

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 670 545 G A3

⑤ Int. Cl.4: G 04 G 7/02

**Patentgesuch für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **AUSLEGESCHRIFT** A3

⑳ Gesuchsnummer: 4250/87

㉒ Anmeldungsdatum: 28.10.1987

㉔ Gesuch bekanntgemacht: 30.06.1989

㉖ Auslegeschrift veröffentlicht: 30.06.1989

㉗ Patentbewerber:  
Erika Köchler Swissphone Telecommunications,  
Samstagern

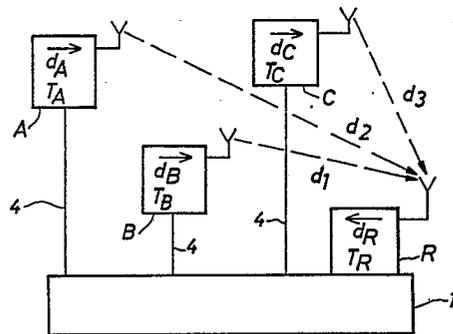
㉘ Erfinder:  
Köchler, Helmut, Samstagern

㉚ Vertreter:  
E. Blum & Co., Zürich

㉜ Recherchenbericht siehe Rückseite

⑤④ **Verfahren zur Sendesynchronisation, Steuereinrichtung und Sender zur Durchführung des Verfahrens sowie Anwendung des Verfahrens.**

⑤⑦ Mehrere mit einer Steuereinrichtung (1) über Leitungen verbundene Funksender (A, B, C) werden synchronisiert, indem sie ihre Uhrzeiten über Funk an einen Empfänger (R) der Steuereinrichtung senden, dessen Abstand von den Sendern bekannt ist. Die Empfangsuhzeit der Meldungen wird registriert und an die Sender übermittelt. Diese korrigieren ihre momentane Uhrzeit mittels der übermittelten Zeit und den bekannten Signallaufzeiten. Dadurch wird eine einfache und schnelle Synchronisation möglich.





Bundesamt für geistiges Eigentum  
Office fédéral de la propriété intellectuelle  
Ufficio federale della proprietà intellettuale

## RECHERCHENBERICHT

Patentgesuch Nr

CH 4250/87

HO 15374

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	EP-A-0 084 165 (NIPPON ELECTRIC CO. LTD) * Seite 3, Zeile 22 - Seite 4, Zeile 15 *	1,3
A	CA-A-1 158 739 (MANITOBA TELEPHONE SYSTEM) * Seite 3, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 3 *	1
A	FR-A-2 564 668 (THOMSON-CSF)	1
E	EP-A-0 253 096 (MITSUBISHI DENKI K.K.) * Seite 16, Zeile 7 - Seite 17, Zeile 20 *	1,3,7,8
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
		G 04 G G 04 C H 04 J
Abschlußdatum der Recherche		EPA Prüfer
18-07-1988		
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>..... &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>		

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Sendesynchronisation mehrerer Sender, welche mit einer mit einer Uhr versehenen Steuereinrichtung verbunden sind, wobei jeder Sender in bekanntem Abstand von der Steuereinrichtung angeordnet ist und eine zu synchronisierende Uhr aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Synchronisation der Senderuhren von jedem Sender eine Istuhrzeitmeldung ausgestrahlt wird, die von der Steuereinrichtung mittels eines Funkempfängers empfangen wird und deren Empfangsuhrzeit in der Steuereinrichtung bestimmt und von dieser an den Sender übermittelt wird und dass in jedem Sender Istuhrzeitmeldung, Empfangsuhrzeit, Sendesignallaufzeit zwischen Sender und Empfänger sowie die momentane Senderuhrzeit verknüpft werden, um die synchronisierte Senderuhrzeit zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von der Steuereinrichtung gesteuert alle Senderuhren auf eine frühere Uhrzeit als die Steuereinrichtungsuhrzeit gestellt und in vorbestimmter Reihenfolge von den Sendern Synchronisationsmeldungen abgestrahlt werden, welche die jeweilige Istuhrzeit der Sender als erste Zeitdaten enthalten, dass die Steuereinrichtung der ausgesandten Synchronisationsmeldung die jeweilige Empfangsuhrzeit zugeordnet und diese an den jeweiligen Sender als zweite Zeitdaten übermittelt, und dass der jeweilige Sender einen Korrekturwert aus den ersten und zweiten Zeitdaten sowie der bekannten Sendesignallaufzeit bildet und die momentane Senderuhrzeit mit dem Korrekturwert verknüpft.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung des Korrekturwertes die Sendesignallaufzeit und die Istuhrzeit von der Empfangsuhrzeit subtrahiert werden, und dass der Korrekturwert von der momentanen Senderuhrzeit subtrahiert wird, um die synchronisierte Uhrzeit zu bilden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mehreren Sender in zwei Gruppen angeordnet und eine erste Sendergruppensteuereinrichtung für die erste Gruppe und eine zweite Sendergruppensteuereinrichtung für die zweite Gruppe vorgesehen sind, welche miteinander in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Steuereinrichtung mindestens einen Sender aus der ersten Gruppe empfangen kann, und dass zunächst die Sender der ersten Gruppe untereinander und die Sender der zweiten Gruppe untereinander synchronisiert werden, worauf in einer weiteren Synchronisationsphase die beiden Gruppen untereinander synchronisiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mehreren Sender in mehr als zwei Sendergruppen mit jeweils zugehöriger Sendergruppensteuereinrichtung angeordnet sind und jede Steuereinrichtung mindestens einen Sender aus mindestens einer anderen Gruppe empfangen kann, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst die Sender jeder Gruppe untereinander synchronisiert werden und in nachfolgenden weiteren Synchronisationsphasen jeweils zwei Gruppen untereinander synchronisiert werden, die eine neue Synchronisationsgruppe bilden, wobei der Vorgang wiederholt wird bis nur noch eine Synchronisationsgruppe besteht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der weiteren Synchronisationsphase, gesteuert von einer ersten Sendesteuereinrichtung, alle Senderuhren einer ersten synchronisierten Gruppe um den gleichen Betrag auf eine frühere Uhrzeit als die Steuereinrichtungsuhrzeit zurückgestellt werden und von dem im Empfangsbereich einer zweiten Steuereinrichtung liegenden Sender der ersten Gruppe eine Synchronisationsmeldung ausgestrahlt wird, welche die Istuhrzeit des Senders als Zeitdaten enthält, die zweite Steuereinrichtung der ausgesendeten Synchronisationsmeldung die Empfangsuhrzeit zuordnet

und diese über die erste Steuereinrichtung an die Sender der ersten Gruppe als Zeitdaten übermittelt, und dass für die Sender der ersten Gruppe ein zweiter Korrekturwert aus den Zeitdaten sowie der bekannten Sendesignallaufzeit zwischen dem Sender der ersten Gruppe und dem Empfänger der zweiten Sendesteuereinrichtung gebildet wird und die momentane Senderuhrzeit mit dem Korrekturwert verknüpft wird.

7. Sendersteuereinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung einen Funkempfänger zum Empfang der Sendersignale aufweist.

8. Sender zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender eine Schaltung zur Ermittlung des Korrekturwertes und eine durch den Korrekturwert beeinflussbare Uhr aufweist.

9. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 bei einem Funkrufnetz, welches mehrere Sendegruppen mit zugehörigen Sendergruppensteuereinrichtungen aufweist, welche ihrerseits über eine Netzsteuereinrichtung verbunden sind.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sendesynchronisation mehrerer Sender, welche mit einer mit einer Uhr versehenen Steuereinrichtung verbunden sind, wobei jeder Sender in bekanntem Abstand von der Steuereinrichtung angeordnet ist und eine zu synchronisierende Uhr aufweist.

Ferner betrifft die Erfindung eine Sendersteuereinrichtung und einen Sender zur Durchführung des Verfahrens und betrifft eine Anwendung des Verfahrens bei einem Funkrufnetz.

Bei einem Einsatz mehrerer Funksender, welche ein Gebiet flächendeckend mit dem gleichen Signal versorgen, kann sich das Problem der Synchronisation der Sender ergeben, dies z. B. bei einem Ortsrufnetz bei dem digitale Erkennungskodes für die einzelnen Rufempfänger gesendet werden.

Die Synchronisation, von der hier die Rede ist, bezieht sich dabei auf die Modulation der Sender, nicht auf deren HF-Träger. Die HF-Träger werden frei laufengelassen und wenn nötig mit einem gewissen Frequenzversatz betrieben, damit sich keine stehenden Wellen ausbilden, die zu «Löchern» im Versorgungsgebiet führen.

Solange z. B. ein Rufempfänger (Pager) nur von einem Sender Signale empfängt, stellt sich das Synchronisationsproblem nicht. Sobald er sich jedoch im gemeinsamen Versorgungsgebiet zweier oder mehrerer Sender befindet, die nicht synchron arbeiten, wird er grosse Probleme haben, die empfangenen Signale richtig zu detektieren. In den meisten Fällen ist es ja aus Gründen der Versorgungssicherheit sehr erwünscht, dass sich die Versorgungsgebiete der einzelnen Sender überlappen.

Es gibt natürlich auch Möglichkeiten, ohne Synchronisation auszukommen, jedoch haben alle diese Varianten grosse Nachteile, vor allem bezüglich Frequenz- und Zeitökonomie.

Bei bekannten Funkeinrichtungen mit mehreren Sendern sind diese über Modulationsleitungen direkt mit der Signalquelle, z. B. mit der Rufzentrale eines Funkrufnetzes verbunden. Die Leitungen werden mit Laufzeitreglern versehen, die eine gewisse Kompensation der unterschiedlichen Distanzen zwischen Rufzentrale und Sendern ermöglichen.

Abgeglichen wird vielfach aber nur die Strecke bis zum Sendereingang. Für die Synchronisation sind jedoch die Signale an den Antennen massgebend, so dass die unterschied-

lichen Laufzeiten in den Sendern nicht berücksichtigt werden.

Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist, dass sich die Eigenschaften der Modulationsleitungen und der beteiligten Geräte infolge von Witterungseinflüssen, Temperatur und Alterung laufend verändern. Es ergibt sich daraus ein relativ grosser Aufwand für das periodische Justieren der Anlage.

Fällt eine Leitung aus, muss die Ersatzleitung in jedem Fall neu eingeregelt werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches die genannten Nachteile nicht aufweist und eine einfache und schnelle Sendersynchronisation erlaubt. Dies wird dadurch erreicht, dass zur Synchronisation der Senderuhren von jedem Sender eine Istuhrzeitmeldung ausgestrahlt wird, die von der Steuereinrichtung mittels eines Funkempfängers empfangen wird und deren Empfangszeit in der Steuereinrichtung bestimmt und von dieser an den Sender übermittelt wird und dass in jedem Sender Istuhrzeitmeldung, Empfangszeit, Sendesignallaufzeit zwischen Sender und Empfänger sowie die momentane Senderuhrzeit verknüpft werden, um die synchronisierte Senderuhrzeit zu erhalten. Ferner stellt sich die Aufgabe eine Sendesteuereinrichtung und einen Sender zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen. Dies wird durch eine Sendersteuereinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 4 erreicht bzw. durch einen Sender mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 5.

Ferner wird eine Anwendung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 7 gezeigt.

Bei einer bevorzugten Anwendung werden zwei Gruppen von Sendern zunächst intern und nachfolgend miteinander synchronisiert.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 schematisch eine Anordnung von drei zu synchronisierenden Sendern und der Steuereinrichtung;

Figur 2 schematisch zwei Gruppen von zu synchronisierenden Sendern mit zugehörigen Sendesteuereinrichtungen;

Figur 3 ein Blockschaltbild einer Funkrufanlage;

Figur 4 ein Blockschaltbild einer Sendesteuereinrichtung.

Damit ein im überlappenden Sendegebiet mehrerer Sender befindlicher Empfänger dieselbe, von allen Sendern ausgesandte Nachricht eindeutig identifizieren kann, muss die Nachricht von allen Sendern zur selben Zeit abgestrahlt werden. Zur selben Zeit abgestrahlt bedeutet dabei, dass die Abstrahlzeitpunkte des Nachrichtensignals von den Sendanten eine vorausbestimmte Zeitdifferenz nicht überschreiten. So sind bei Funkrufnetzen, in welchen als Nachrichten Digitalsignale für die Rufempfänger ausgestrahlt werden, die Meldungsprotokolle (z. B. im postalisch spezifizierten POC-SAG-Format) und die geforderte maximale Zeitdifferenz, bzw. die Synchronisationsgenauigkeit bestimmt. Diese beträgt z. B. 1/4 Bit, was bei 512 Bit/s einer Zeitdifferenz von 488  $\mu$ s entspricht.

Jede auszusendende Nachricht wird bei solchen Funkrufnetzen mit einer Sollsendezeit versehen und sobald die interne Uhr jedes Senders diese Zeit erreicht hat, wird diese Nachricht gesendet. Es ist daher nötig, die Senderuhren zu synchronisieren, damit die geforderte Genauigkeit erreicht werden kann. Ferner ist zu beachten, dass die Sendersignalverzögerungszeit für jeden Sender unterschiedlich (aber bekannt) ist. Da die Uhren (Taktoszillatoren) der Sender verschiedene Genauigkeit und unterschiedlichen Drift aufweisen, muss die Synchronisation von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren soll nun anhand der

Senderkonfiguration von Figur 1 erklärt werden. Dabei sind mit A, B, und C drei Funksender bezeichnet. Die Sender sind mit einer Sendesteuereinrichtung 1 leitungsverbunden, welche über die Leitungen 4 Steuerbefehle und auszusendende Nachrichten an die Sender schickt. Dabei bedeuten:

$T_A, T_B, T_C, T_R$  aktueller Stand der Uhren in den Sendern sowie im Empfänger R

$d_A, d_B, d_C$  Signalverzögerungszeit von dem Sendereingang (digitales Signal) bis zur Antenne (moduliertes Signal)

$d_R$  Signalverzögerungszeit von der Antenne (moduliertes Signal) bis zum Empfänger-ausgang (digitales Signal)

$d_1, d_2, d_3$  Signallaufzeit in der Atmosphäre (3,333  $\mu$ s/km)

Das Ziel der Synchronisation ist es, dass gleiche Modulationssignale jeweils zur genau gleichen Zeit von den Antennen der beiden Sender abgestrahlt werden.

Die Synchronisationsbedingung lautet also:

$$T_A + d_A = T_B + d_B = T_C + d_C$$

Die eigentliche Synchronisation wird nun wie folgt durchgeführt. Zunächst übermittelt die Steuereinrichtung 1 einen Befehl an die Sender, durch welchen diese veranlasst werden ihre Senderuhrzeit auf eine vor der Empfänger- bzw. Steuereinrichtungsuhrzeit zu stellen; es gilt daher

$$T_A < T_R; T_B < T_R; T_C < T_R \quad (1)$$

Danach werden die Sender von der Sendesteuereinrichtung (in beliebiger Reihenfolge) veranlasst eine Synchronisationsmeldung abzustrahlen, welche ihre lokale Uhrzeit (Istuhrzeit) enthält. Zum Beispiel strahlt der Sender A eine Synchronisationsmeldung ab, welche seine Istuhrzeit  $T_{A'}$  enthält.

Der Empfänger R registriert seine Uhrzeit  $T_R'$  (Empfangsuhrzeit), zu welcher er die Synchronisationsmeldung des Senders A empfangen hat. Dabei gilt

$$T_R' = T_{A'} + d_A + d_1 + d_R + T_A - T_R \quad (2)$$

Bei dem Term  $T_A - T_R$  handelt es sich dabei um die unbekanntes Zeitdifferenz der Uhren von Sender A und Empfänger R.

Über die Leitungsverbindung 2 übermittelt die Steuereinrichtung den Wert  $T_R'$  an den Sender A.

Der Sender A bildet einen Korrekturwert für seine Uhr aus dem übermittelten Wert  $T_R'$  und den ihm bekannten Werten  $T_{A'}$  und  $d_1$  auf folgende Weise:

$$K = T_R' - T_{A'} - d_1 \quad (3)$$

Ein Vergleich mit Formel (2) zeigt, dass gilt

$$K = T_R' - T_{A'} - d_1 = T_A - T_R + d_A + d_R \quad (4)$$

Der Korrekturwert K wird nun vom Sender von seiner jetzigen Uhrzeit  $T_A$  subtrahiert, um die neue, synchronisierte Uhrzeit  $T_{AS}$  zu bilden. Dabei gilt mit (4)

$$T_{AS} = T_A - K = T_A - T_A + T_R - d_A - d_R = T_R - d_A - d_R \quad (5)$$

Das heisst, die neue Zeit  $T_{AS}$  ist von der alten Senderuhrzeit  $T_A$  unabhängig.

Die Uhren der übrigen Sender B und C werden mit den gleichen Schritten korrigiert (in den Formeln sind lediglich die Indizes A durch B bzw. C zu ersetzen).

Die neuen Zeiten sind demnach:

$$\text{Sender A: } T_{AS} = T_R - d_A - d_R$$

$$\text{Sender B: } T_{BS} = T_R - d_B - d_R$$

$$\text{Sender C: } T_{CS} = T_R - d_C - d_R$$

Mit jedem Paket von Nutzinformation erhalten die Sender eine Zeitangabe T, die den Sendezeitpunkt bestimmt.

Die Zeiten, zu denen die Nutzinformation an den Antennen erscheint, sind

$$\text{Sender A: } T_A + d_A = T_R - d_R$$

$$\text{Sender B: } T_B + d_B = T_R - d_R$$

$$\text{Sender C: } T_C + d_C = T_R - d_R \quad (7)$$

Die Synchronisationsbedingung ist damit erfüllt.

Der Synchronisationsvorgang spielt sich auch für eine grössere Anzahl von Sendern gleich ab. Ebenfalls ist es unerheblich, ob der ganze Vorgang zunächst für den Sender A erfolgt und Sender B nachfolgend seine Synchronisationsmeldung sendet oder ob zunächst alle Sender A, B, C nacheinander ihre Synchronisationsmeldungen senden und nachfolgend nacheinander oder gleichzeitig die jeweiligen Zeiten  $T_R$  an die Sender übermittelt werden.

Mit Bezug auf Figur 2 soll das Verfahren geschildert werden, wenn die Sender in mehrere Gruppen eingeteilt sind, wobei jede Gruppe eine Sendersteuereinrichtung mit Empfänger aufweist. In Figur 2 sind zwei Gruppen von Sendern dargestellt, die erste Gruppe mit den Sendern A und B und der Sendersteuereinrichtung 1 mit dem Empfänger R1 und die zweite Gruppe mit den Sendern C und D sowie der Sendersteuereinrichtung 2 mit dem Empfänger R2. Zusätzlich zu den bereits im Zusammenhang mit Figur 1 geschilderten Voraussetzungen ist bei dem Verfahren mit zwei Gruppen vorausgesetzt, dass mindestens ein Sender der einen Gruppe Funkverbindung mit dem Empfänger der anderen Gruppe hat. Im gezeigten Beispiel ist angenommen, diese Funkverbindung bestehe zwischen dem Sender B der ersten Gruppe und dem Empfänger R2 der zweiten Gruppe. Ferner besteht eine Kommunikationsverbindung zwischen den beiden Sendersteuereinrichtungen, sei es über eine einfache Leitungsverbindung 3 oder über eine den Sendersteuereinrichtungen gemeinsame Steuervorrichtung (Netzsteuereinheit 15; Figur 3) für das Funknetz.

Die Synchronisationsbedingung für das vorliegende Beispiel lautet:

$$T_A + d_A = T_B + d_B = T_C + d_C = T_D + d_D \quad (8)$$

Die Synchronisation wird wie folgt durchgeführt:

Zunächst werden die beiden Gruppen jede für sich gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren synchronisiert, wie dies im Zusammenhang mit Figur 1 erläutert worden ist. Die neuen Zeiten sind demnach

$$\begin{aligned} \text{Sender A: } T_A &= T_{R1} - d_A - d_{R1} \\ \text{Sender B: } T_B &= T_{R1} - d_B - d_{R1} \\ \text{Sender C: } T_C &= T_{R2} - d_C - d_{R2} \\ \text{Sender D: } T_D &= T_{R2} - d_D - d_{R2} \end{aligned} \quad (9)$$

Danach wird die eine Gruppe erneut nach dem Verfahren synchronisiert, diesmal aber mit Hilfe des Empfängers der anderen Gruppe. Anhand des Beispiels von Figur 2 im einzelnen:

Alle Uhren der Gruppe 1 werden um den gleichen konstanten Betrag zurückgestellt, so dass sie eine frühere Zeit als die Empfängeruhr vom Empfänger R2 erhalten:

$$T_A = T_B; T_B < T_{R2} \quad (10)$$

Danach sendet Sender B eine Synchronisationsmeldung, welche die aktuelle Zeit (Istuhrzeit)  $T_{B'}$  von Sender B enthält.

Der Empfänger R2 registriert den Zeitpunkt  $T_{R2'}$  zu dem er diese Synchronisationsmeldung empfängt. Es gilt:

$$T_{R2'} = T_{B'} + d_B + d_5 + T_B - T_{R2} \quad (11)$$

Der Term  $T_B - T_{R2}$  stellt die unbekannte Zeitdifferenz zwischen der Uhr des Senders B und der Uhr des Empfängers R2 dar.

Danach teilt die Steuereinrichtung 2 den Wert an die Steuereinrichtung 1 der ersten Gruppe und damit an die Sender A und B mit.

Alle Sender der ersten Gruppe korrigieren ihre Uhr mittels des Korrekturwertes K2, welcher wie folgt gebildet ist:

$$K2 = T_{R2'} - T_{B'} - d_5 \quad (12)$$

Im Vergleich mit (11) ergibt sich

$$K2 = T_B - T_{R2} + d_B + d_{R2} \quad (13)$$

Da von der ersten Synchronisation der ersten Gruppe her weiterhin  $T_A = T_B$  gilt, kann der Korrekturwert K2 auch zur Korrektur der Uhr im Sender A verwendet werden (bzw. zur Korrektur aller weiteren Sender der Gruppe 1). Dabei ist aber zu beachten, dass in diesem Fall der Gruppensynchronisation immer nur der Signalverzögerungswert ( $d_B$ ) des einen die Synchronisationsmeldung sendenden Senders (B) in den Korrekturwert eingeht. Die weiteren Sender der ersten Gruppe werden also nicht genau synchron laufen.

Die neuen Zeiten der Sender von Gruppe 1 sind demnach:

$$\text{Sender A: } T_{AS} = T_A - K2 = T_{R2} - d_B - d_{R2} \quad (14)$$

$$\text{Sender B: } T_{BS} = T_B - K2 = T_{R2} - d_B - d_{R2}$$

Die Zeiten, zu denen die Nutzinformation an den Antennen erscheinen, sind demzufolge:

$$\text{Sender A: } T_{AS} + d_A = T_{R2} - d_{R2} + (d_A - d_B)$$

$$\text{Sender B: } T_{BS} + d_B = T_{R2} - d_{R2} \quad (15)$$

$$\text{Sender C: } T_{CS} + d_C = T_{R2} - d_{R2}$$

$$\text{Sender D: } T_{DS} + d_D = T_{R2} - d_{R2}$$

Die Synchronisationsbedingung ist also für die Sender B, C und D exakt erfüllt. Der verbleibende Fehler ( $d_A - d_B$ ) bei Sender A ist nur geringfügig, da er aus der Differenz kleiner Signallaufzeiten ähnlicher Grössenordnung besteht. Ferner sind diese Signallaufzeiten grundsätzlich bekannt und die Differenz könnte deshalb auch kompensiert werden.

Zu der Ermittlung des Korrekturwertes K2 bleibt zu bemerken, dass dieser mittels des Wertes  $T_{B'}$  ermittelt wird, welcher primär nur im Sender B bekannt ist. Für die anderen Sender (A) kann auf verschiedene Weise vorgegangen werden: Erfolgt der Sendebefehl für die Synchronisationsmeldung von Sender B in bestimmtem vorausbestimmten Abstand von einem festen Zeitwert der Uhr in B, so können die anderen Sender mittels des Sendebefehls aus der Steuereinrichtung die Zeit  $T_{B'}$  erkennen (da  $T_A = T_B$ ). Andernfalls kann entweder  $T_{B'}$  oder K2 vom Sender B über die Steuereinrichtung an die anderen Sender der gleichen Gruppe (Sender A) übermittelt werden.

Bestehen mehr als zwei Gruppen, so wird auf gleiche Weise vorgegangen, indem immer zwei Gruppen miteinander synchronisiert werden und diese eine neue Gruppe bilden, welche dann erneut mit einer zweiten Gruppe synchronisiert wird, usw.

Figur 3 zeigt das Blockschaltbild eines Funkrufsystems, bei dem das Verfahren vorzugsweise angewendet wird. Das Funkrufsystem besteht im wesentlichen aus einer mit dem öffentlichen Telefonnetz 13 verbundenen Funkrufzentrale 14 (paging terminal) sowie dem Rufnetzwerk. Das Rufnetzwerk (paging network) setzt sich aus einer Netzsteuereinheit 15 (paging network unit), mehreren damit verbundenen Sendergruppensteuereinrichtungen 16 (transmitter group controllers) und einer Mehrzahl von Sendestationen 17 zusammen. Die Sendestationen 17 sind in Gruppen zusammengefasst und jeweils mit der Sendergruppensteuereinrichtung 16 dieser Gruppe verbunden. Die Sendestationen wiederum sind in eine Schnittstelle (TSI) und den eigentlichen Sender unterteilt.

Die Funkrufzentrale bildet die Schnittstelle zum öffentlichen Telefonnetz. Sie verwaltet die Teilnehmerdaten und setzt die ankommenden Anrufe in serielle Datenströme (z. B. ins erwähnte POCSAG-Format) um.

Das Netzwerk ist hierarchisch aufgebaut. Die einzelnen Einheiten sind über Modemleitungen miteinander verbunden, auf denen sie in rein digitaler Form miteinander kommunizieren. Es werden dauernd Befehle, Meldungen über den Systemzustand und wenn nötig Alarmmeldungen ausgetauscht.

Alle Rufmeldungen werden sowohl in der Netzsteuereinheit als auch in den Sendergruppensteuereinrichtungen 16

und TSI's zwischengespeichert und es gibt für eine Rufmeldung keinen direkten Zusammenhang zwischen ihrer Ankunftszeit und der Sendestation und der Zeit ihrer Ausstrahlung durch den Sender.

Hingegen wird durch die Synchronisation garantiert, dass eine bestimmte Rufmeldung von allen Sendern zur gleichen Zeit ausgestrahlt wird.

Die Rufmeldung enthält die Kodeinformation für die nicht dargestellten Rufempfänger, die sich im Bereich des Funkrufnetzes aufhalten.

Die genannten Elemente des Funkrufsystems sind handelsüblich und bekannt. Die Sendergruppensteuereinrichtung ist zur Durchführung des Verfahrens zusätzlich mit einem Empfänger versehen, welcher auf der Frequenz der Sen-

der arbeitet. Die Sender weisen zusätzlich eine Schaltung zur Ermittlung des Korrekturwertes und entsprechender Anpassung ihrer — bereits vorhandenen — Uhr auf. Diese Schaltung wird in der Regel durch die Mikroprozessorsteuerung des Senders implementiert.

Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild einer Sendergruppensteuereinrichtung. An deren Verbindungsbus 5 sind der steuernde Mikroprozessor 6, Speichermittel 7, eine Initialisierungs- und Überwachungsschaltung 8 und — über eine Schnittstelle 9 — der Empfänger 10 angeschlossen. Ferner sind serielle Schnittstellen 11 und Modems 12 vorgesehen, mittels denen die Steuereinrichtung über Telefonleitungen mit den Sendern 17 einerseits und der Netzsteuereinheit 15 andererseits in Verbindung steht.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

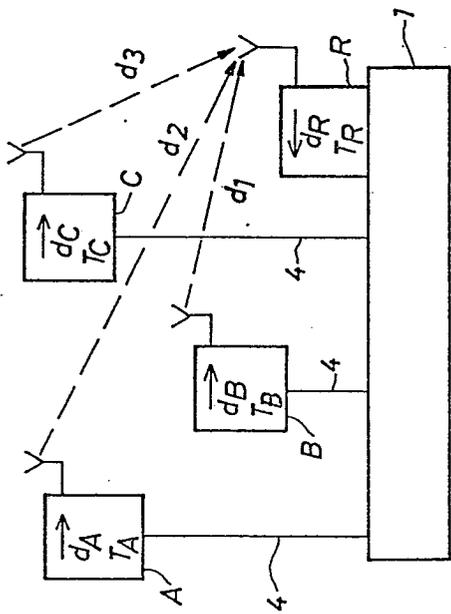


Fig. 2

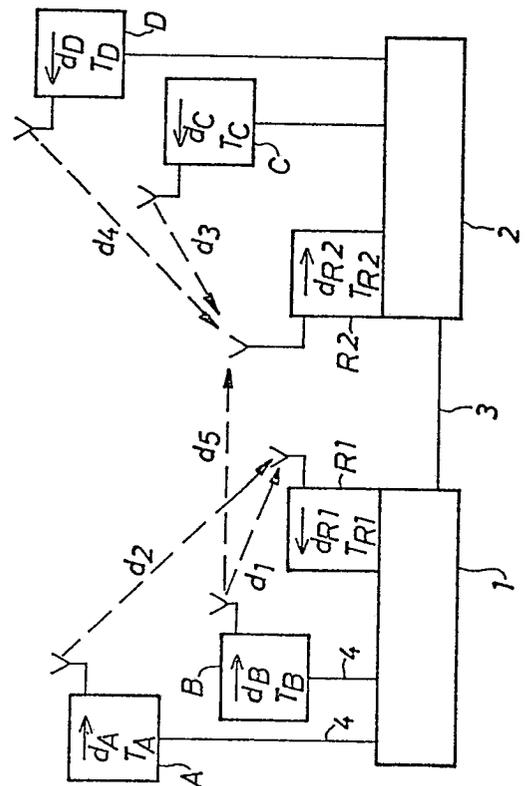


Fig. 3

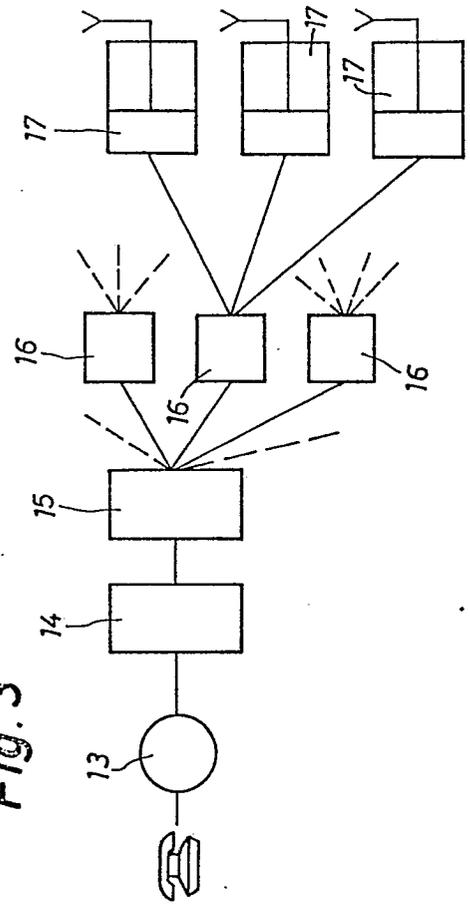


Fig. 4

