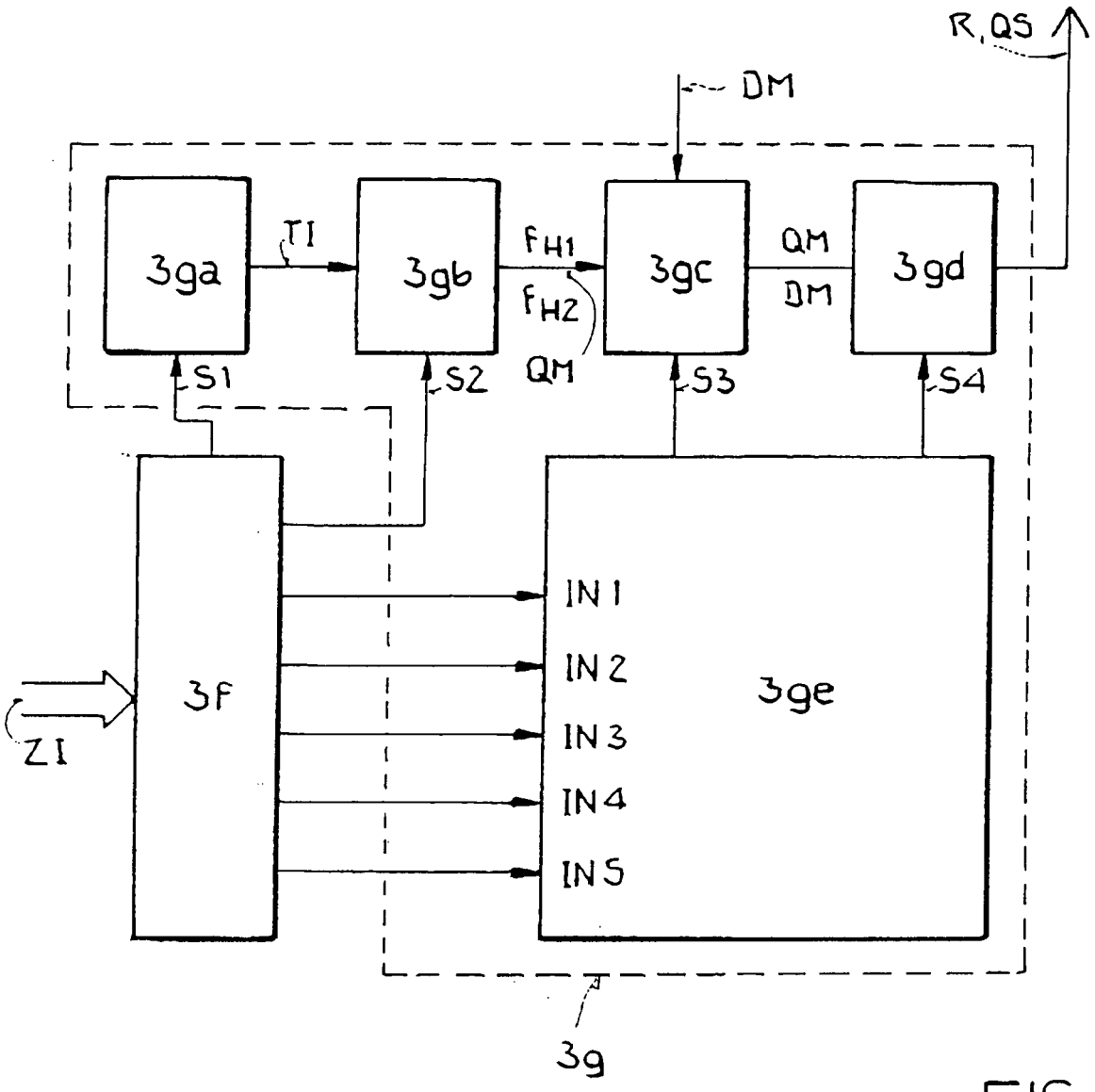

R,QS
DM
3ga
TI
3gb
FH1
FH2
QM
3gc
QM
DM
3gd
S1
S2
S3
S4
IN1
IN2
IN3
IN4
IN5
3ge
3F
ZI
3g

FIG.3

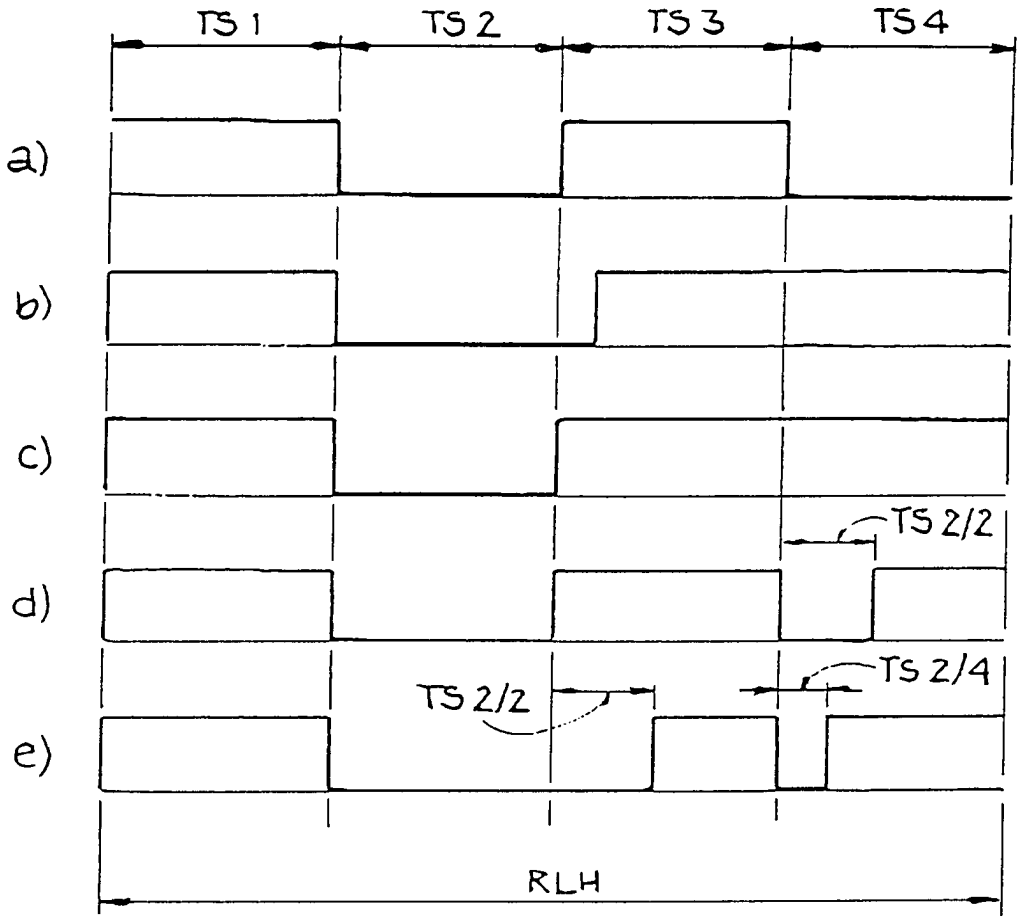


FIG.4

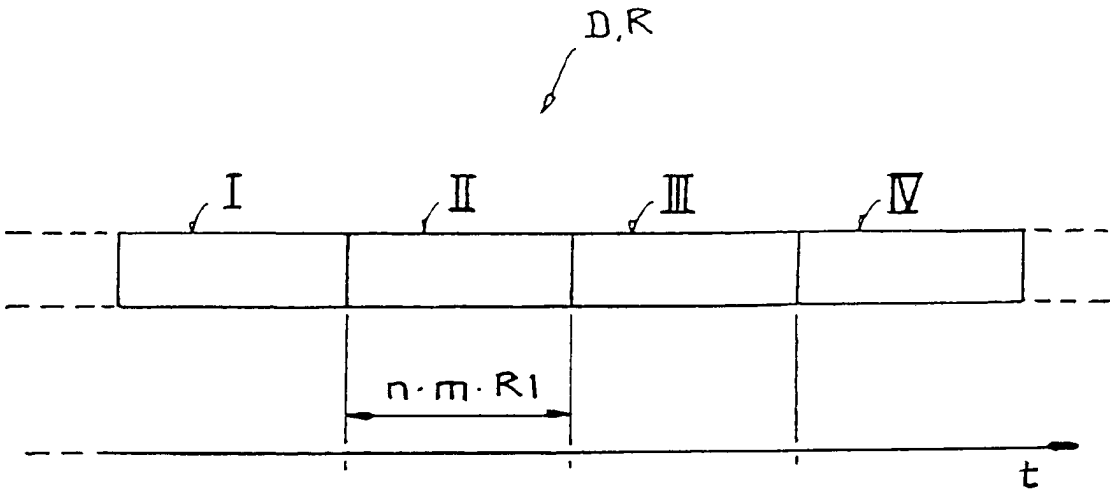


FIG.5