

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 608 733 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(51) Int Cl.⁶: **G04G 7/02, H04B 1/16**

(21) Anmeldenummer: **94100550.6**

(22) Anmeldetag: **15.01.1994**

(54) **Autonome Funkuhr**

Autonomous Radiocontrolled Clock

Montre radiopilotée autonome

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **25.01.1993 DE 9300945 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.1994 Patentblatt 1994/31

(73) Patentinhaber: **JUNGHANS UHREN GMBH
78713 Schramberg (DE)**

(72) Erfinder: **Ganter, Wolfgang
D-78713 Schramberg-Sulgen (DE)**

(74) Vertreter: **Hofmann, Gerhard, Dipl.-Ing.
Patentassessor et al
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 144 321 DE-A- 3 901 860

- **JAHRBUCH DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR CHRONOMETRIE, Bd.40, 1989, STUTTGART Seiten 57 - 64, XP000102618 GANTER W. 'JUNGHANS FUNKUHR RC 2 MIT EINBAUWERK 733'**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 21 (E-224) 28. Januar 1984 & JP-A-58 182 332 (NIPPON DENKI K.K.)**

EP 0 608 733 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine autonome Funkuhr gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Funkuhr der Anmelderin, die am Markt auf große Resonanz gestoßen ist, wird in dem Beitrag von W. Ganter „JUNGHANS Funkuhr RC 2 mit Einbauelement 733“ im JAHRBUCH DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR CHRONOMETRIE Band 40 (1989) Seiten 57-63 näher beschrieben. Ihre Funktion, mit der periodischen Kontrolle und erforderlichenfalls Korrektur der Zeitanzeige aufgrund einer im Langwellenbereich empfangenen absoluten Zeitinformation - im Unterschied zur bloßen Anzeigekontrolle aufgrund eines Zeitzeichensignales -, ist in der EP-B 0 180 155 näher erläutert. Der Empfänger einer solchen Funkuhr wird in größeren, fest vorgegebenen Zeitabständen von typisch einer Stunde (im Falle von Armbanduhren nur zu bestimmten Nachtstunden) vorübergehend eingeschaltet. Er bleibt eingeschaltet, bis wenigstens ein aktuell zu empfangendes Zeitlegramm im interessierenden Umfang fehlerfrei dekodiert werden konnte (oder bis sich herausstellt, daß ein solcher ungestörter Empfang zur Zeit nicht möglich ist) und wird dann wieder abgeschaltet, bis der nächste fest vorgegebene Einschaltzeitpunkt (typisch zur nächsten vollen Stunde) erscheint.

Dagegen sind die aufeinanderfolgenden Einschaltzeitpunkte für den Funkuhren-Empfänger bei der DE-A 31 44 321 nicht fest vorgegeben; sondern nach jedem Einschalten wird der nächstfolgende (Stunden oder auch Tage später liegende) Einschaltzeitpunkt aus der aktuell festgestellten Fehlanzeige berechnet: Je weniger die aktuell angezeigte Zeit von der aktuell dekodierten absoluten Zeit abweicht, je genauer also der autonome Uhrenbetrieb ist, desto länger kann der Zeitraum bis zum nächsten Einschalten des Empfängers gemacht werden. Auch hier bleibt der Empfänger, wenn er eingeschaltet wird, in Betrieb, bis wenigstens ein vollständiges Zeitlegramm korrekt dekodiert werden konnte.

Bei diesen gattungsgemäßen, netzfrei betriebenen Funkuhren wird also zur Schonung der Leistungsquelle (Batterie- oder Solarzellen-Speicher) der Empfänger nur von Zeit zu Zeit für die Dauer je eines Zeitlegrammes eingeschaltet, um daraus eine absolute Zeitinformation zu gewinnen und diese mit der aktuellen Zeitanzeige zu vergleichen, um letztere erforderlichenfalls zu korrigieren. Die Stromaufnahme des Empfängers konnte schon so weit reduziert werden, daß sogar batteriebetriebene Funkarmbanduhren mit ausreichender Laufzeit zwischen zwei Batteriewechseln in dieser Betriebsweise realisierbar geworden sind.

Nicht um eine gattungsgemäße autonome Funkuhr und nicht einmal um eine zeitgesteuerte Empfängereinschaltung handelt es sich dagegen bei der DE-A-39 01 860, deren Empfänger ständig intermittierend (also mit aufeinanderfolgenden kurzen Einschalt- und Abschaltabschnitten) betrieben wird. Wenn dabei im Einschalt-

moment die Ankündigung einer Nachricht erfaßt wird, bleibt der Empfänger in Betrieb, bis die Abkündigung dieser Nachricht erscheint, um danach bis zum Empfang der nächsten Ankündigung wieder intermittierend betrieben zu werden. Das spart je nach Tastverhältnis bis zur Hälfte der Dauerbetriebsenergie während derjenigen variablen Zeitspannen, innerhalb derer keine Nachricht zu empfangen ist; aber wenn sich dann die Nachricht ankündigt, bleibt der Empfänger bis zum Ende der Nachricht eingeschaltet. Auch aus der Zusammenfassung des Patent Abstracts of Japan Vol. 6, No. 21 (E-224) vom 28.01.1984 entsprechend JP-A 58 182 332 ergibt sich, daß ein Steuersignal empfangen werden muß, um den Empfänger für die danach folgende Nachricht rechtzeitig einzuschalten dort mit einer besonderen Synchronisiermaßnahme für das Inbetriebsetzen des Empfängers.

Der Erfindung liegt dagegen die Aufgabe zugrunde, den Energiebedarf des nur sporadisch zum Empfang jeweils vollständiger Zeitlegramme eingeschalteten Empfängers einer gattungsgemäßen Funkuhr noch weiter abzusinken, um die Betriebszeit einer Batterie weiter zu verlängern bzw. den Betrieb der Funkuhr auch aus schwächeren Leistungsquellen (wie elektrischen Solarenergie-Speichern) mit einer für Konsumuhren ausreichenden Betriebsdauer zu realisieren.

Jene Aufgabe ist erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß die gattungsgemäße Funkuhr auch nach dem Kennzeichnungsteil des Hauptanspruchs ausgelegt ist.

Diese Lösung macht in erfinderischer Weise davon Gebrauch, daß gemäß der etwa in den VDI-Nachrichten Nr. 3 vom 21.01.1977 (dort auf Seite 8) im Beitrag „Uhren durch Funk gesteuert“ von M. Schlegel dargestellten Kodierung der zu empfangenden Zeitlegramme zu Beginn einer jeden Sekunde des über eine volle Minute sich erstreckenden Gesamtlegrammes eine Amplitudenabsenkung um 25 % einsetzt, die dann entweder über 10 % oder aber über 20 % der Sekunde ansteht, nämlich je nachdem, ob diese Modulation eine binäre NULL oder eine binäre EINS repräsentieren soll. Für die restlichen 900 bzw. 800 Millisekunden einer jeden Sekunde steht dann wieder die volle Amplitude an. Diese restliche Zeit ist ohne Informationsgehalt hinsichtlich der binären Kodierung. Nach der erfindungsgemäßen Lösung wird nun der ohnehin nicht zu jeder Minute, sondern nur in größeren (mindestens stündlichen) Abständen eingeschaltete Empfänger nicht mehr für die Dauer des Empfangs des jeweiligen gesamten auszuwertenden Zeitlegrammes eingeschaltet und erst danach, also nach Empfang des Zeitlegrammes, wieder abgeschaltet; sondern er wird auch schon während des Empfangs der im Zeitlegramm aufeinanderfolgenden Kodierungsperioden immer wieder abgeschaltet und erst zum nächsten Bit wieder eingeschaltet.

Der Empfänger wird also nun während des Zeitlegrammes zu Beginn einer jeden mit der Sekunde einsetzenden Kodierungsperiode eingeschaltet- und dann

gleich wieder abgeschaltet, wenn feststeht, daß es sich beim aktuell empfangenen Datenbit aus der aktuellen Zeitlegramm-Information um eine binär-logische NULL oder aber um eine binär-logische EINS gehandelt hat. Wenn das aktuelle Bit (spätestens nach 0,2 Sekunden) erkannt wurde, wird für den Rest (von mindestens 0,8 Sekunden) der aktuellen Kodierungssekunde der Empfänger wieder abgeschaltet, obgleich noch gar nicht alle Bits des aktuellen Telegramms empfangen wurden; und für das nächste zu empfangende Bit wird zu Beginn der nächsten Kodierungsperiode (Sekunde) der Empfänger wieder eingeschaltet, bis das nächste Bit nach spätestens 0,2 Sekunden erkannt wurde. Dadurch kann gegenüber dem bisherigen Empfänger-Betrieb über die Länge aller Kodierungsperioden eines Telegramms Energie in der Größenordnung von 20 % desjenigen Energiebedarfes eingespart werden, der für die ständige Einschaltung während des ganzen auszuwertenden Zeitlegramms anfiel, da die längste binäre Information beim erwähnten Kodierungssystem nur 20 % der Zeitspanne der Kodierungsperiode (von einer Sekunde Länge) mißt. Darüber hinaus sind dann noch weitere gut 5 % Energieeinsparung möglich, wenn bis zum Wieder-Abschalten des Empfängers, nach dem Einschalten zu Beginn der aktuellen Kodierungsperiode, auch nicht mehr die Zeitspanne von 0,2 Sekunden für Ermittlung der logischen Ziffer EINS abgewartet wird, sondern wenn die Abschaltung schon vorher erfolgt, nämlich schon dann, wenn auf jeden Fall die Zeitspanne von 10 % der aktuellen Kodierungsperiode (repräsentativ für die logische NULL) abgelaufen ist; weil ja danach als Empfangsinformation ohnehin nur noch die längere modulierte "1" in Betracht kommt.

Der Empfänger wird also nun nicht nur wie bisher bloß in größeren Zeitabständen (beispielsweise stündlich oder zu bestimmten Nachtstunden) betriebsbereit geschaltet, sondern dann auch nur im Takte der Codierungsperioden tatsächlich im Sekundenrhythmus der Zeitlegramme vorübergehend phasenrichtig eingeschaltet. Er ist dann wieder abgeschaltet, solange für den Rest der Codierungsperiode ohnehin nur der nicht mehr mit Informationen modulierte Träger ansteht, so daß die Energie für den längeren Rest einer jeden Codierungsperiode eingespart wird, in dem ohnehin keine Information empfangen werden kann.

Zusätzliche Alternativen und Weiterbildungen sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und aus nachstehender Beschreibung eines in der Zeichnung unter Beschränkung auf das Wesentliche nach Art eines Blockschaltbildes stark abstrahiert skizzierten bevorzugten Realisierungsbeispiels zur erfindungsgemäßen Lösung. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt in Prinzipschaltung eine batteriebetriebenen autonome Funkuhr mit dem erfindungsgemäßen Intervallbetrieb des Empfängers zur Senkung des Energiebedarfes.

Die dargestellte Funkuhr 11 arbeitet insoweit autonom, als sie mit einer internen Zeithaltung 12 zur peri-

odischen Ansteuerung einer Treiberschaltung 13 für die Zeitanzeige 14 ausgestattet ist. Wenn es sich bei dieser um eine elektromechanische Anzeige handelt, dann enthält sie einen Motor 15 für die Anzeigeorgane 16 (Zeiger oder Fallklappen), deren Momentanstellung über eine Abfrageeinrichtung 17 ermittelbar ist, die einen inkremental oder absolut arbeitenden Stellungsdecoder 18 speist. Der liefert von Zeit zu Zeit (bei Wand- oder Tischuhren üblicherweise stündlich, bei Armbanduhrn üblicherweise nur nachts einmal oder mehrmals) ein Einschaltsignal 19 an eine Schaltstufe 20 für den Leistungsschalter 21. Über diesen wird aus einer Leistungsquelle 22 (die im Blockschaltbild als Batterie dargestellt ist, bei der es sich aber auch um den aus einer Solarzelle aufladbaren Speicher handeln kann) der fest auf wenigstens einen Zeitsender abgestimmte Langwellen-Empfänger 23 betrieben. Außerdem liefert die Leistungsquelle 22 die Betriebsenergie für die anderen Funktionsteile der Funkuhr 11 (in der Zeichnung repräsentativ durch die Speisung des Motors 15 veranschaulicht), und zwar ständig während des Betriebes der Funkuhr 11.

Über seine üblicherweise magnetische, abgestimmte Langwellen-Antenne 24 nimmt der Empfänger 23 die pulslängen-amplitudenmodulierte binärcodierte absolute Zeitinformation 25 auf. Die Modulation erscheint im starren Sekundenraster als kürzer oder länger andauernde Amplitudenabsenkung des im unteren Langwellenbereich angesiedelten Trägers. Ein Demodulator 26 hinter der Eingangsstufe 27 des Empfängers 23 liefert die im Empfangssignal 25 enthaltene absolute Zeitinformation 28 an einen Echtzeitdecoder 29. Ein Vergleicher 30 überprüft die Übereinstimmung der Echtzeit 31 mit der Anzeigezeit 32. Im Falle einer Abweichung wird eine elektronische Anzeige direkt korrigiert, während im Falle einer elektromechanischen Zeitanzeige 14 die Treiberschaltung 13 vorübergehend nicht mit den typischerweise im Sekundentakt auftretenden zeithaltenden Impulsen 34 gespeist wird, sondern mit in höherer Folgefrequenz erscheinenden Korrekturimpulsen 35, bis die über den Stellungsdecoder 18 abgefragte Zeigerstellung (Anzeigezeit 32) mit der aktuell ermittelten Echtzeit 31 wieder übereinstimmt. Dann wird der Umschalter 33 vom Vergleicher 30 wieder auf zeithaltenden Betrieb der Zeitanzeige 14 zurückgeschaltet. Außerdem wird spätestens dann, beispielsweise bei schlechten Empfangsbedingungen auch schon vorher über ein Zeitglied 36, die Schaltstufe 20 zurückgesetzt und damit der Leistungsschalter 21 für den Betrieb des Empfängers 23 wieder geöffnet, damit er bis zum Erscheinen des nächsten Einschaltsignals 19 keine Energie aus der Leistungsquelle 22 verbraucht.

Bei der gängigen Modulation zur Darstellung einer binärcodierten absoluten Zeitinformation beläuft sich der informative Anteil einer Codierungsperiode 37, auf eine Größenordnung von maximal 20 % (binär-logische EINS = 200 ms Amplitudenabsenkung, binär-logische NULL = 100 ms Amplitudenabsenkung im Sekundenra-

ster). Über die größte Zeitspanne einer Codierungsperiode 37 liefert der Empfänger 23 an den Echtzeitdecoder 29 also nur die Grundmodulation und somit keine (binäre) Information. Der entsprechende Energieverbrauch aus der Leistungsquelle 22 wird nach vorliegender Erfindung eingespart. Das läßt sich dadurch realisieren, daß die vom Einschaltsignal 19 vorbereitete Schaltstufe 20 erst und nur im Takt eines Periodensignales 38 zum Einschalten des Empfängers 23 durchgeschaltet und z. B. über eine Zeitstufe 39 vor Ablauf der Codierungsperiode 37 wieder abgeschaltet wird. Da der Empfänger-Demodulator 26 Sekunden-Synchronisierimpulse 40 an den Oszillator der Zeithaltung 12 liefert, erfolgt bei Abgriff des Periodensignales 38 aus der Zeithaltung 12 ein phasenstarrs Einschalten des Empfängers 23 jeweils zu Beginn einer Codierungsperiode 37.

Das periodische Abschalten des Empfängers über die Zeitstufe 39 kann kurz nach Ablauf der Zeitspanne für das binäre "1"-Signal erfolgen, weil auf diese Weise auch das kürzere "0"-Signal voll erfaßt ist. Eine weitere Energieeinsparung ergibt sich aber, wenn die Zeitstufe 39 den im Takte der Codierungsperiode 37 eingeschalteten Empfänger 23 schon nach einer Zeitspanne wieder abschaltet, die zwischen der Länge des "0"-Signales und der Länge des "1"-Signales liegt. Dann liefert der Demodulator 26 ein "1"-Signal, wenn beim Abschalten des Empfängers 23, also bei Ablauf der Zeitstufe 39 die Amplitude des Empfangssignales 25 noch nicht wieder auf ihren unmodulierten Wert angestiegen ist, andernfalls handelt es sich um ein "0"-Signal.

Patentansprüche

1. Autonome Funkuhr (11) mit einem Empfänger (23), der von Zeit zu Zeit zum Empfang einer mit niedrigem Tastverhältnis pulslängen-binärcodierten Zeitinformation (28) einschaltbar ist, um die aktuelle Zeitinformation (28) aus im festen Zeitraster auftretenden Codierungsperioden (37) zu ermitteln, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel vorhanden sind, um den Empfänger (23) während des Empfangs der genannten aktuellen Zeitinformation (28) jeweils wieder abzuschalten, sobald feststeht, daß die in der aktuell empfangenen Codierungsperiode (27) ermittelte Information eine binär-logische NULL oder eine binär-logische EINS ist, um den Empfänger (23) dann zu Beginn der nächstfolgenden Codierungsperiode (37) erneut einzuschalten.
2. Funkuhr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Leistungsschalter (21) für die Speisung des Empfängers (23) von einem mit der aktuellen Zeitinformation (28) synchronisierten Periodensignal (38) durchschaltbar ist.

3. Funkuhr nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** Mittel zum Wieder-Abschalten des zu Beginn einer Codierungsperiode (37) eingeschalteten Empfängers (23) nach Ablauf der Zeitspanne, die der binär-logischen NULL, d.h. dem kurzen Binärsignal der genannten pulslängen-binärcodierten Zeitinformation (28), entspricht.
4. Funkuhr nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Mittel zum Wieder-Abschalten des zu Beginn einer Codierungsperiode (37) eingeschalteten Empfängers (23) nach Ablauf der Zeitspanne, die der binär-logischen EINS, d.h. dem langen Binärsignal der genannten pulslängen-binärcodierten Zeitinformation (28), entspricht.
5. Funkuhr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** Mittel zum Wieder-Abschalten des zu Beginn einer Codierungsperiode (37) eingeschalteten Empfängers (23) nach Ablauf einer Zeitspanne, die zwischen derjenigen der binär-logischen NULL und der binär-logischen EINS, d.h. zwischen dem kurzen und langen Binärsignal der genannten pulslängen-binärcodierten Zeitinformation (28), liegt.

Claims

1. Autonomous radio timepiece (11) with a receiver (23), which can be switched on from time to time for the reception of an item of time information (28) which is pulse-length binary coded with low mark-to-space ratio, in order to determine the actual item of time information (28) from coding periods (37) occurring in the fixed time-frame, **characterized in that** means are available for switching the receiver (23) off again during the reception of the specified actual item of time information (28) as soon as it is certain that the item of information detected in the actually received coding period (27) is a binary-logical ZERO or a binary-logical ONE, in order to then switch the receiver (23) on again at the beginning of the next coding period (37).
2. Radio timepiece according to Claim 1, **characterized in that** a power switch (21) for the supply of the receiver (23) can be switched through by a period signal (38) synchronized with the actual item of time information (28).
3. Radio timepiece according to Claim 1 or 2, **characterized by**

means for switching off again the receiver (23) - switched on at the beginning of a coding period (37) - after the time-span which corresponds with the binary-logical ZERO, i.e. the short binary signal of the specified pulse-length binary coded item of time information (28).

4. Radio timepiece according to one of the preceding claims,

characterized by

means for switching off again the receiver (23) - switched on at the beginning of a coding period (37) - after the time-span which corresponds with the binary-logical ONE, i.e. the long binary signal of the specified pulse-length binary coded item of time information (28).

5. Radio timepiece according to one of Claims 1 to 3, **characterized by**

means for switching off again the receiver (23) - switched on at the beginning of a coding period (37) - after a time-span which lies between that of the binary-logical ZERO and the binary-logical ONE, i.e. between the short and long binary signal of the specified pulse-length binary coded item of time information (28).

après écoulement de l'intervalle de temps correspondant au ZERO logique binaire, c'est-à-dire au signal binaire court de l'information de temps (28) à codage binaire par longueur d'impulsion citée.

4. Horloge radiocommandée selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par des moyens prévus pour la remise hors service du récepteur (23) mis en service au début d'une période de codage (37), après écoulement d'un intervalle de temps qui correspond au UN logique binaire, c'est-à-dire au signal binaire long de l'information de temps (28) à codage binaire par longueur d'impulsion citée.

5. Horloge radiocommandée selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour remettre hors service le récepteur (23) mis en service au début d'une période de codage (37), après écoulement d'un intervalle de temps qui est celui qu'il y a entre le ZERO logique binaire et le UN logique binaire, c'est-à-dire entre le signal binaire court et le signal binaire long de l'information de temps (28) à codage binaire par longueur d'impulsion citée.

Revendications

1. Horloge radiocommandée (11) autonome, avec un récepteur (23), pouvant être mis en service par moments, pour recevoir une information de temps (28) à codage binaire par longueur d'impulsion, avec un faible taux de balayage, pour déterminer l'information de temps (28) actuelle à partir de périodes de codage (37) se produisant selon une trame temporelle fixe, caractérisée en ce que des moyens sont prévus pour remettre chaque fois hors service le récepteur (23) pendant la réception de l'information de temps (28) actuelle citée, dès qu'il est constaté que l'information déterminée dans la période de codage (27) actuellement reçue est un ZERO logique binaire ou bien un UN logique binaire, pour remettre en service le récepteur (23) ensuite au début de la période de temps (37) subséquente.
2. Horloge radiocommandée selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'un interrupteur de puissance (21) destinée à l'alimentation du récepteur (23), à partir d'un signal de période (38) synchronisé vis-à-vis de l'information de temps (28) actuelle, peut être commuté pour devenir passant.
3. Horloge radiocommandée selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que des moyens sont prévus pour remettre hors service le récepteur (23) mis en service au début d'une période de codage (37),

