



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 035 194 B4** 2006.12.07

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 035 194.5**

(22) Anmeldetag: **21.07.2004**

(43) Offenlegungstag: **16.02.2006**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **07.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G04G 7/00 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

GÖRLITZ AG, 56070 Koblenz, DE

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(72) Erfinder:

**Bartsch, Norbert, 56332 Alken, DE; Hasselberg,
Götz, 56077 Koblenz, DE; Stelling, Carsten, 56566
Neuwied, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 102 22 853 A1

DE 100 04 425 A1

US2003/01 52 177 A1

US 43 37 463

EP 09 48 113 A2

EP 11 25 184 B1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Weiterleitung von Zeitinformationen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Einspeisen und Weiterleiten von Zeitinformationen über ein verteiltes Netz miteinander verbundener Verbrauchszähler, insbesondere Energiezähler, mit Sende- und/oder Empfangseinheiten, wobei eine Sendeeinheit eines ersten Verbrauchszählers eine Zeitinformation besitzt oder erhält und diese an eine Empfangseinheit wenigstens eines anderen Verbrauchszählers weiterleitet, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verbrauchszähler über eine Kommunikationsverbindung zu einem höheren System verfügt, das die Zeitinformation versendet,

die Zeitinformation um die Verweilzeit der Zeitinformation in der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers bis zur Weiterleitung in das Netz, die Verweilzeit der Zeitinformation im Netz zwischen der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers und der Empfangseinheit des zweiten Verbrauchszählers und die Verweilzeit der Zeitinformation im zweiten Verbrauchszähler bis zur Auswertung der Zeitinformation zum Stellen der Uhrzeit des zweiten Verbrauchszählers korrigiert wird, indem jedes der beteiligten Systeme einen Zeitgeber aufweist, der die Laufzeit der Zeitinformation in dem jeweiligen System erfasst, wobei der Zeitgeber der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers die Verweilzeit der Zeitinformation...

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspeisen und Weiterleiten von Zeitinformationen über ein verteiltes Netze miteinander verbundener Verbrauchszähler, insbesondere Energiezähler, mit Sende- und/oder Empfangseinheiten, wobei eine Sendeeinheit eines ersten Verbrauchszählers eine Zeitinformation besitzt oder erhält und diese an eine Empfangseinheit wenigstens eines anderen Verbrauchszählers weiterleitet. Die Erfindung betrifft hierbei insbesondere ein Verfahren zum Weiterleiten von Zeitinformationen innerhalb eines verteilten Netzes von Sende-Empfängern, die aufgrund der Topologie des Netzes untereinander die verschiedensten Erreichbarkeitssituationen aufweisen.

[0002] Es gibt eine Vielzahl verschiedenster verteilter Netze intelligenter Geräte, die über eine Zeitinformation verfügen müssen. Zu diesen Geräten zählen unter anderem Parkschein- und ähnliche Automaten sowie auch Energiezähler. Während diese Geräte früher mit einer freilaufenden Quarzuhr ausgestattet waren, die mehr oder weniger ganggenau war, ist heute eine zunehmende Synchronisierung der Gerätezeiten erforderlich. Insbesondere bei Energiezählern erfolgt häufig eine Leistungsermittlung in festgelegten Zeitfenstern, sog. Messperioden, wobei es notwendig ist, dass im Rahmen der vertraglichen Abwicklung solche Messperioden auch räumlich übergreifend über eine Mehrzahl von verteilten Geräten aufsummiert werden. Hierbei ist eine räumlich verteilte zeitsynchrone Steuerung der Messperioden erforderlich.

Stand der Technik

[0003] Es sind verschiedenste Systeme zur Synchronisierung von Zeitinformationen seit langem bekannt und im Einsatz. Es ist unter anderem bekannt jede Einzelanlage mit einem Empfänger auszustatten, welcher ein Zeitzeichensignal, z.B. DCF-77, empfängt und damit die interne Uhr synchronisiert. Nachteilig an diesem Stand der Technik ist jedoch, dass jede Einzelanlage entsprechend ausgerüstet werden muss, so dass Kosten pro Gerät verursacht werden. Ferner ist eine notwendige Voraussetzung, dass eine überall vorhandenen Empfangsabdeckung des Zeitsignals vorliegt.

[0004] Aus der DE 196 11 830 A1 ist ferner ein System zum Verteilen eines Zeitsignals über das Wechselspannungsnetz mit einem ersten Überträger zum Einspeisen in das Wechselspannungsnetz und wenigstens einem zweiten Überträger zum Auskoppeln des Zeitzeichensignals aus dem Wechselspannungsnetz bekannt. Hierbei wird das Zeitzeichensignal direkt, ohne Umsetzung in das Wechselspannungsnetz eingespeist und jeder zweite Überträger ist mit einem Langwellenempfänger zum Empfang

und zum Dekodieren des Zeitzeichensignals verbunden. Auch hierbei muß sich folglich jede Empfangseinheit in Signalreichweite befinden. Hierfür ist wiederum eine hohe Sendeleistung erforderlich, um das gesamte Netz abzudecken.

[0005] Ein anderes bekanntes Verfahren Zeitinformationen weiterzuleiten ist, die Informationen an einer zentralen Stelle in ein örtliches Netz ein- und auspeisen und diese dann auf der Basis von Datenprotokollen innerhalb des Netzes verteilen. Ein entsprechendes Verfahren ist zum Beispiel aus der EP 1 179 909 A2 bekannt, auf welche hier beispielhaft bezuggenommen wird.

[0006] Grundsätzlich ist eine Vielzahl von Methoden denkbar und auch bekannt, Informationen von einem zum anderen Gerät weiterzuleiten, wobei in der Regel eine Zwischenspeicherung und Signalaufbereitung erfolgt. Hierbei sind jedoch Zeiten für die Speicherung und Aufbereitung aufzuwenden. Insbesondere in schwierigen Fällen kann es vorkommen, dass eine Information über Stunden in einem Gerät zwischengespeichert bleibt, bis die Kommunikationsmöglichkeit zum nächsten Gerät infolge von beliebigen Störeinflüssen besteht. Beinhaltet nun die gespeicherte Nachricht eine Aufforderung, die Uhr im nächsten Gerät zu stellen, so erfolgt ohne besondere Maßnahmen eine völlig falsche Uhrzeitstellung.

[0007] Bei der Übertragung der Uhrzeitinformation mit Hilfe eines routingfähigen Verfahrens gibt es drei grundlegende Probleme:

- 1) Die Verweilzeit eines Telegramms im ersten Sender vom Eingang des Befehls von Seiten der Empfangsuhr oder einer zentralen Leitstelle bis zum Versenden über das Kommunikationsmedium (wie Funk oder Powerline) ist unbekannt und kann theoretisch (bei Nichterreichbarkeit des Ziels) unendlich lange dauern.
- 2) Die Verweilzeit des Telegramms innerhalb des Netzes (also im Speicher der einzelnen beteiligten Sende-Empfangsgeräte) ist unbekannt und kann theoretisch mehrere Stunden betragen.
- 3) Die Verweilzeit des Telegramms im zu synchronisierenden Empfänger vom Eingang des Befehls bis zu seiner internen Ausführung als tatsächlichem Synchronisations- oder Anzeigevorgang ist unbekannt.

[0008] Die zuvor aufgeführten Probleme bei der Weiterleitung von Zeitinformationen führen jeweils zu sich summierenden Verzögerungen, die sich nicht vorherbestimmen lassen.

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, solche Auswirkungen zu berücksichtigen und insgesamt ein vollständig zeitsynchronisiertes

Datennetz auch über eine beliebig räumlich verteilte Struktur herzustellen.

[0010] Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der erste Verbrauchszähler über eine Kommunikationsverbindung zu einem höheren System verfügt, das die Zeitinformation versendet, die Zeitinformation um die Verweilzeit der Zeitinformation in der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers bis zur Weiterleitung in das Netz, die Verweilzeit der Zeitinformation im Netz zwischen der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers und der Empfangseinheit des zweiten Verbrauchszählers und die Verweilzeit der Zeitinformation im zweiten Verbrauchszähler bis zur Auswertung der Zeitinformation zum Stellen der Uhrzeit des zweiten Verbrauchszählers korrigiert wird, indem jedes der beteiligten Systeme einen Zeitgeber aufweist, der die Laufzeit der Zeitinformation in dem jeweiligen System erfasst, wobei der Zeitgeber der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers die Verweilzeit der Zeitinformation in der ersten Sendeeinheit erfasst und die Zeitinformation beim Übersenden um diese Verweilzeit korrigiert wird, der Zeitgeber einer Zwischenstation im Netz (Router) die Verweilzeit der Zeitinformation in der jeweiligen Zwischenstation erfasst und die Zeitinformation beim Versenden um die Verweilzeit in der jeweiligen Zwischenstation korrigiert wird und der Zeitgeber der Empfangsstation des zweiten Verbrauchszählers die Verweilzeit der Zeitinformation bis zur Auswertung der Zeitinformation erfasst und die Zeitinformation vor dem Stellen der Uhrzeit des zweiten Verbrauchszählers um die Verweilzeit korrigiert wird.

[0011] Hierbei können in den beteiligten Systemen jeweils alle relevanten Prozesse durch Zeitgeber verfolgt werden. Die Zeitgeber werden derart gesteuert und ausgewertet, dass insgesamt alle Laufzeiten der Synchronisierung erfasst und berücksichtigt werden. Dabei kann es sich ebenso um physikalische Laufzeiten, Antwort- und Reaktionszeiten wie auch Rechenzeiten handeln. Das Verfahren kann daher vorteilhaft für die Uhrzeitsynchronisierung über Funk- oder Powerline-Verbindungen eingesetzt werden und berücksichtigt insbesondere die Speicher- und sonstigen Wartezeiten, denen eine Zeitinformation innerhalb des vermaschten Netzes ausgesetzt ist.

[0012] Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht in jedem beteiligten Gerät eine Empfangseinrichtung für das Ursprungssignal notwendig ist, ist es möglich die Synchronisierung innerhalb des Netzes der verbundenen Geräte kostengünstig durchzuführen. Hierbei wird berücksichtigt, dass nicht jeder Empfangsort über eine direkte Empfangsmöglichkeit für funkbasierte Zeitsignale verfügt. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine erste Sendeeinheit im Netz über eine externe Zeitsynchronisation verfügt, die von dieser ersten Sendeeinheit in das Netz weitergeleitet wird. Diese erste Sendeeinheit ist in der Regel,

jedoch nicht notwendigerweise, auch der Übergabepunkt zur nächst höheren Netzebene im Sinne eines Gesamtnetzes, also beispielsweise zu einem führenden Computersystem, das Auswertungen und Befehlsgebung wahrnimmt.

[0013] Vorteilhafterweise können die Sende- und Empfangseinheiten durch Kommunikationswege miteinander verbunden sein.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Zeitinformation unter Anwendung protokollorientierter Verfahren weitervermittelt werden. Entsprechende Verfahren haben sich in der Praxis bewährt.

[0015] Vorteilhafterweise kann die Sendeeinheit eine eigene Empfangseinheit für ein Funk-Zeitsignal aufweisen. Hierdurch ist es auf einfache Weise möglich, dass die erste Sendeeinheit die weiterzuleitende Zeitinformation erhält.

[0016] Ferner kann über das höhere System die Zeitinformation aus einem Datennetz mit im IP-Bereich üblichen Synchronisationsverfahren oder aus Zeitsynchronisationsrechnern oder auch aus einem zentralen Leitstellenrechner der Gesamtanwendung bezogen werden. Auch dieses Verfahren hat sich in der Praxis als einfach durchführbar erwiesen.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Verfahren auch mehrfach hintereinander angewendet werden, wobei die Zeitinformation in einer Kette von Einheiten, welche nicht alle untereinander verbunden sind, nach einem geeigneten Verfahren unter Berücksichtigung aller Laufzeiten weitergeleitet wird. Gerade innerhalb eines Netzes bei welchem aufgrund der vorliegenden Gegebenheiten jeweils nur bestimmte Geräte miteinander verbunden sind, ist es so möglich eine weiträumige Weiterleitung des Signals zu gewährleisten, ohne dass erhebliche Zeitverzögerungen entstehen.

[0018] Ferner kann die erste die Zeitinformation sendende Sendeeinheit ein Gateway sein, von welchem auch die gesamte übrige Kommunikation zwischen den verteilten Geräten und einer zentralen Leitstelle übernommen wird.

[0019] Gemäß noch einer anderen Ausführungsform kann ein Teil der Empfangseinheiten auch mit Sendeeinheiten versehen sein. Diese Ausführungsform hat sich insbesondere bei der Weiterleitung in einer Kette von Einheiten bewährt, welche nicht alle untereinander verbunden sind.

[0020] Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Diese Ausführungsform dient jedoch lediglich der Erläuterung und soll die Erfindung nicht beschränken. Die tat-

sächlichen Werte sind lediglich für die beschriebene konkrete Ausführungsform gewählt worden. Sie sind insofern auch bestimmend für die Genauigkeit des Verfahrens, welche in dieser Ausführung ca. 100 Millisekunden über alle Verfahrensschritte beträgt. Für den praktischen Einsatz erscheint dies ausreichend. Durch andere Wahl der Parameter ist unter Beibehaltung des grundsätzlichen Verfahrens eine geänderte Genauigkeit möglich und kann daher den jeweiligen Gegebenheiten und Erfordernissen angepasst werden.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Ausführungsform wird anhand der Geräteserie ENC 400(P)/(PT)/(PG)/(MP), Übertragungsgeräte zur Kommunikation von energienahen Informationen über das Niederspannungs- und Mittelspannungs-Stromnetz näher erläutert:

Jede Sende-Empfangseinheit besitzt einen freilaufenden 24-Bit Zähler, der alle 10ms inkrementiert wird.

– Sender

[0022] Wenn von der Leitstelle ein Uhrzeitstellbefehl beim Konzentrator (ENC 400(PT), (PG), (MP)) eingeht, wird zunächst die Uhrzeit des Konzentrators gestellt.

[0023] Der A-Layer des Konzentrators erzeugt jetzt zu einem Zeitpunkt T1 für jedes seiner Partnergeräte ein neues Uhrzeit-Stell-Telegramm, wobei die aktuelle Uhrzeit als 24-Bit Wert (10ms Auflösung) minus des Wertes des internen 24-Bit Zählers (Z1) im sogenannten TInfo-Feld des Telegramms vermerkt werden.

$$TInfo = T1 - Z1.$$

[0024] Diese Telegramme verweilen eine unbestimmte Uhrzeit im Gerät bevor sie schließlich im Sendepuffer des PLC-Treibers landen.

[0025] Nach dem Senden des Längenfeldes durch den DL-Layer des Telegramms (Zeitpunkt T2) wird der im TInfo-Feld gemerkte (und noch nicht gesendete) 24-Wert mit dem aktuellen Stand des 24-Bit Zählers (Z2) addiert und in das Telegramm zurückgeschrieben. Das TInfo-Feld erhält nun den Wert

$$TInfo = T1 - Z1 + Z2.$$

[0026] Mit der Verweilzeit im Gerät

$$VS = (Z2 - Z1) = (T2 - T1)$$

ergibt sich

$$TInfo = T2 = T1 + VS$$

[0027] Diese Operation ist notwendig, da der DL-Layer eine standardisierte Senderoutine verwendet, die nicht zwischen selbsterzeugten und gerouteten Telegrammen unterscheiden kann und grundsätzlich immer eine Zeitstempelkorrektur vornimmt. Die Notwendigkeit hierfür wird aus der Funktionsklärung des Routers deutlich.

– Router:

[0028] Nach dem Empfang des Längenfeldes (also zum exakt gleichen Zeitpunkt T2 als der Sender das TInfo-Feld generierte) merkt sich der Router in einem temporären Speicher den aktuellen Stand seines eigenen 24-Bit Zählers (Z3). Nach dem vollständigen Empfang eines Uhrzeit-Setztelegramms wird dieser Zählerstand vom im Telegramm enthaltenen TInfo-Feld subtrahiert und in dieses zurückgeschoben.

$$TInfo = (T2 - Z3).$$

[0029] Diese Telegramme verweilen eine unbestimmte Uhrzeit im Gerät bevor sie schließlich im Sendepuffer des PLC-Treibers des Routers landen.

[0030] Nach dem Senden des Längenfeldes durch den DL-Layer des Telegramms (Zeitpunkt T4) wird der im TInfo-Feld gemerkte (und noch nicht gesendete) 24-Wert mit dem aktuellen Stand des 24-Bit Zählers (Z4) addiert und in das Telegramm zurückgeschrieben. Das TInfo-Feld erhält nun den Wert

$$TInfo = T2 - Z3 + Z4.$$

[0031] Mit

$$VR = (Z4 - Z3) = (T3 - T2)$$

ergibt sich

$$TInfo = T2 + VR = T1 + (VS + VR) = T3$$

[0032] Nach einer Strecke von n Routern ergibt sich daraus die noch immer unverfälschte Zeitinformation

$$TInfo = T1 + VS + VR1 + VR2 \dots + VRn$$

– Empfänger

[0033] Nach dem Empfang des Längenfeldes (also zum exakt gleichen Zeitpunkt TRn als der letzte Router das TInfo-Feld generierte) merkt sich der Empfänger in einem temporären Speicher den aktuellen Stand seines eigenen 24-Bit Zählers (Z5). Nach dem vollständigen Empfang eines Uhrzeit-Setztelegramms wird dieser Zählerstand vom im Telegramm enthaltenen TInfo-Feld subtrahiert und in dieses zurückgeschoben.

$$TInfo = (TRn - Z5).$$

[0034] Diese Telegramme verweilen eine unbestimmte Uhrzeit im Gerät, bevor sie schließlich zum Zeitpunkt T6 zum Setzen der Uhrzeit den A-Layer des Empfängers erreichen. Dieser nimmt das TInfo-Feld des Telegramms und addiert den aktuellen Stand des internen 24-Bit Zählers Z6 hinzu. Dieser Wert ist

$$T = (TR_n - Z5) + Z6$$

[0035] Mit

$$VE = Z6 - Z5 = T6 - T5$$

ergibt sich

$$T = TR_n + VE = T1 + VS + VR1 + VR2 \dots + VR_n + VE$$

der Zeitpunkt der Erzeugung der Uhrzeit-Setzbefehls + die Summe aller Laufzeiten.

[0036] Der beobachtete Gesamtfehler dieses Verfahrens bewegt sich im Bereich von etwa 100ms, unabhängig davon ob die Laufzeit vom Sender zum Empfänger einige ms oder Tage dauert.

[0037] Durch andere Wahl der Parameter ist unter Beibehaltung des grundsätzlichen Verfahrens eine geänderte Genauigkeit möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspeisen und Weiterleiten von Zeitinformationen über ein verteiltes Netz miteinander verbundener Verbrauchszähler, insbesondere Energiezähler, mit Sende- und/oder Empfangseinheiten, wobei eine Sendeeinheit eines ersten Verbrauchszählers eine Zeitinformation besitzt oder erhält und diese an eine Empfangseinheit wenigstens eines anderen Verbrauchszählers weiterleitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verbrauchszähler über eine Kommunikationsverbindung zu einem höheren System verfügt, das die Zeitinformation versendet, die Zeitinformation um die Verweilzeit der Zeitinformation in der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers bis zur Weiterleitung in das Netz, die Verweilzeit der Zeitinformation im Netz zwischen der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers und der Empfangseinheit des zweiten Verbrauchszählers und die Verweilzeit der Zeitinformation im zweiten Verbrauchszähler bis zur Auswertung der Zeitinformation zum Stellen der Uhrzeit des zweiten Verbrauchszählers korrigiert wird, indem jedes der beteiligten Systeme einen Zeitgeber aufweist, der die Laufzeit der Zeitinformation in dem jeweiligen System erfasst, wobei der Zeitgeber der Sendeeinheit des ersten Verbrauchszählers die Verweilzeit der Zeitinformation in der ersten Sendeeinheit erfasst und die Zeitinformation beim Übersenden um diese Verweilzeit korrigiert

wird, der Zeitgeber einer Zwischenstation im Netz (Router) die Verweilzeit der Zeitinformation in der jeweiligen Zwischenstation erfasst und die Zeitinformation beim Versenden um die Verweilzeit in der jeweiligen Zwischenstation korrigiert wird und der Zeitgeber der Empfangsstation des zweiten Verbrauchszählers die Verweilzeit der Zeitinformation bis zur Auswertung der Zeitinformation erfasst und die Zeitinformation vor dem Stellen der Uhrzeit des zweiten Verbrauchszählers um die Verweilzeit korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Sende- und Empfangseinheiten durch Kommunikationswege miteinander verbunden sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitinformationen unter Anwendung protokollorientierter Verfahren weitervermittelt werden.

4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit eine eigene Empfangseinheit für ein Funk-Zeitsignal aufweist.

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass über das höhere System die Zeitinformation aus einem Daten-netz mit im IP-Bereich üblichen Synchronisationsverfahren oder aus Zeitsynchronisationsrechnern oder auch aus einem zentralen Leitstellenrechner der Gesamtanwendung übermittelt wird.

6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren auch mehrfach hintereinander angewendet werden kann, wobei die Zeitinformation in einer Kette von Einheiten, welche nicht alle untereinander verbunden sind, nach einem geeigneten Verfahren unter Berücksichtigung aller Laufzeiten weitergeleitet wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste die Zeitinformation sendende Sendeeinheit ein Gateway ist, von welchem auch die gesamte übrige Kommunikation zwischen den verteilten Geräten und einer zentralen Leitstelle übernommen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Empfangseinheiten auch mit Sendeeinheiten versehen ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen