

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Januar 2012 (12.01.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/004011 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04B 1/16 (2006.01) H04W 52/02 (2009.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP201 1/003566

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. M i 201 1 (08.07.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 027 019.9 8. Juli 2010 (08.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OEHLER, Frank [DE/DE]; Sattelweg 3, 91325 Adelsdorf (DE). MILO-SIU, Heinrich [DE/DE]; Dresdener Str. 15, 91080 Uttenreuth (DE).

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR; Joachimstaler Strasse 12, 10719 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V

(54) Title: ENERGY-SAVING RECEIVER ASSEMBLY FOR THE WIRELESS RECEPTION OF DATA

(54) Bezeichnung : STROMSPARENDE EMPFÄNGERANORDNUNG ZUM DRAHTLOSEN EMPFANG VON DATEN

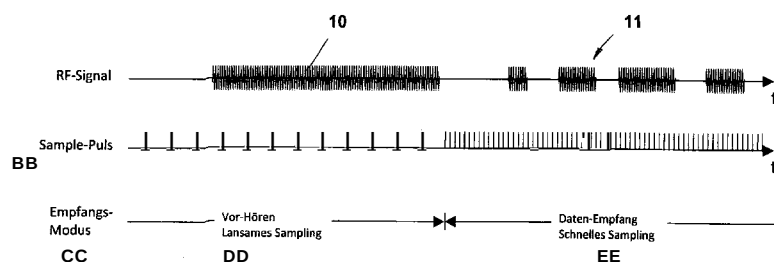


Fig. 2

BB Sampling pulse
CC Receive mode
DD Prefade listening slow sampling
EE Data reception rapid sampling

(57) Abstract: The invention relates to a receiver assembly for the wireless reception of data that are modulated onto a carrier signal, comprising an analogue receiver, an evaluating device and a control device. The control device controls the receiver by means of sampling pulses such that the receiver is activated during the sampling pulses and is ready to receive transmission signals and is deactivated during the sampling pauses. The evaluating device generates a data bit sequence from the received signals that are supplied by the receiver during the sampling pulses. The control device is further designed to actuate the receiver between phases having differing sampling frequency ranges in dependence on at least one predefined switching criterion.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Empfängeranordnung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/004011 A1

zum drahtlosen Empfang von Daten, die auf ein Trägersignal aufmoduliert sind, vorgeschlagen, die einen analogen Empfänger, eine Auswertevorrichtung und eine Steuervorrichtung aufweist. Die Steuervorrichtung steuert den Empfänger mittels Abtastimpulsen derart an, dass er während der Abtastimpulse aktiviert und bereit zum Empfang von Sendesignalen ist und während der Abtastpausen deaktiviert ist. Die Auswertevorrichtung erzeugt aus den von dem Empfänger während der Abtastimpulse gelieferten Empfangssignalen eine Datenbitfolge. Die Steuervorrichtung ist weiterhin ausgebildet, den Empfänger zwischen Phasen mit unterschiedlichen Abtastfrequenzbereichen abhängig von mindestens einem vorgegebenen Umschaltkriterium anzusteuern.

STROMSPARENDE EMPFÄNGERANORDNUNG ZUM DRAHTLOSEN EMPfang VON DATEN

Die Erfindung betrifft eine Empfängeranordnung zum drahtlosen Empfang von Daten nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs .

In vielen technischen Gebieten sind stromsparende Empfänger im Einsatz. Beispielsweise sind derartige Empfänger für die Überwachung von Objekten im Einsatz und können Bestandteil eines Systems aus sogenannten Funkknoten oder Sensorknoten sein. Bekannte stromsparende Empfänger, die beispielsweise als Superregenerativ- oder Detektorempfänger realisiert sind, haben Stromaufnahmen, die bei einigen hundert Mikroampere liegen, und ihre Empfindlichkeit ist moderat bis niedrig. Solche Empfänger sind insbesondere für eine Kommunikation mit niedrigen Datenraten, z . B . Datenraten < 10 kbps geeignet.

Aus der US 2008/0108318 AI ist ein sogenannter Auf-
weck-Empfänger bekannt, der als abtastender Empfänger
ausgebildet ist, d. h., der Empfänger wird von einer
Steuereinheit mit konstanter Abtastrate ein- und
5 ausgeschaltet, wobei das Empfangssignal während des
Abtastimpulses an einen digitalen Empfänger weiterge-
liefert wird, der eine Datenfolge erzeugt. Wenn die
Datenfolge einem vorgegebenen Aufwecksignal ent-
spricht, wird ein Hauptempfänger eingeschaltet. Nach
10 dem dort angegebenen Beispiel beträgt die Einschalt-
zeit $2\text{ }\mu\text{s}$, und die Abtastperiode ist $50\text{ }\mu\text{s}$ (20 kHz).
Der Stromverbrauch des bekannten Empfängers im dau-
ernd eingeschalteten Zustand kann beispielsweise mit
10 mA angenommen werden, was der übliche Stromver-
15 brauch kommerzieller Empfängerschaltungen ist. Der
mittlere Stromverbrauch ergibt sich somit zu $400\text{ }\mu\text{A}$,
der jedoch noch zu viel Energie verbraucht, um einen
jahrelangen Batteriebetrieb zu ermöglichen. Mit einer
Lithiumknopfzelle CR 2032 (210 mAh Ladung) kann somit
20 eine maximale Betriebsdauer von 20 Tagen erreicht
werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine
stromsparende Empfängeranordnung zum drahtlosen
25 Empfang von Daten, insbesondere von Daten mit niedri-
ger Bitrate ($< 10\text{ kbps}$) zu schaffen, die einfach im
Aufbau gehalten ist und die Versorgungsströme $< 10\text{ }\mu\text{A}$
aufweist, so dass ein Batteriebetrieb über mehrere
Jahre möglich ist.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kenn-
zeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs in Verbindung
mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich.

5 Erfindungsgemäß ist eine Empfängeranordnung zum drahtlosen Empfang von Daten, beispielsweise mit einer Bitrate von kleiner als 10kbps vorgesehen, die auf ein Trägersignal aufmoduliert sind. Die Empfängeranordnung ist mit einem analogen Empfänger, einer
10 Auswertevorrichtung und einer Steuervorrichtung ausgerüstet, wobei die Steuervorrichtung den Empfänger mittels Abtastimpulsen derart ansteuert, dass er während der Abtastimpulse aktiviert, d.h. eingeschaltet und bereit zum Empfang von Sendesignalen ist und
15 während der Abtastpausen deaktiviert, d.h. ausgeschaltet ist und keine Sendesignale empfängt, und die Auswertevorrichtung aus den von dem Empfänger während der Abtastimpulse gelieferten Empfangssignalen eine Datenbitfolge erzeugt. Die Abtastung der Datenbits
20 geschieht direkt durch kurzes Einschalten des gesamten Empfängers, damit ist der Empfänger tatsächlich nur während des kurzen Abtastintervalls an.

Dadurch, dass die bei der Empfängeranordnung verwendete Steuervorrichtung zur Abtastung des analogen
25 Empfängers ausgebildet ist und den Empfänger bzw. die Ansteuerung des Ein- und Ausschaltens des Empfängers zwischen Phasen der Abtastimpulse mit unterschiedlichen Abtastfrequenzbereichen abhängig von mindestens
30 einem vorgegebenen Umschaltkriterium umzuschalten, ist es möglich, eine adaptive Anpassung der Abtastung an die Art der versendeten Daten, die auf ein Trägersignal aufmoduliert sind, vorzunehmen. Das bedeutet, dass in einem sogenannten "Vor-Hör-Modus" eine lang-
35 same Abtastung bzw. ein langsames Sampling vorgenommen werden kann, d. h., es wird in den Kanal "hinein-

gehört", ob ein Signal geliefert wird, das als Umschaltkriterium anzeigt, dass Nutzdaten zu erwarten sind.

5 Die Auswertevorrichtung kann erfindungsgemäß die Auswertung sampleweise und nicht paketweise vorgenommen, d.h. der durch das Ein- und Ausschalten des Empfängers, was später auch als Einschaltperiode bezeichnet wird, über die Abtastimpulse erzeugte
10 Datenbitstrom wird unmittelbar "mitgelesen" und es kann auf ein Sample oder Abtastwert reagiert werden.

Mit der erfindungsgemäßen Empfängeranordnung ist aufgrund der sogenannten "adaptiven Anpassung" eine
15 stromsparende Implementierung des Empfängers mit Versorgungsströmen weit unterhalb von 10 μ A möglich. Dies erlaubt die einfache Verwendung von Solarzellen, thermoelektrischen Generatoren oder Mikrovibrationswandlern mit u. a. Energy-Harvesting-Generatoren als
20 Stromversorgung durch die sogar ein batterieloser Betrieb möglich ist. Durch den sehr niedrigen Stromverbrauch können diese Generatoren mit deutlich geringeren Abmessungen (z.B. Solarzellenfläche von 1 cm^2 für 1 μ A Stromverbrauch) ausgeführt werden, als
25 für eine Stromversorgung von Empfängeranordnungen nach dem Stand der Technik mit Stromverbräuchen um 10 mA erforderlich ist. Daneben eignen sich auch Knopfzellenbatterien mit niedriger Selbstentladung, z. B. Lithium-Knopfzellen, als Stromversorgung. Die Empfängeranordnung ist sehr einfach gehalten, und es werden
30 keine komplexen Schaltungen und aufwendigen Modulationstechniken verwendet.

Die Empfängeranordnung basiert auf einem abtastend
35 betriebenen Funkempfänger, der in Abständen den Funkkanal ständig abtastet. Der analoge Empfänger

arbeitet prinzipiell mit Amplitudenumtastung, z. B. ON-OFF-Keying. Die Abtastung des Empfangssignals erfolgt so, dass mehrere Abtastwerte pro gesendetem bzw. empfangenem Bit genommen werden, wodurch keine
5 Abtastung der Hochfrequenz durchgeführt wird, sondern im Prinzip eine Abtastung der Einhüllenden des Modulierten Trägersignals, was letztendlich einer digitalen Abtastung der demodulierten Datenbits entspricht. Dies gilt für alle Phasen mit unterschiedlichen
10 Abtastfrequenzbereichen.

Vorzugsweise weist der analoge Empfänger Komponenten auf, die schnell eingeschwungen sind (fast-settling components), z. B. eine Einschwingzeit ab dem Einschaltzeitpunkt von weniger als 100 ns haben. Grundsätzlich bedeutet "schnell einschwingend", dass die
15 Einschwingzeit mindestens vier Größenordnungen schneller als ein gesendetes Datenbit dauert, wobei die Daten vorzugsweise mit einer Bitrate kleiner oder gleich 10 kbps gesendet werden. Für die unterschiedlichen Phasen der Abtastfrequenz des Empfängers sind auch unterschiedliche gesendete Datenbitraten denkbar, beispielsweise in der einen Phase < 1 kbps und bei der anderen Phase beispielsweise zwischen 10 kbps
20 und 1 kbps.
25

Vorteilhafterweise ist das Umschaltkriterium mindestens eine vorgegebene Datensequenz, beispielsweise eine Folge von Einsen, z.B. "11111111", die der
30 eigentlichen Nutzdatenübertragung vorangestellt ist. Dabei ist die Datensequenz in der Auswertevorrichtung, die Mittel zum Erkennen der vorgegebenen Datensequenz umfasst, gespeichert, wobei diese Mittel bei Übereinstimmung der empfangenen Datenbitfolge mit der
35 vorgegebenen Datensequenz an die Steuervorrichtung ein Umschaltsignal zum Wechseln von einer Phase in

eine weitere Phase, jeweils mit unterschiedlichen Abtastfrequenzen, liefert. Diese Übereinstimmung des Umschaltkriteriums kann auch als erkannt gelten, wenn der Empfänger eine geringere Anzahl von Einsen detektiert, z.B. 7 von 8 Einsen oder weniger. Es muss demnach keine exakte Übereinstimmung vorausgesetzt werden, sondern nur eine hinreichend gute Korrelation. Die Mittel zur Erkennung der Datensequenz sind vorzugsweise als Vergleichsvorrichtung, z.B. als Korrelator und/oder als Schieberegister mit Digitalvergleicher ausgebildet.

Vorteilhafterweise sind mehrere vorgegebene Datensequenzen gespeichert, so dass zwischen mehr als zwei Phasen mithilfe von Datensequenzen umgeschaltet werden kann. Allerdings kann auch eine Datensequenz als Umschaltkriterium vorgesehen sein, die ein Zurückschalten in eine erste Phase nach dem vollständigen Empfang von Daten initiiert.

Als Umschaltkriterium kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel auch eine vorgegebene Zeitdauer verwendet werden, die von der Auswertevorrichtung oder der Steuervorrichtung vorgebbar ist und das Umschaltsignal zwischen mindestens zwei Phasen auslöst. Es ist somit denkbar, dass als Umschaltkriterien zwischen mehreren Empfangsphasen mit unterschiedlichen Abtastfrequenzen sowohl mindestens eine vorgegebene Datensequenz als auch eine vorgegebene Zeitdauer verwendet werden.

In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Empfängeranordnung dazu eingerichtet, eine erste Empfangsphase mit einem ersten Abtastfrequenzbereich und eine zweite Empfangsphase mit einem zweiten Abtastfrequenzbereich und wahlweise eine

dritte Empfangsphase mit einem dritten Abtastfrequenzbereich vorzusehen, wobei der zweite Abtastfrequenzbereich Abtastfrequenzen umfasst, die höher sind als die des ersten Abtastfrequenzbereichs, und wahlweise der dritte Abtastfrequenzbereich Abtastfrequenzen umfasst, die höher sind als die oder gleich denen des zweiten Abtastfrequenzbereichs. Auf diese Weise kann in der ersten Empfangsphase, die beispielsweise als Vor-Hör-Modus bezeichnet werden kann, der Empfänger mit einer sehr niedrigen Abtastfrequenz bzw. Wiederholrate betrieben werden, während in der zweiten Empfangsphase, dem sogenannter Daten- Empfangs-Modus der Funkempfänger mit einer höheren Abtastfrequenz abgetastet wird, um ankommende modulierte Trägersignale für digitale Daten als Nutzsignale zu empfangen und zu decodieren. Wahlweise können weitere Nutzsignale mit einer noch höheren Wiederholrate oder Abtastfrequenz des Empfängers empfangen werden.

Vorzugsweise ist die Abtastfrequenz innerhalb einer Empfangsphase konstant. Es kann aber für Anwendungen sinnvoll sein, dass die Abtastfrequenzen innerhalb eines Abtastfrequenzbereichs mindestens einer Phase variabel sind. Zum Beispiel können die Abtastimpulse zum Einschalten des Empfängers eine konstante Dauer haben, während die Abtastpausen unterschiedliche Längen aufweisen können, d. h., die Ausschaltdauer muss im Betrieb nicht konstant sein, sondern sie kann variabel gewählt werden. Die variable Abtastrate kann aufgrund der verwendeten Komponenten auftreten oder von vornherein vorgegeben werden. Beispielsweise ist ein RC-Oszillator als weniger genaue Zeitbasis für die Abtasttakterzeugung denkbar, wenn ein sehr geringer Stromverbrauch für den Empfängertakt erforderlich ist. Die Schwingfrequenz von RC-Oszillatoren ist u.a. temperaturabhängig. Somit ergäbe sich eine ungenauere

Abtastrate, derart, dass bei nominal 250 Hz sich eine Toleranz von wenigen Prozent im Betrieb ergeben kann. Wird bewusst eine variable Abtastfrequenz beabsichtigt, so kann damit eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Störsignalen mit konstanter Wiederholrate erzielt werden.

Wie schon ausgeführt, kann in einer Ausführungsform die Auswertevorrichtung und die Steuerschaltung derart ausgebildet sein, dass nach der zweiten Empfangsphase oder wahlweise nach der dritten Empfangsphase in die erste Phase abhängig von einem weiteren Umschaltkriterium umgeschaltet wird, wobei das weitere Umschaltkriterium eine vorgegebene Datensequenz oder eine vorgegebene Zeitdauer ist. Wenn somit der Empfang von Nutzdaten zu Ende ist, kann wieder in "Vor-Hör-Modus" umgeschaltet werden, wobei dies nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer oder durch an die Nutzdaten sich anschließende Signale der vorgegebenen Datensequenz geschehen kann.

Die für die Abtastung des Empfängers verwendete Abtastfrequenz mindestens einer der Empfangsphasen ist in Abhängigkeit von der Bitrate der auf das Trägersignal aufmodulierten Daten vorgegeben, wobei vorzugsweise der Empfänger zum Empfang von Daten mit niedriger Bitrate ≤ 10 kpbs ausgebildet ist. Dabei kann in einer ersten Empfangsphase, die beispielsweise den "Vor-Hör-Modus" betreffen kann, die Abtastfrequenz zwischen 10 und 1000 Hz liegen; z. B. wird der Empfänger mit der Abtastfrequenz oder Wiederholrate von 250 Hertz betrieben.

In einer zweiten Empfangsphase, z. B. im Datenempfangsmodus, ist die Abtastfrequenz mindestens gleich der Bitrate der auf das Trägersignal aufmodulierten

Daten, vorzugsweise ein Mehrfaches der Bitrate, vorzugsweise das Doppelte bis Achtfache der Bitrate. Bei Datenraten zwischen 1 kbps und 10 kbps ergeben sich somit Abtastraten 2 kHz - 80 kHz.

5

Hinsichtlich des Tastverhältnisses zwischen Abtastimpulsen und Abtastpausen beträgt dieses in einer ersten Empfangsphase, z. B. im Vorhörmodus (für Abtastfrequenzen 10 Hz - 1.000 Hz) zwischen 1:1.000.000 und 1:10.000, vorzugsweise 1:40.000 und in einer zweiten Phase liegt das Tastverhältnis zwischen 1:5.000 und 1:125, vorzugsweise bei etwa 1:1.250. Beispielsweise können die Abtastimpulse (ON-Zeit) zumindest für eine der Empfangsphasen, die Dauer von 50 ns bis 800 ns, vorzugsweise 100 ns, haben. Das heißt, wenn der Funkempfänger alle 4 ms (250 Hz) für 100 ns eingeschaltet wird, ergibt sich ein mittlerer Stromverbrauch von 25 ppm bezogen auf den Stromverbrauch des Funkempfängers im dauernd eingeschalteten Zustand. Wenn der Funkempfänger im dauernd eingeschalteten Zustand 10 mA verbraucht, ist der mittlere Stromverbrauch, gemittelt über 4 ms, dann 0,25 μ A. Der Stromverbrauch unterhalb 1 μ A kann leicht mit Energy-Harvesting-Methoden erzeugt werden.

25

Wie ausgeführt wurde, wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Abtastfrequenz bzw. die Wiederholrate in einer Phase (z.B. Daten-Empfangs-Modus) in Relation zur Datenrate der HF-Modulation gewählt, d. h., die Abtastfrequenz soll mindestens so hoch wie oder höher sein als die Modulationsdatenrate. Es kann dabei auch eine Überabtastung erfolgen, wenn die Abtastfrequenz z. B. viermal so hoch wie die Modulationsdatenrate gewählt wird. Wird eine Modulationsdatenrate von 1 kbps und eine mittlere Abtastfrequenz (in der Daten-Empfangsphase) von 4 kHz

35

angenommen, ergibt sich für den mittleren Stromverbrauch in dieser Phase ein Wert von $4\text{ }\mu\text{A}$. Die Einschaltzeit kann in der Phase des Daten-Empfangs -Modus höher als in der Phase des Vor-Hör-Modus gewählt werden, wenn dies für den Funkempfänger z. B. für eine höhere Empfindlichkeit zweckmäßig ist. Während der längeren Einschaltzeit kann eine Selbstkalibrierung z.B. eines Komparators vorgenommen werden. Der mittlere Stromverbrauch ist somit um drei Größenordnungen niedriger als beim Funkempfänger nach dem Stand der Technik. Die Überabtastung beim Empfang von Nutzdaten ist ein hilfreiches Verfahren, wenn der Funkempfänger nicht auf den Funksender synchronisiert ist.

Vorzugsweise weist der Empfänger oder die Auswertevorrichtung einen Komparator auf, der die während der Abtastimpulse gelieferten amplitudendemodulierten Empfangssignale jeweils mit einem Schwellenwert vergleicht und Abtastwerte bildet.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann der Empfänger als Superheterodynempfänger ausgebildet sein, dessen nützliche Eigenschaften mit dem stromsparenden Konzept nach der Erfindung kombiniert und somit gegenüber den sonst im Stand der Technik verwendeten Detektorempfängern oder Superregenerativempfängern eine hohe Empfindlichkeit und gute Trennschärfe sowie gute Integrierbarkeit aufweist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine blockschaltgemäße Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Empfängeranordnung ,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Empfangsphasen mit adaptiver Anpassung der Abtastfrequenz, wie sie bei der erfindungsgemäßen Empfängeranordnung verwendet wird,

Fig. 3 einen Ablaufgraphen zur Darstellung der Umschaltung zwischen zwei Empfangsphasen und mit drei Empfangsphasen,

Fig. 4 ein Diagramm das Strom versus Aktivierungen pro Tag für eine Umschaltung zwischen Vorhören und Datenempfang zeigt,

Fig. 5 eine Darstellung von Abtastsignalen bzw. Einschaltimpulsen des Empfängers in Bezug auf Datenbits im Pulsbetrieb mit 4-fach Überabtastung,

Fig. 6 ein Diagramm der Datenrate in Abhängigkeit von der Einschaltperiode,

Fig. 7 Diagramme der Reaktionszeit und des Stromverbrauchs des Empfängers und

Fig. 8 ein Diagramm des Stromverbrauchs in Abhängigkeit von der Reaktionszeit.

Die in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Empfängeranordnung weist einen analogen Empfänger 1 auf, der beispielsweise als Superheterodynempfänger ausgebildet ist und der eine Antenne 2 umfasst. Die Antenne 2 liefert ein Hochfrequenzsignal (RF-Signal) , das ein HF-Trägersignal und darauf amplitudenmodulierte

Datenbits mit relativ niedriger Bitrate umfasst. In bekannter Weise weist der Empfänger 1 einen nicht dargestellten RF-Verstärker, einen Mischer, z.B. einen Gilbertmischer, der an einen freischwingenden Lokalszillator, z.B. einen integrierten LC-Oszillator angeschlossen ist, einen ZF-Tiefpass, einen ZF-Verstärker und einen Amplitudendemodulator auf.

Das von der Antenne 2 gelieferte Hochfrequenzsignal wird in bekannter Weise zunächst in dem RF-Verstärker verstärkt und dann auf eine Zwischenfrequenz herabgemischt. Das Zwischenfrequenzsignal (ZF-Signal) wird über den ZF-Tiefpass gefiltert und von dem ZF-Verstärker weiter verstärkt. Das verstärkte ZF-Signal wird demoduliert, so dass am Ausgang des Empfängers die demodulierten Signale anliegen.

Weiterhin ist eine Steuervorrichtung 3 vorgesehen, die Abtastsignale erzeugt, wobei diese Abtastsignale an den Empfänger 1 geliefert werden und hier an den sogenannten "Power-down"-Eingang. Der Empfänger 1 wird somit, gesteuert durch die Steuervorrichtung 3, im abtastenden Betrieb verwendet, d. h., die Steuervorrichtung 3 liefert Folgen von kurzen Abtastimpulsen, während denen der Empfänger 1 aktiviert, d. h. eingeschaltet wird, während in den Abtastpausen zwischen den Abtastimpulsen der Empfänger 1 ausgeschaltet, d. h. deaktiviert ist. Der Empfänger 1 liefert somit im eingeschalteten Zustand einen kurzen Signalausschnitt bzw. Signalimpuls, der in einem Komparator 9 mit einem Schwellenwert verglichen wird, wodurch eine Folge von Abtastwerten gebildet wird, die den Wert "0" oder den Wert "1" haben können. Der Komparator kann Bestandteil des Empfängers 1 sein,

oder er ist Bestandteil einer im Folgenden beschriebenen Auswertevorrichtung 4.

Die Auswertevorrichtung 4 umfasst Mittel 5 zum Umwandeln der von dem Empfänger 1 bzw. von dem darin enthaltenen Komparator 9 gelieferten Abtastwerte in eine Folge von Datenbits. Dabei sind die Mittel beispielsweise als ein in Datenlogik aufgebautes integriertes Schaltwerk ausgebildet, das beispielsweise einen rückstellbaren Zähler und Digitalkomparatoren aufweisen kann. Weiterhin kann eine Weiterverarbeitung der von den Mitteln 5 umgewandelten Datenbits vorgesehen sein, die mit 6 bezeichnet wird. Schließlich sind Mittel 7 zur Erkennung mindestens einer als Code vorgegebenen Datensequenz in der Auswertevorrichtung 4 integriert, die einen Speicher zum Speichern der vorgegebenen Datensequenz und eine Vergleichseinrichtung der von den Mitteln 5 gelieferten Datenbits mit der gespeicherten Datensequenz aufweist. Abhängig von einem solchen Vergleich liefert die Auswertevorrichtung 4 ein Umschaltsignal 8 an die Steuervorrichtung 3, die abhängig von dem Umschaltsignal 8 die Abtastfrequenz der Abtastung des Empfängers 1 ändert.

Die Steuervorrichtung 3 steuert somit den Empfänger 1 in Phasen unterschiedlicher Abtastfrequenzen an, wobei in Fig. 2 zwei Phasen unterschiedlicher Abtastfrequenzen dargestellt sind. In der ersten Phase, die als Vor-Hör-Phase bezeichnet wird, wird der Funkempfänger 1 langsam abgetastet, d. h., die Steuervorrichtung 3 liefert Abtastimpulse mit einer niedrigen Abtastfrequenz. In Fig. 2 sind die Abtastimpulse auf der zweiten Skala schematisch gezeigt; die langsame Abtastung bzw. das Vor-Hören ist links dargestellt. In der obersten Skala ist ein RF-Signal dargestellt,

wobei das Signal 10 eine Datensequenz repräsentiert, die mit einer in den Mitteln 7 zur Erkennung einer Umschaltsequenz gespeicherten Datensequenz zu vergleichen ist. Diese Datensequenz kann beispielsweise als eine Folge von aufeinanderfolgenden Bits mit dem Wert "1" ausgebildet sein. Der Vor-Hör-Modus mit langsamer Abtastung bleibt so lange ausgewählt, bis das Signal 10 als gespeicherte Datensequenz erkannt wird, d. h., bis die empfangenen Datenbits des Funkempfängers 1 das Umschaltkriterium erfüllen. Die Datensequenz kann beispielsweise eine Folge von acht aufeinanderfolgende Bits mit dem Wert "1" sein, wobei bei Übereinstimmung das Umschaltsignal 8 erzeugt wird, oder in einem anderen Beispiel kann die Umschaltung initiiert werden, wenn mindestens fünf von acht aufeinanderfolgenden Bits als "1" empfangen werden .

In diesem Fall schaltet die Steuervorrichtung 3 auf eine schnelle Abtastung um, wobei dies in Fig. 2 auf der rechten Seite dargestellt ist. Nunmehr werden Nutzsignale 11 in der zweiten Phase des Daten-Empfangs mit einer höheren Abtastfrequenz bzw. Wiederholrate abgetastet und empfangen, in der Auswertevorrichtung 4 durch die Mittel 5 umgewandelt und gegebenenfalls durch die Verarbeitungseinheit 6 verarbeitet und als Ausgangssignal am Ausgang der Auswertevorrichtung zur Verfügung gestellt. Dabei kann die Verarbeitungseinheit 6 ein Downsampler sein, der die Digitalsignale beliebig, beispielsweise 1:1 bis 1:8 umsetzt.

In Fig. 3a und 3b sind Graphen für den Ablauf der Umschaltung zwischen Phasen unterschiedlicher Abtastfrequenz dargestellt, wobei Fig. 3a) zwei Phasen, nämlich das Vor-Hören mit langsamer Abtastung und den

Datenempfang mit schneller Abtastung, zu erkennen sind, während in Fig. 3b) drei Phasen der Abtastung gezeigt sind.

Fig. 3a) zeigt mit Zustand 12 die langsame Abtastung des Empfängers 1 durch die Steuervorrichtung 3, wobei hier die Abtastfrequenz 250 Hz beträgt und die Dauer des Abtastimpulses 100 ns ist, d. h., dass alle 4 ms der Funkempfänger 1 für 100 ns eingeschaltet wird.

Der mittlere Stromverbrauch ist 0,25 μ A. Der Empfänger 1 hört somit in den Übertragungskanal hinein, ob ein für ihn vorgesehenes Signal kommt. Wenn nun ein Signal 10 (siehe Fig. 2), das in Fig. 3 mit Präambel bezeichnet ist, empfangen wird und als Acht-Bit-

Sequenz "11111111" (Umschaltsequenz) von den Mitteln 7 erkannt wird, schaltet die Steuervorrichtung 3 die Abtastung in eine andere Phase, d. h. in die schnelle Abtastung, um, was durch den Zustand 13 angedeutet ist. In diesem Zustand ist die Abtastfrequenz im

Ausführungsbeispiel 4 kHz. Der Datenempfang ist ein Wake-up Code mit 32 bit und einer Datenrate 8 kbps, d.h. bei 64 kHz findet eine 8-fache Überabtastung statt. Für die zweite Phase ergibt sich ein mittlerer Stromverbrauch gemittelt über die Dauer des Datenempfangs von 64 μ A. In dieser zweiten Phase des Datenempfangs werden die Signale 11 im Empfänger 1 demoduliert und in der Auswertevorrichtung verarbeitet, so dass sie als Daten an ihrem Ausgang zur Verfügung stehen.

Falls, wie beispielhaft oben angegeben, die Empfängeranordnung als Aufweckempfänger (Wake-up) ausgebildet ist, stellen die Signale 11 die erwähnte Aufwecksequenz, d.h. den Wake-up Code dar, die bzw. der ebenfalls zum Vergleich in der Auswertevorrichtung 4 gespeichert ist, wobei bei Übereinstimmung ein Auf-

wecksignal an andere Empfänger, die beispielsweise zu einem Funkknoten zusammengeschaltet sind, gesendet werden kann. Wenn der Wake-up Code im Empfänger durch Einlesen der 32 Datenbits erkannt wurde, wird automatisch entsprechend Fig. 3a über 15 in den Vorhör-Modus umgeschaltet.

In Fig. 4 ist der mittlere Stromverbrauch in Abhängigkeit von der Anzahl der Aktivierungen pro Tag, bzw. Anzahl der empfangenen Umschaltsequenzen (8 Bit), d.h. Umschalten zwischen Vorhör-Modus und Datenempfangsmodus entsprechend dem Diagramm nach Fig. 3a, dargestellt und zwar gemittelt über einen Tag. Theoretisch würde ein ununterbrochenes Empfangen von Umschaltsequenzen in der Empfängeranordnung bewirken, dass der Stromverbrauch seinen Maximalwert erreicht. Im einstufigen Betrieb, d.h. bei konstanter Abtastung entsprechend der oberen Kurve ist der Maximalwert $64 \mu\text{A}$. Für die im Zusammenhang mit Fig. 3a angegebenen Zahlenwerte ergibt sich bei einem ständigen Umschalten zwischen Vorhören und Datenempfang ein Maximalwert $7,3 \mu\text{A}$, das entspricht 2,4 Millionen Umschaltvorgängen pro Tag. Wird dieses erfindungsgemäße Verfahren für den Betrieb der Empfängeranordnung mit einem Verfahren konstanter Abtastrate verglichen, so beträgt die Stromersparnis bis zum Faktor 256. Dies kann in der Praxis mit einem Stromverbrauch von $0,28 \mu\text{A}$ bis Umschaltheufigkeiten von 10.000-mal pro Tag (etwa alle 8 Sekunden) erreicht werden (CD in Fig. 4). Bei einem Stromverbrauch von $0,55 \mu\text{A}$ lässt sich sogar eine Umschaltheufigkeit von 100.000-mal pro Tag, etwa alle 0,8 Sekunden, erreichen (© in Fig. 4).

In Fig. 3b) ist ein Übertragungsverfahren mit drei Phasen unterschiedlicher Abtastfrequenzen darge-

stellt, das beispielsweise für den Fall eines Aufweckempfängers gelten kann, der eine Aufwecksequenz als erste Nutzdaten und zweite Nutzdaten empfangen kann, die beispielsweise Sensordaten beinhalten oder eine Identifikation, eine Authentifizierung Fernsteuerkommandos oder Konfigurationsdaten, aber auch Angaben über die Länge des Nutzdatenpakets oder Angabe über sein Ende betreffen.

Wiederum durch Empfang einer Umschaltsequenz (Präambel), deren Bits achtmal den Wert „1“ haben, wird in die schnelle Abtastung 13 für den Empfang von Nutzdaten (Aufwecksequenz) umgeschaltet. Falls keine weiteren Nutzdaten gesendet werden, wird, entsprechend Zweig 15 in die langsame Abtastung (Vorhören) 12 umgeschaltet. Eine weitere Möglichkeit ist, dass eine Datensequenz in Form eines Codes B 16 gesendet wird, durch die nach Erkennung die Steuervorrichtung 3 in eine dritte Phase mit schneller Abtastung 17 umgeschaltet, mit der weitere Nutzdaten empfangen werden können. Nach Beendigung ihrer Übertragung kann entsprechend Fig. 3a) in die langsame Abtastung 12 über einen Timer 14 oder ein weiteres Umschaltkriterium umgeschaltet werden.

Im Folgenden sollen beispielhaft einige Ausführungen für eine Phase mit schneller Abtastung gegeben werden.

Wird der Funkempfänger im Pulsbetrieb mit Überabtastung eingesetzt, so ist die Einschaltperiode τ , d.h. ein Ein- und Ausschalten des Empfängers kleiner als die Bitdauer T_b (hier 1 ms). Um den niedrigen Stromverbrauch von 12 μA zu erzielen, muss die Einschaltdauer T_{ON} mit weniger als 250 ns sehr kurz gewählt werden (siehe Fig. 5). So kann beispielsweise eine

Abtastfrequenz von 4 kHz gewählt werden, damit jedes empfangene Datenbit vier Mal abgetastet werden kann. Bei nichtsynchronisiertem Funkempfang wird daher blind überabgetastet ("blind oversampling") und eine Überabtastrate von mindestens vier angenommen (siehe Fig. 5). Damit werden folgende Bedingungen für den überabtastenden Pulsbetrieb bei Datenempfang von 1 kbps formuliert:

$$T \leq 250 \text{ } \mu\text{s} \Leftrightarrow \text{Abtastrate} \geq 4 \text{ kHz}$$

und

$$T_{\text{ON}} \leq 250 \text{ ns} \leq D \cdot T \text{ (für ein Tastverhältnis (Dutycycle) von } D \leq 0,1\%).$$

In Fig. 5 ist die Gewinnung einzelner Abtastpunkte einzelner Datenbits im Pulsbetrieb mit 4-fach-Überabtastung dargestellt.

Das linke Teilbild zeigt die Einschaltpulse während einzelner Datenbits. Im rechten Teilbild ist eine große Anzahl von Einschaltpulsen bzw. Abtastimpulsen beim asynchronen Empfang mehrerer Datenbits dargestellt.

Periode T	T_{ON}	Sample-Rate	Oversampling-Ratio (=Zahl der Einschaltpulse während Bitdauer T_b)	Reaktions-Zeit (= Dauer des Funktelegramms)
100 μs	100 ns	10 kHz	10	30 ms
200 μs	200 ns	5 kHz	5	30 ms
250 μs	250 ns	4 kHz	4	30 ms
1 ms	1 μs	1 kHz	1 (zu niedrig)	-

Tabelle 1: Parameter für Pulsbetrieb mit Überabtastung

In Tab 1 kann der zulässige Wertebereich für T_{ON} von 100 ns bis 250 ns abgelesen werden, damit die mehrfa-

che Überabtastung (OVS) gelingt. Als Reaktionszeit kann die Dauer eines Wortes bezeichnet werden, da die Auswertung kontinuierlich geschieht und nach kompletten Empfang eines Wortes reagieren kann. Beispielhaft kann als Wort ein Wake-up Code angesehen werden, d.h. bei einem Wake-up Empfang reagiert die Auswertung unmittelbar nach Ende des Codes .

In Fig. 6 ist die zulässige Datenrate in Abhängigkeit der Einschaltperiode bei 4-facher Überabtastung dargestellt .

Für einen überabtastenden Empfänger nimmt die maximale mögliche Datenrate mit kürzer werdender Schaltperiode T zu (siehe Fig. 6) . Die Datenrate $1/T_b$ errechnet sich zu

$$\frac{1}{T_b} \leq \frac{1}{4T} .$$

Die Einschaltperiode darf maximal $250 \mu\text{s}$ sein, damit eine Datenrate von 1 kbps mit 4-fach Oversampling im Empfänger erzielt werden kann. Damit geht eine maximale Einschaltdauer T_{ON} von 250 ns einher.

Für eine Abtastrate bzw. Abtastfrequenz von 10 kHz und einer Einschaltdauer von 100 ns ergibt sich eine erzielbare Datenrate von 2,5 kbps. Ein 30 Bit-Funktelegramm wird dabei in 7,5 ms übertragen. Mit einer 210 mAh-Lithium-Knopfzelle CR2032 ergibt sich eine maximale Betriebsdauer von zwei Jahren. Damit ist die Stärke der geringen Reaktionszeit bei gleichzeitig niedrigem Stromverbrauch ($12 \mu\text{A}$) für das Konzept des überabtastenden Funkempfängers gezeigt.

In Fig. 7 sind die Reaktionszeit und der Stromverbrauch abhängig von der Einschaltperiode T dargestellt. Wird die Datenrate variiert und der Empfang auf die feste Telegrammlänge 30 Bit ausgelegt, so steigt die Paketdauer mit wachsender Schaltperiode T (siehe Fig. 7, links). Die Reaktionszeit bezüglich des Telegramms errechnet sich bei 4-facher Überabtastung zu

$$\text{Traktion} = T_{\text{ON}}/D = 30 \cdot 4 \cdot T.$$

Für 250 μs Einschaltperiode ist die Reaktionszeit 30 ms, die Datenrate ist dann 1 kbps. Eine Reaktionszeit von 1 Sekunde ist für eine Einschaltperiode von 8,33 ms erreichbar. Gleichzeitig nimmt der mittlere Stromverbrauch mit größerer Periode ab (siehe Fig. 7, rechts) :

$$\bar{I}_{\text{RX}} = \frac{T_{\text{on}}}{T} \cdot I_{\text{RXon}}$$

Für die Berechnung wurde eine feste Einschaltdauer T_{ON} von 100 ns und ein Empfängerstromverbrauch I_{RXon} von 12 mA angenommen.

Wird der Stromverbrauch über der Reaktionszeit aufgetragen, so ergibt sich

$$\bar{I}_{\text{RX}} = \frac{T_{\text{on}} \cdot 1}{T_{\text{reaktion}}} \cdot I_{\text{RXon}}$$

Fig. 8 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Stromverbrauch und der Reaktionszeit graphisch. Eine höhere Reaktionszeit ermöglicht einen deutlich niedrigeren Stromverbrauch unterhalb 10 μA . Für 100 ms Reaktionszeit kann ein sehr niedriger mittlerer

Stromverbrauch von 1,44 μA erzielt werden bei einer angenommen Einschaltdauer von 100 ns. Bei Knopfzellenbetrieb (CR 2032, 210 mAh) ergibt sich eine theoretische Betriebsdauer von 16 Jahren.

5 Die obigen Ausführungen wurden für eine schnelle Abtastung gegeben, sie gelten entsprechend für eine langsamere Abtastung.

10 Die obigen Ausführungen sollen beispielhaft anhand einer schnellen Abtastung die verschiedenen Einflussparameter zeigen. Abhängig vom gewünschten Ergebnis können somit die passenden Parameter ausgewählt werden .

Patentansprüche

5

1. Empfängeranordnung zum drahtlosen Empfang von
Daten, die auf ein Trägersignal aufmoduliert
sind, mit einem analogen Empfänger (1), einer
Auswertevorrichtung (4) und einer Steuervorrich-
10 tung (3), wobei die Steuervorrichtung (3) den
Empfänger (1) mittels Abtastimpulsen derart an-
steuert, dass er während der Abtastimpulse ein-
geschaltet und bereit zum Empfang von Sendesig-
nalen ist und während der Abtastpausen ausge-
15 schaltet ist und keine Sendesignale empfängt,
und die Auswertevorrichtung (4) aus den von dem
Empfänger (1) während der Abtastimpulse gelie-
fertten Empfangs Signalen eine Datenbitfolge er-
zeugt,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuervorrichtung (3) weiterhin ausge-
bildet ist, die Ansteuerung des Empfängers (1)
zwischen Phasen von Abtastimpulsen mit unter-
schiedlichen Abtastfrequenzbereichen abhängig
25 von mindestens einem vorgegebenen Umschaltkrite-
rium umzuschalten.
2. Empfängeranordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass das Umschaltkriterium min-
destens eine vorgegebene Datensequenz ist, die
30 in der Auswertevorrichtung (4) gespeichert ist,
und die Auswertevorrichtung (4) Mittel (7) zum
Erkennen der vorgegebenen Datensequenz umfasst,
die bei Übereinstimmung der empfangenen Daten-
bitfolge mit der vorgegebenen Datensequenz an
35 die Steuervorrichtung (3) ein Umschaltsignal zum

Wechseln von einer Phase von Abtastimpulsen mit einem Abtastfrequenzbereich in eine weitere Phase von Abtastimpulsen mit einem weiteren Abtastfrequenzbereich liefert.

- 5 3. Empfängeranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine weitere vorgegebene Datensequenz in der Auswertevorrichtung (4) als Umschaltkriterium zu noch einer anderen Phase mit noch einem anderen Abtastfrequenzbereich gespeichert ist.
- 10
4. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschaltkriterium eine vorgegebene Zeitdauer ist, die von der Auswertevorrichtung (4) oder der
- 15 Steuervorrichtung (3) vorgebbbar ist und ein Umschaltsignal zwischen mindestens zwei Phasen auslöst .
5. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Phase mit einem ersten Abtastfrequenzbereich und eine zweite Phase mit einem zweiten Abtastfrequenzbereich und wahlweise eine dritte Phase mit einem dritten Abtastfrequenzbereich vorgesehen sind, wobei der zweite Abtastfrequenzbereich Ab-
- 20 tastfrequenzen umfasst, die höher sind als die des ersten Abtastfrequenzbereichs, und wahlweise der dritte Abtastfrequenzbereich Abtastfrequenzen umfasst, die höher sind als die oder gleich denen des zweiten Abtastfrequenzbereichs.
- 25
6. Empfängeranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertevorrichtung (4) und die Steuervorrichtung (3) ausgebildet sind, nach der zweiten Phase oder wahlweise nach der
- 30

5 dritten Phase in die erste Phase abhängig von
 einem weiteren Umschaltkriterium umzuschalten,
 wobei das weitere Umschaltkriterium eine vorge-
 gebene Datensequenz oder eine vorgegebene Zeit-
 dauer ist.

7. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb
 einer Phase die Abtastfrequenz konstant ist.

10 8. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Abtast -
 frequenzbereich mindestens einer Phase variable
 Abtastfrequenzen umfasst.

15 9. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfän-
 ger ausgebildet ist, Daten mit einer Bitrate
 < 10 kbps zu empfangen.

20 10. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtast -
 frequenz mindestens einer der Phasen in Abhän-
 gigkeit der Bitrate der auf das Trägersignal
 aufmodulierten Daten bestimmt ist.

25 11. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in einer
 ersten Phase die Abtastfrequenz zwischen 10 und
 1000 Hz liegt und in einer zweiten Phase zwi-
 schen 2 kHz und 80 kHz.

30 12. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1
 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens
 in einer zweiten Phase die Abtastfrequenz min-
 destens gleich der Bitrate der auf das Träger-
 signal aufmodulierten Daten ist und vorzugsweise

ein Mehrfaches der Bitrate, besonders bevorzugt das Doppelte bis Achtfache der Bitrate, beträgt.

- 5 13. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Tastverhältnis zwischen Abtastimpulsen und Abtastpausen in einer ersten Phase zwischen 1:1.000.000 und 1:10.000, vorzugsweise 1:40.000 und in einer zweiten Phase zwischen 1:5.000 und 1:125, vorzugsweise etwa 1:1.250, beträgt.
- 10 14. Empfängeranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastimpulse eine Dauer von 50 ns bis 800 ns haben und vorzugsweise ihre Dauer zumindest für die erste Phase 100 ns beträgt .
- 15 15. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertevorrichtung ausgebildet ist, die Auswertung kontinuierlich entsprechend jedem bei einer Einschaltperiode des Empfängers erfassten Abtastwert vorzunehmen .
- 20 16. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (1) oder die Auswertevorrichtung (4) einen Komparator (9) aufweist, der die während der Abtastimpulse gelieferten amplitudendemodulierten Empfangssignale mit einem Schwellenwert vergleicht und Abtastwerte bildet.
- 25 17. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einschwingzeit der Komponenten des Empfängers weniger als 100 ns beträgt.
- 30

- 18 . Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (1) als Superheterodynempfänger ausgebildet ist .

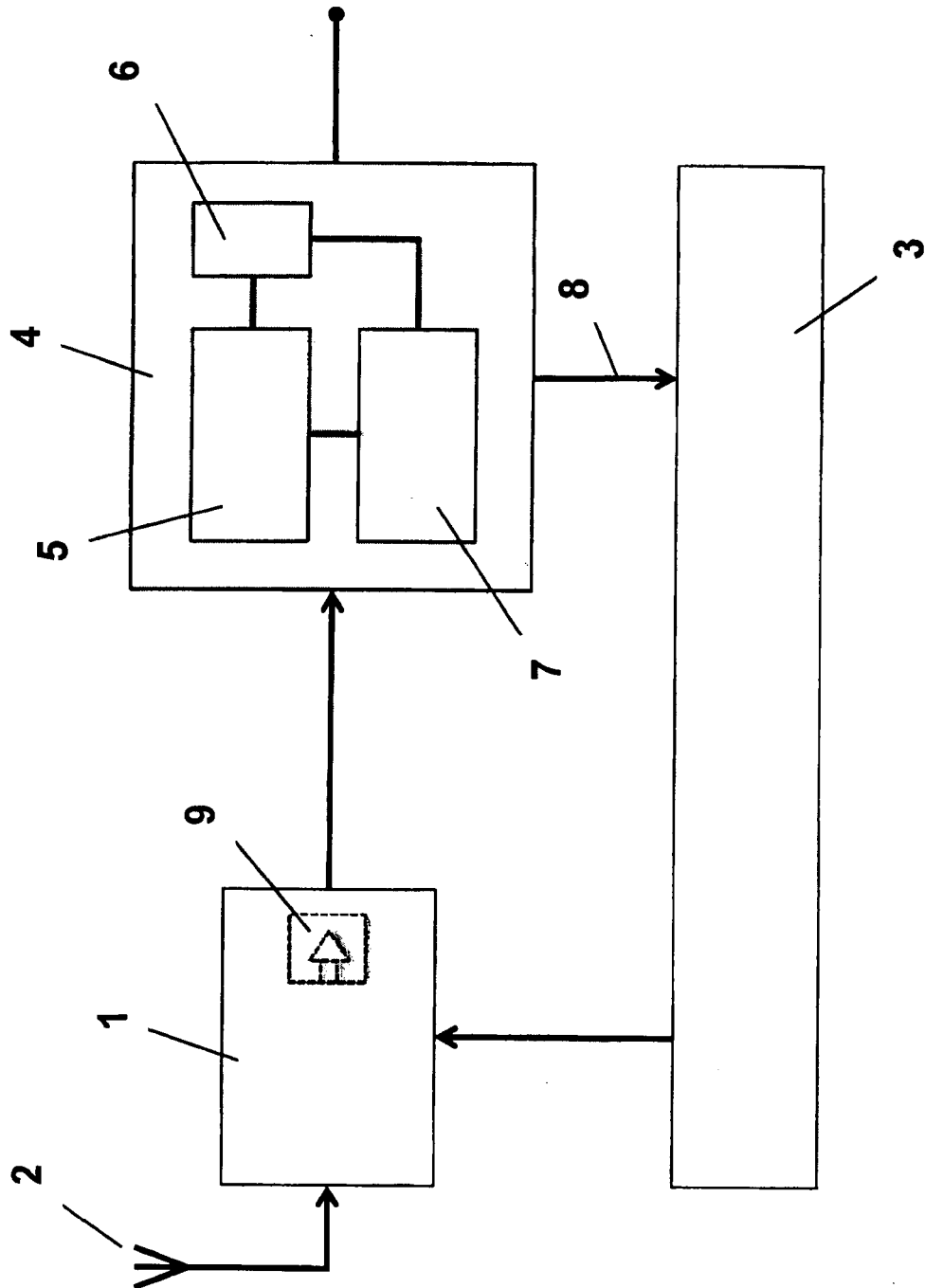


Fig. 1

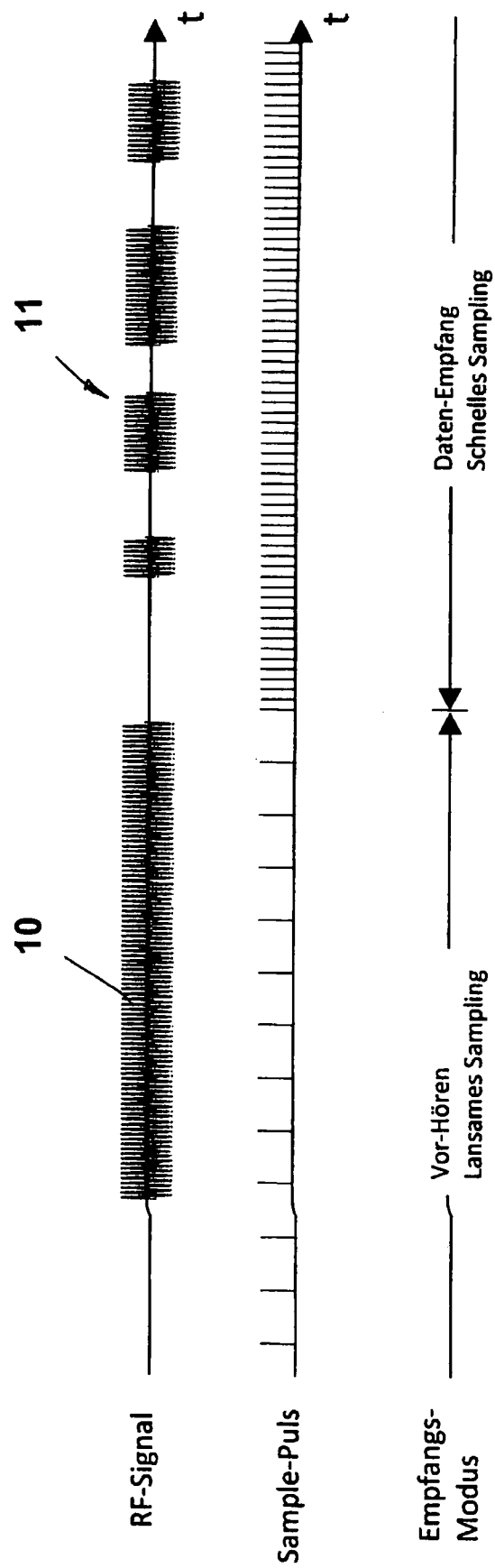


Fig. 2

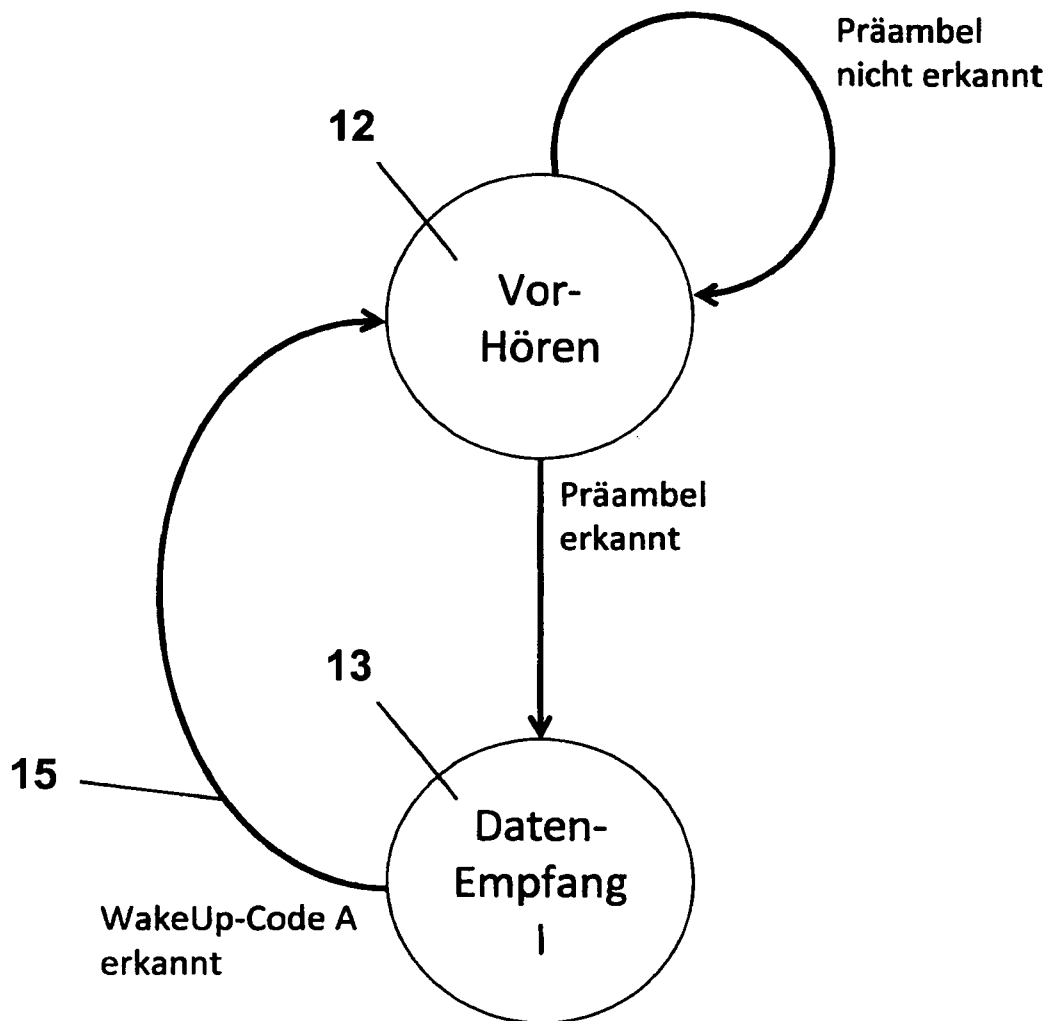


Fig. 3a

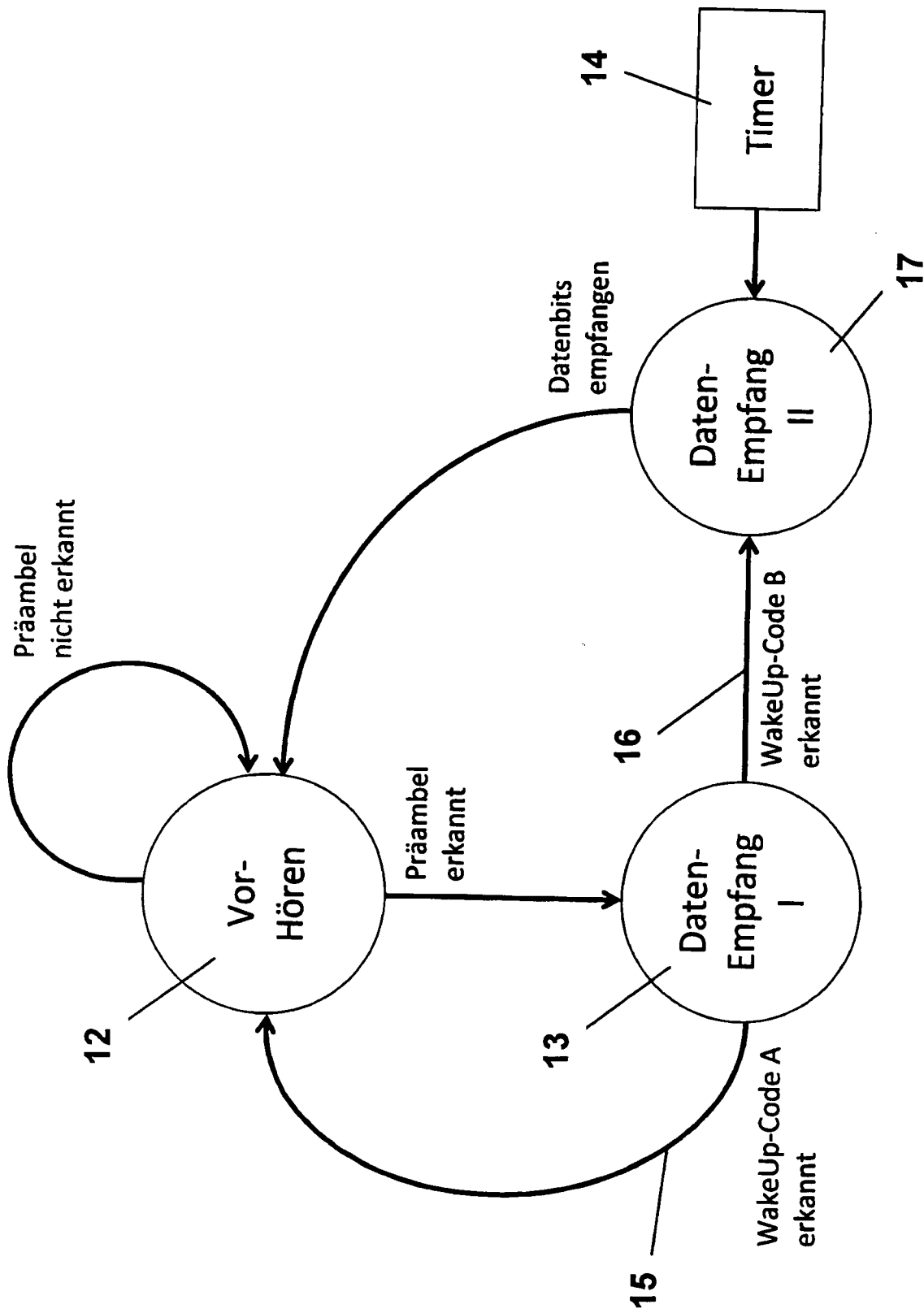


Fig. 3b

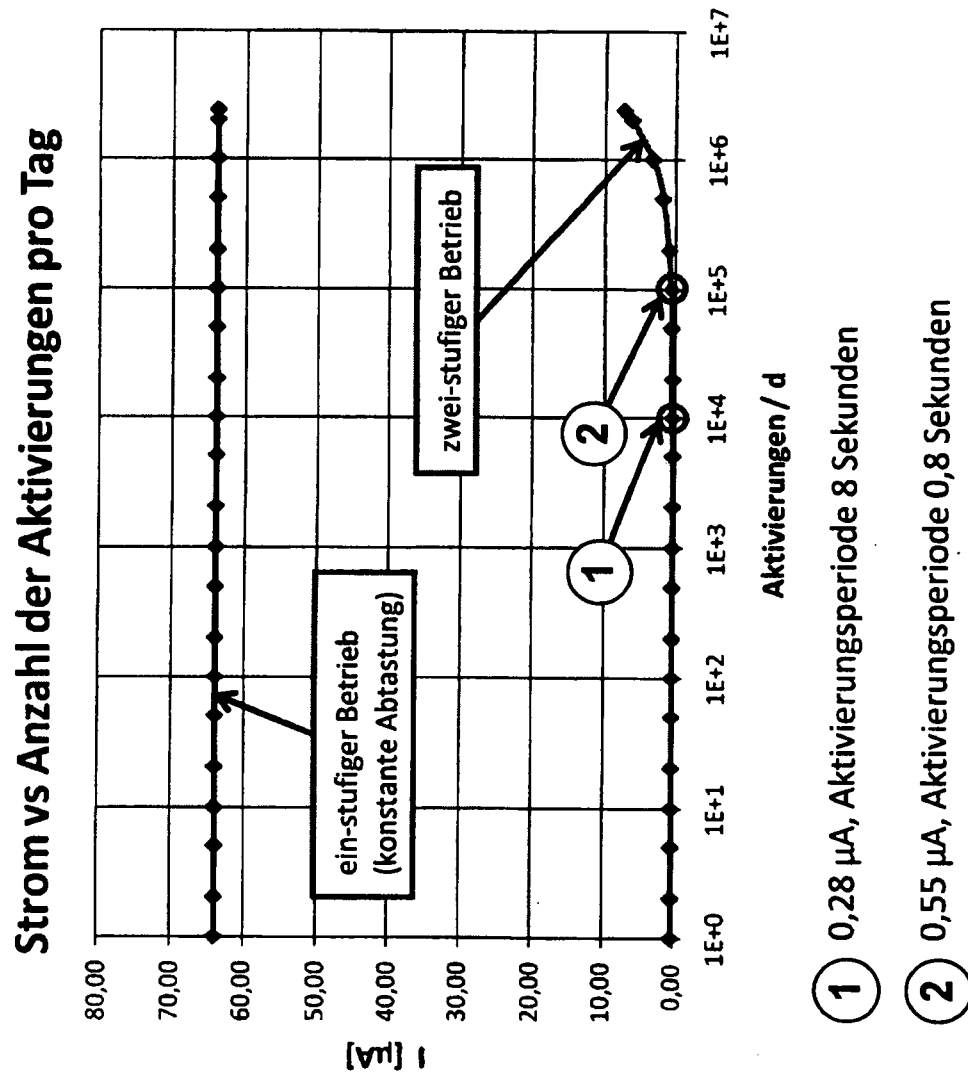


Fig. 4

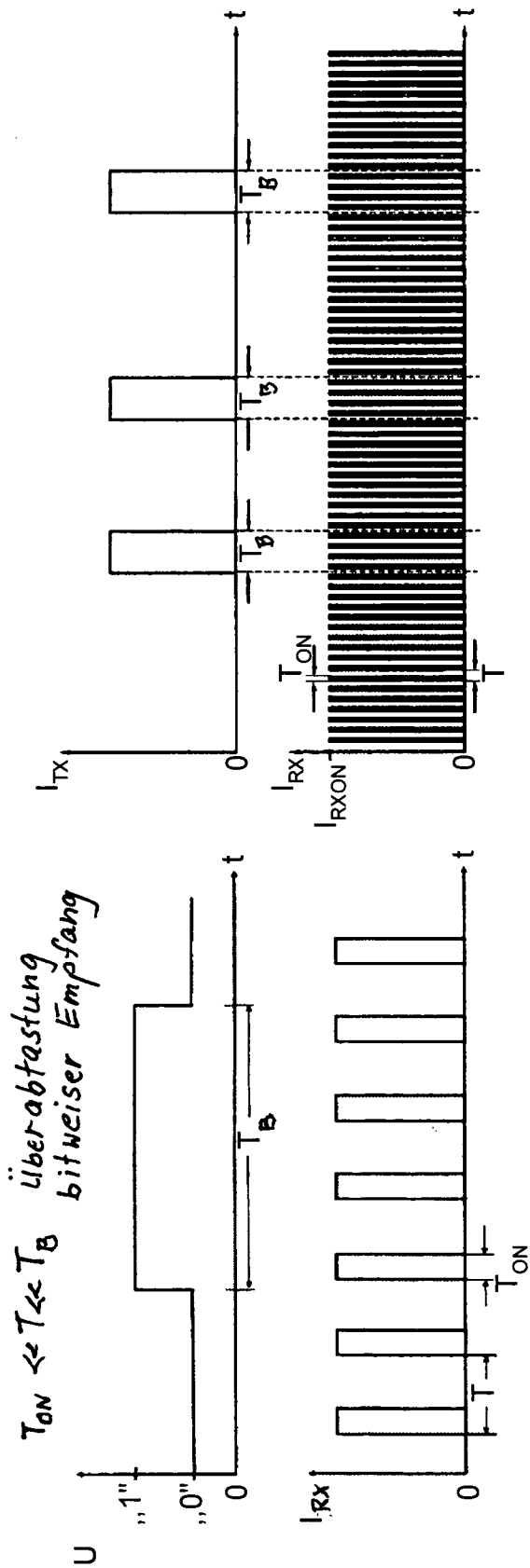


Fig. 5

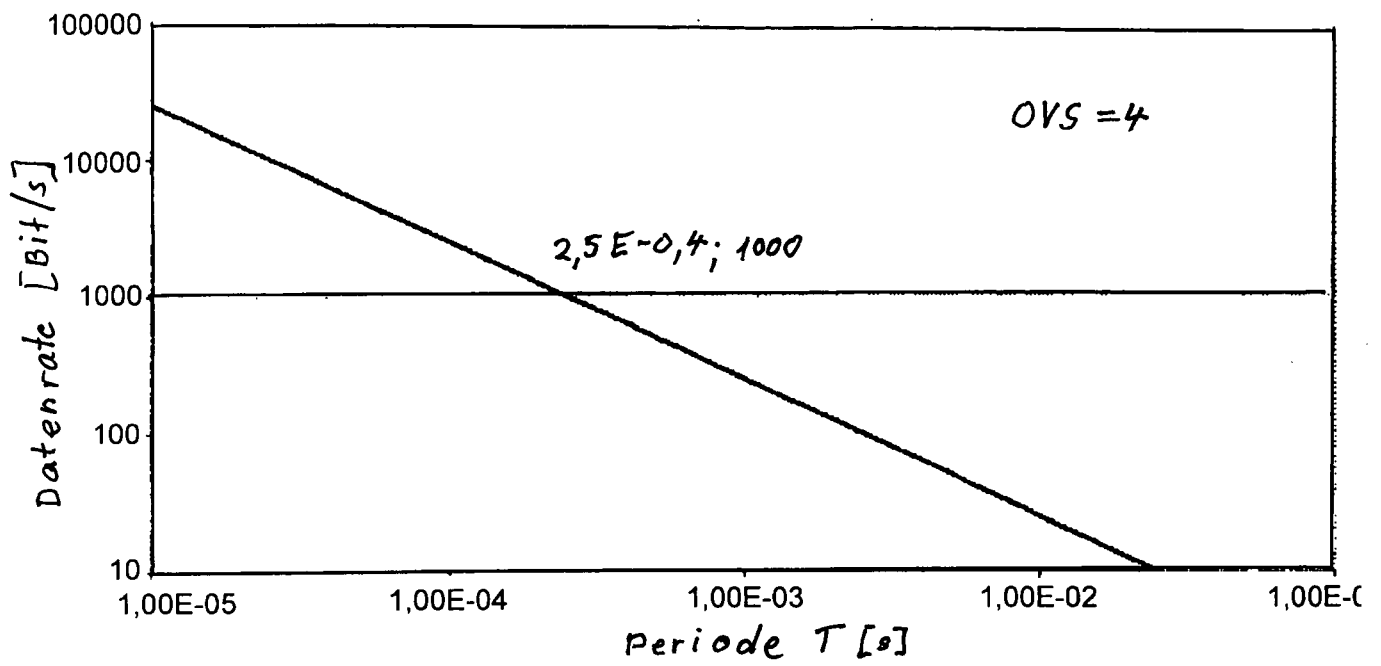


Fig. 6

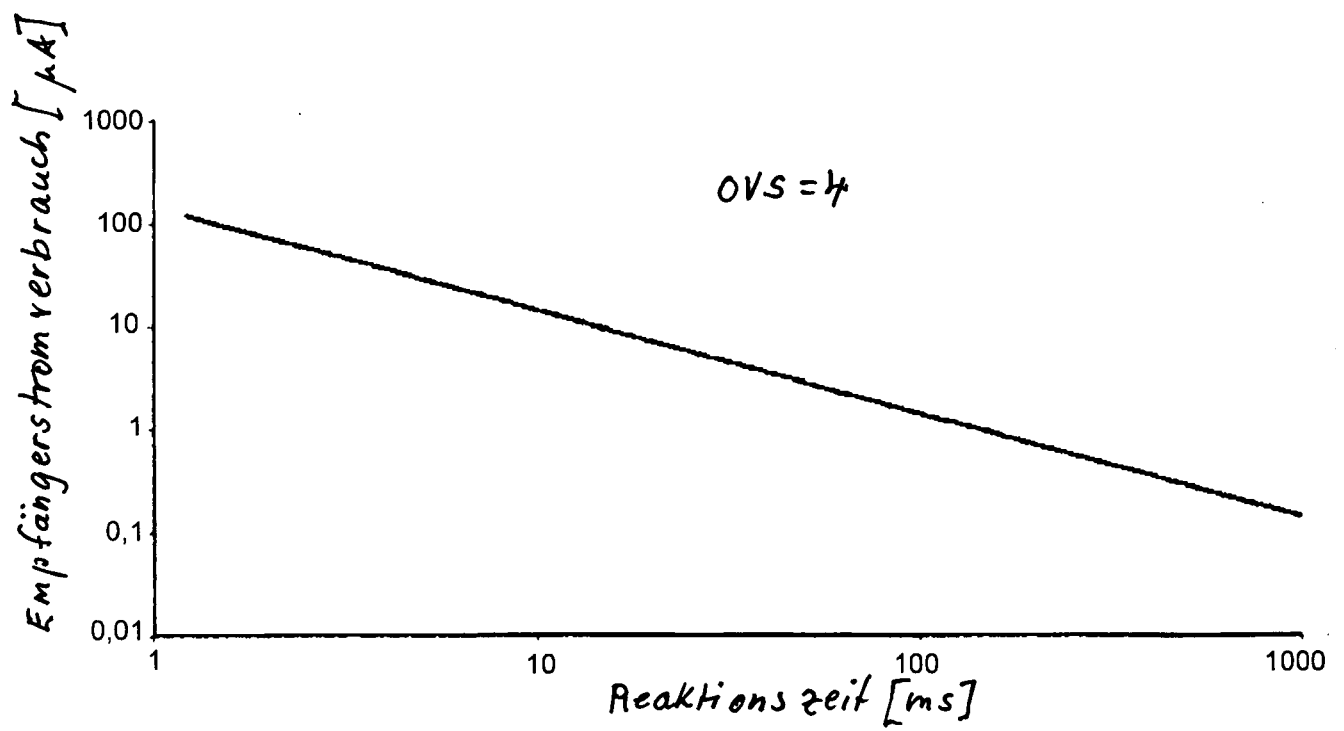


Fig. 8

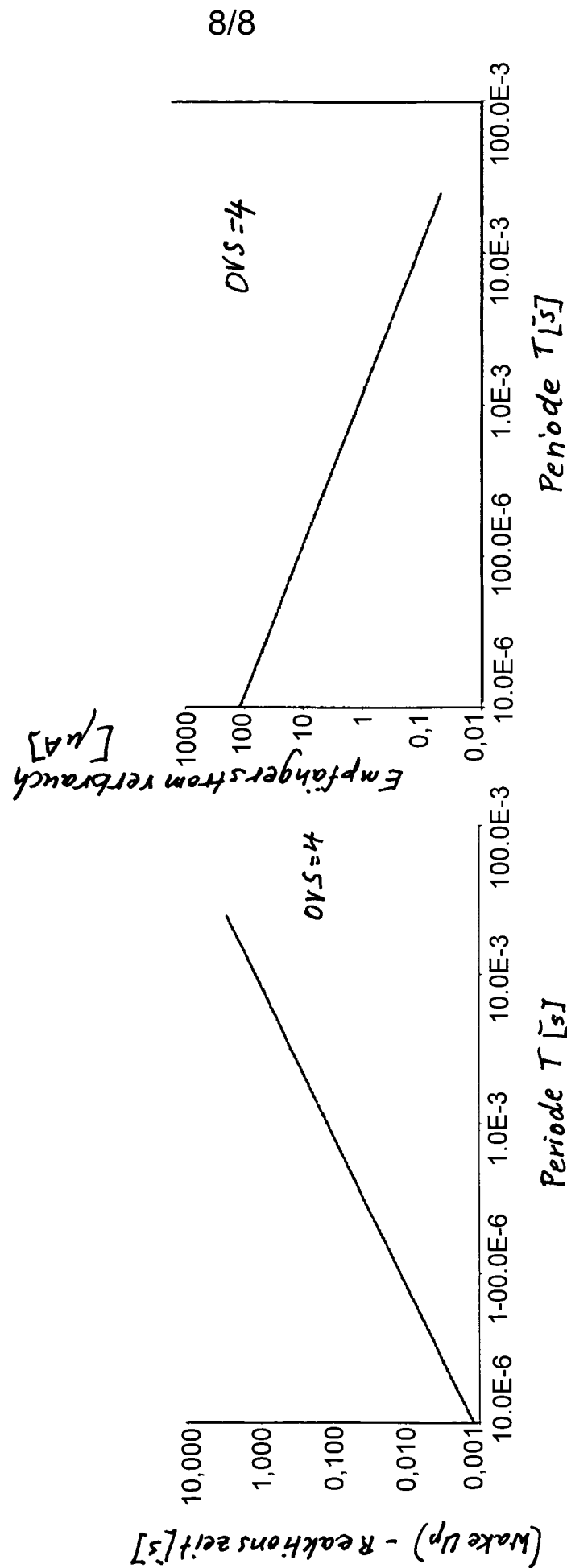


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/003566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H04B1/16 H04W52/02
 ADD..

According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
 H04B H04W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
Y	US 2008/108318 AI (MIN SANG HYUN [KR] ET AL) 8 May 2008 (2008-05-08) paragraphs [0017] - [0026], [0035] - [0044] ; figure 4 -----	1-18
Y	GB 2 455 771 A (THALES HOLDINGS UK PLC [GB]) 24 June 2009 (2009-06-24) page 2 - page 9 ; figures 1,2 -----	1-18
Y	US 2002/173289 AI (PACSAI ERNEST EDMOND [US] ET AL) 21 November 2002 (2002-11-21) paragraphs [0038] - [0046] ; figures 2,3 -----	1-18
Y	EP 1 944 873 A2 (AUDIODENT ISRAEL LTD [IL]) 16 July 2008 (2008-07-16) paragraphs [0045], [0064] ; figure 6 ----- -/- .	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 October 2011

Date of mailing of the international search report

26/10/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reeck, Guido

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/003566

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
Y	US 2009/168843 AI (WATERS DERIC WAYNE [US] ET AL) 2 July 2009 (2009-07-02) paragraphs [0045] - [0047], [0072] - [0085]; figures 4B, 4C, 5A, 5B, 6A -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/003566

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date	
US 2008108318	AI	08-05-2008	KR	100790711	B1	02-01-2008	

GB 2455771	A	24-06-2009	NONE				

US 2002173289	AI	21-11-2002	NONE				

EP 1944873	A2	16-07-2008	WO	2008084474	A2	17-07-2008	
			US	2010056097	AI	04-03-2010	

US 2009168843	AI	02-07-2009	WO	2009046244	A2	09-04-2009	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/003566

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H04B1/16 H04W52/02

ADD..

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H04B H04W

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2008/108318 AI (MIN SANG HYUN [KR] ET AL) 8. Mai 2008 (2008-05-08) Absätze [0017] - [0026], [0035] - [0044]; Abbildung 4 -----	1-18
Y	GB 2 455 771 A (THALES HOLDINGS UK PLC [GB]) 24. Juni 2009 (2009-06-24) Seite 2 - Seite 9; Abbildungen 1,2 -----	1-18
Y	US 2002/173289 AI (PACSAI ERNEST EDMOND [US] ET AL) 21. November 2002 (2002-11-21) Absätze [0038] - [0046]; Abbildungen 2,3 -----	1-18
Y	EP 1 944 873 A2 (AUDIODENT ISRAEL LTD [IL]) 16. Juli 2008 (2008-07-16) Absätze [0045], [0064]; Abbildung 6 ----- -/- .	1-18



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Oktober 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/10/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reeck, Guido

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2009/168843 AI (WATERS DERIC WAYNE [US] ET AL) 2. Juli 2009 (2009-07-02) Absätze [0045] - [0047], [0072] - [0085]; Abbildungen 4B, 4C, 5A, 5B, 6A -----	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/003566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008108318	AI	08-05-2008	KR	100790711 B1	02-01-2008

GB 2455771	A	24-06-2009	KEINE		

US 2002173289	AI	21-11-2002	KEINE		

EP 1944873	A2	16-07-2008	WO	2008084474 A2	17-07-2008
			US	2010056097 AI	04-03-2010

US 2009168843	AI	02-07-2009	WO	2009046244 A2	09-04-2009
