



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: H 04 Q 11/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

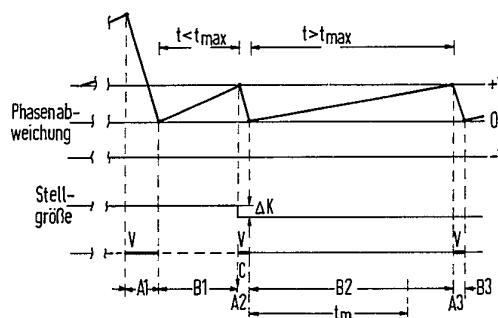
⑪

632 114

②① Gesuchsnummer:	7952/78	⑦③ Inhaber:	Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München, München 2 (DE)
②② Anmeldungsdatum:	24.07.1978	⑦② Erfinder:	Max Schlichte, München 71 (DE)
③⑩ Priorität(en):	26.09.1977 DE 2743252	⑦④ Vertreter:	Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich
②④ Patent erteilt:	15.09.1982		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	15.09.1982		

⑤④ Verfahren zur Synchronisierung von in Vermittlungsstellen eines Fernmeldenetzes vorgesehenen Amtstaktgebern.

⑤⑦ Bei diesem Verfahren zur Synchronisierung von Amtstaktgebern mit einem zentralen Taktgeber wird, wenn eine vorgegebene Phasenabweichung zwischen Mastertakt und Amtstakt erreicht ist, Phasengleichheit eingestellt und anschliessend die Zeit (B1, B2) bis zur erneuten Phasenabweichung dieser Grösse ermittelt. Liegt diese unterhalb eines vorgegebenen Wertes, dann wird eine dementsprechende Frequenz-Korrekturgrösse (ΔK) an den Amtstaktgenerator (T) gelegt, die solange wirksam bleibt, bis in Wiederholung der beschriebenen Vorgänge eine neue Korrekturgrösse ermittelt ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Synchronisierung von in Vermittlungsstellen eines Fernmeldenetzes vorgesehenen nachstimbaren, die Taktimpulse für diemittlungsvorgänge liefernden Amtstaktgebern durch einen zentralen Taktgeber, dadurch gekennzeichnet, dass die Amtstaktgeber der Vermittlungsstellen jeweils dann, wenn eine vorgegebene Phasenabweichung zwischen dem durch den zentralen Taktgeber festgelegten Pulsrahmen und dem durch sie festgelegten Amtspulsrahmen überschritten und wenn die ordnungsgemässe Weitergabe des den Pulsrahmen des zentralen Taktgebers kennzeichnenden Kriteriums festgestellt ist, solange durch Anlegen der maximalen Nachstimmspannung in ihrer Taktfrequenz verändert werden, bis die Phasenabweichung beseitigt ist, dass daran anschliessend die Zeit vom Erreichen der solcherart eingestellten Phasengleichheit bis zum erneuten Überschreiten der maximal zulässigen Phasenabweichung bestimmt wird, und dass die sich daraus ergebende Nachstimmgrösse für den betreffenden Amtstaktgeber gespeichert und, sofern sie einen vorgegebenen Wert überschritten hat, wirksam geschaltet wird und so lange angeschaltet bleibt, bis eine nachfolgend unter denselben Bedingungen ermittelte Nachstimmgrösse sie ersetzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1 in einem Fernmeldenetz mit hierarchischer Anordnung der Vermittlungsstellen, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils nach abgeschlossener Phasenkorrektur und gegebenenfalls sich anschliessender Frequenzkorrektur zur Kennzeichnung der ordnungsgemässen Weitergabe des den Pulsrahmen des zentralen Taktgebers dienenden Pulsrahmenkennungswortes ein Erkennungsbit in das jeweils zwischen zwei solcher Pulsrahmenkennungsworte übertragene Meldewort eingeblendet und nach nachgeordneten Vermittlungsstellen gesendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zu seiner Durchführung erforderlichen logischen Verknüpfungen durch das zentrale Steuerwerk der jeweils betroffenen Vermittlungsstelle durchgeführt werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisierung von in Vermittlungsstellen eines Fernmeldenetzes, insbesondere PCM-Fernmeldenetzes, vorgesehenen nachstimbaren, die Taktimpulse für diemittlungsvorgänge liefernden Amtstaktgebern durch einen zentralen Taktgeber.

Eine solche Synchronisierung, die auch als Master-Slave-Verfahren bezeichnet wird, ist erforderlich, um ein einwandfreies Durchschalten in den Vermittlungsstellen zu gewährleisten, da der Bittakt, der auf einer bei einer Vermittlungsstelle ankommenden Zeitmultiplexleitung herrscht, ja nicht von vornherein mit dem vom Amtstaktgenerator der Vermittlungsstelle bestimmten Bittakt, der denmittlungsvorgängen zugrunde liegt, übereinstimmt. Darüber hinaus sind auf den Übertragungsstrecken entstehende kleine Phasenschwankungen (sogenannte Jitter) zu beseitigen, und in PCM-Fernmeldenetzen ist darüber hinaus, damit alle Zeitkanäle gleicher Ordnungsnummer innerhalb des jeweiligen Pulsrahmens in ankommender und abgehender Richtung untereinander zeitlich zusammenfallen, ein sogenannter Pulsrahmenausgleich vorzunehmen. Auf die beiden letztgenannten Ausgleichsvorgänge wird hier jedoch nicht näher eingegangen.

Das erwähnte Master-Slave-Verfahren erfordert einen zentralen Taktgeber hoher Genauigkeit. Bei intaktem Netz entstehen bei dieser Synchronisierungsart keine Informationsverluste. Um Informationsverluste bei Ausfall des zentralen Taktgebers zu vermeiden bzw. klein zu halten, muss entweder eine Ersatzschaltmöglichkeit für den zentralen Taktgeber vorhan-

den sein, oder aber es müssen die synchronisierten Taktgeber der Vermittlungsstellen eine so grosse Genauigkeit haben, dass eine unzulässige Abweichung von der ursprünglichen Sollfrequenz erst nach hinreichend langer Betriebsdauer zu befürchten ist.

Neben den Master-Slave-Verfahren sind noch zwei grundsätzlich andere Verfahren bekannt, die die Voraussetzungen für eine zeitrichtige Verarbeitung der zu vermittelnden Informationen schaffen. So kann das gesamte Netz asynchron betrieben werden, was bedeutet, dass die einzelnen Taktgeber voneinander unabhängig arbeiten, jedoch jeweils eine hohe Frequenzgenauigkeit aufweisen und damit nur geringfügig in der von ihnen gelieferten Frequenz abweichen. Ein Pufferspeicher am Eingang der Vermittlungsstellen sorgt dann für einen Ausgleich der Phasenunterschiede zwischen dem Takt auf der ankommenden Zeitmultiplexleitung und dem betreffenden Amtstakt. Je nach Grösse und Richtung der Phasenabweichung muss wegen der begrenzten Speicherkapazität solcher Pufferspeicher dann jedoch gelegentlich der gesamte Speicherinhalt unterdrückt bzw. ein zweites Mal ausgelesen werden, was in beiden Fällen einen sogenannten Schlupfverlust mit sich bringt. Solche Schlupfverluste sind im übrigen auch vorhanden, wenn beim Master-Slave-Verfahren der zentrale Taktgeber ausfällt und ein Ersatztaktgeber fehlt.

Die andere der angedeuteten grundsätzlichen Möglichkeiten stellt das sogenannte Phasenmittlungsverfahren dar. In diesem Falle sind die Taktgeber der einzelnen Vermittlungsstellen gleichberechtigt und synchronisieren sich gegenseitig. Es bildet sich dann eine einheitliche Netzfrequenz heraus, die etwa dem Mittelwert aller Eigenfrequenzen entspricht. Innerhalb des intakten Netzes treten Schlupfverluste nicht auf, Störungen können jedoch die Stabilität des gesamten Netzes beeinträchtigen. Man ist daher dazu übergegangen, grössere Netze zu unterteilen, wobei die einzelnen Netzteile unter sich dann wieder asynchron arbeiten, so dass bei den Übergängen die für das Asynchronverfahren typischen Schlupfverluste auftreten können. Um solche Schlupfverluste klein zu halten, müssen also auch bei Phasenmittlungsverfahren die Taktgeneratoren eine hohe Genauigkeit aufweisen. Sie liegt zwischen der für das Asynchronnetz zu fordernden Genauigkeit von ungefähr 10^{-10} und der für das Master-Slave-Verfahren zu fordernden Genauigkeit von 10^{-9} . Solche Genauigkeiten sind jedoch in jedem Falle nur durch auf Atomnormalen basierende Taktgeber zu realisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Synchronisierungsverfahren anzugeben, das bei gleich geringer Verlustrate mit Taktgebern geringerer Güte auskommt.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art, also einem Master-Slave-Verfahren, dadurch gelöst, dass die Amtstaktgeber der Vermittlungsstellen jeweils dann, wenn eine vorgegebene Phasenabweichung zwischen dem durch den zentralen Taktgeber festgelegten Pulsrahmen und dem durch sie festgelegten Amtspulsrahmen überschritten und wenn die ordnungsgemässe Weitergabe des den Pulsrahmen des zentralen Taktgebers kennzeichnenden Kriteriums festgestellt ist, so lange durch Anlegen der maximalen Nachstimmspannung in ihrer Taktfrequenz verändert werden, bis die Phasenabweichung beseitigt ist, dass daran anschliessend die Zeit vom Erreichen der solcherart eingestellten Phasengleichheit bis zum erneuten Überschreiten der maximal zulässigen Phasenabweichung bestimmt wird, und dass die sich daraus ergebende Verstimmungsgrösse für den betreffenden Amtstaktgeber gespeichert und, sofern sie einen vorgegebenen Wert überschritten hat, wirksam geschaltet wird und so lange angeschaltet bleibt, bis eine nachfolgend unter denselben Bedingungen ermittelte Nachstimmspannung sie ersetzt.

Im Gegensatz zum üblichen Master-Slave-Verfahren erfolgt beim erfindungsgemässen Verfahren die Synchronisie-

rung nicht kontinuierlich, sondern jeweils nur dann, wenn die Abweichung von den durch den übergeordneten Taktgeber festgelegten Zeitverhältnissen eine vorgegebene Grenze überschritten hat und dann in der angegebenen kombinierten Phasen-Frequenzkorrektur. Wie noch gezeigt werden wird, sind die Genauigkeitsanforderungen an die synchronisierten Taktgeber der Vermittlungsstellen wesentlich geringer als bei den vorstehend erwähnten bekannten Synchronisierverfahren.

Gemäss weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird bei einem Fernmeldenetz mit hierarchischer Anordnung der Vermittlungsstellen jeweils nach abgeschlossener Phasenkorrektur und gegebenenfalls sich anschliessender Frequenzkorrektur zur Kennzeichnung der ordnungsgemässen Weitergabe des den Pulsrahmen des zentralen Taktgebers dienenden Pulsrahmenkennungswortes ein Erkennungsbit in das jeweils zwischen zwei solcher Pulsrahmenkennungsworten übertragene Meldewort eingeblendet und an nachgeordnete Vermittlungsstellen gesendet. Damit ist gewährleistet, dass bei einer nachgeordneten Vermittlungsstelle nur solche Pulsrahmenkennungsworte zum Zwecke einer Korrektur ausgewertet werden, die von einer vorgeordneten Vermittlungsstelle aus nach der Korrektur des dortigen Taktgebers ausgesendet worden sind.

Die logischen Verknüpfungen, die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens erforderlich sind, können zweckmässigerweise vom zentralen Steuerwerk dieser Vermittlungsstelle übernommen werden.

Nachstehend wird das erfindungsgemässe Verfahren unter Bezugnahme auf zwei Figuren beispielsweise näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein bestimmtes in diesem Zusammenhang interessierende Zeitverhältnisse bei einer Vermittlungsstelle veranschaulichendes Diagramm, und Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild der Einrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Im Zusammenhang mit der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens weist jede der Vermittlungsstellen mit zu synchronisierendem Taktgeber T, wie Figur 2 zeigt, eine Erkennungseinrichtung Ee auf, die aus dem Meldewort, das bei hier vorausgesetztem hierarchischem Fernmeldenetz jeweils zwischen zwei Pulsrahmenkennungsworten von einer vorgeordneten Vermittlungsstelle her gesendet wird, ein Signal S ableitet.

Dieses Signal wird einer Phasenvergleicherschaltung Vg zugeführt und dort zur Abtastung einer Spannung herangezogen, die dem Phasenvergleich Vg vom Taktgeber T her zugeführt wird und von der durch diesen erzeugten Taktimpulsfolge abgeleitet ist. Der Taktgeber T weist einen Impuls-generator Q, der hier lediglich ein Quarzgenerator zu sein braucht, sowie nicht weiter dargestellte Untersetzerstufen auf. Das durch den Phasenvergleich Vg festgestellte, der Differenz zwischen der Phase auf der ankommenden Übertragungsstrecke und der Amtstaktimpulsphase entsprechende Signal wird zur weiteren Auswertung dem zentralen Steuerwerk ZSt zugeführt, das in Form eines Mikroprozessors realisiert sein kann.

Wenn der Phasenvergleich ergibt, dass eine Phasenabweichung vorliegt, die die vorgegebene Grenze von beispielsweise ± 1 Bit überschreitet, dann wird vom zentralen Steuerwerk ZSt je nach der Richtung der Phasenabweichung einer der Verstärkschalter +V oder -V aktiviert und damit an den Quarz-generator Q so lange eine maximale Nachstimmspannung der einen oder anderen Polarität angelegt, bis die Phasenabweichung beseitigt ist, was wiederum durch den Phasenvergleich Vg festgestellt wird. Dieser Vorgang findet, wie die Figur 1 zeigt, während der Zeitspanne A1 statt.

Im Anschluss an die Zeitspanne A1 wird die Zeitspanne B1 festgestellt, die von dem Erreichen der solcherart eingestellten Phasengleichheit bis zum erneuten Überschreiten der maximal zulässigen Phasenabweichung dauert.

Diese Zeitspanne $t=B1$ steht zu der mittleren Frequenzabweichung f im Verhältnis

$$\Delta f = \frac{\Delta t}{t} \cdot f$$

wobei mit f die augenblickliche Frequenz des Quarzoszillators Q und mit Δt die die maximal zulässige Phasenverschiebung kennzeichnende Zeitverschiebung bezeichnet ist. Diese Zeitverschiebung beträgt, wie schon angedeutet, beispielsweise eine Bitbreite und damit unter Zugrundelegung des PCM-Systems 30/32 488 nsec. Die zur Kompensation der mittleren Frequenzabweichung erforderliche Stellgrössenänderung k beträgt dann

$$\Delta k = - \frac{f}{S},$$

wobei mit S die Regelsteilheit des Taktgebers T gemeint ist.

Diese durch das zentrale Steuerwerk ermittelte Stellgrössenänderung wird als Binärwert einem Stellgrössenspeicher SR zugeführt und gespeichert sowie nach Decodierung durch den Decoder Dec in eine analoge Nachstimmspannung umgewandelt. Wenn die Zeit im Anschluss an die Phasenkorrektur bis zum erneuten Überschreiten der vorgegebenen Grenze für die Phasenabweichung einen bestimmten Wert überschritten hat, unterbleibt eine Frequenzkorrektur, ansonsten wird die analoge Nachstimmspannung wirksam geschaltet, so dass am Quarzgenerator Q nunmehr eine entsprechend geänderte Stellgrösse anliegt, wie dies in Figur 1 im Anschluss an die Zeitspanne B1 angenommen ist. Die beschriebenen Vorgänge wiederholen sich fortdauernd. In Figur 1 ist dabei angenommen, dass im Anschluss an die Phasenkorrekturzeitspanne A2 bis zum erneuten Erreichen der Phasengrenze eine Zeitspanne B2 vergeht, die grösser ist als die vorgegebene Zeitgrenze, so dass in diesem Falle die vom zentralen Steuerwerk ermittelte Nachstimmspannung nicht wirksam geschaltet wird, der Quarzgenerator Q also Impulse mit einer der zuletzt ermittelten und wirksam geschalteten Nachstimmgrösse entsprechenden Frequenz liefert. Erst wenn eine nachfolgende Zeitmessung eine kürzere Zeitspanne B ergibt, wird diese Nachstimmgrösse durch die nunmehr gespeicherte Nachstimmgrösse ersetzt.

In Figur 1 ist auch angedeutet, dass dann, wenn die Zeitspannen B einen mittleren Zeitwert t_m überschreiten, ein Erkennungsbit in die Meldewörter eingeblendet wird, die zu nachgeordneten Vermittlungsstellen gesendet werden, wozu die Einrichtungen Es gemäss Figur 1 dienen.

Die Grösse der erwähnten Zeitspanne hängt von der Genauigkeit der verwendeten Quarzgeneratoren und von der vorgegebenen Phasenabweichungsgrenze bzw. von den zulässigen Schlupfverlusten ab.

Wenn man ein hierarchisch aufgebautes Fernmeldenetz annimmt, bei dem das Kriterium, das den durch den Mastertaktgeber festgelegten Pulsrahmen bestimmt, jeweils nach einer dementsprechenden Frequenzkorrektur weitergegeben wird, und wenn man annimmt, dass eine Verbindung durchschnittlich N solcher Vermittlungsstellen durchläuft und dabei die Frequenzabweichungen von einem gemeinsamen Mittelwert f_m innerhalb des Bereiches $\pm \Delta f_{max}$ im gleichem Masse auf die Vermittlungsstellen verteilt sind, dann erhält man als Mittelwert für die Schlupfrate

$$f_{sl} = \frac{2(N-1) \cdot f_{max}}{3f_m \cdot T_p}$$

wobei T_p die Pufferzeit des am Eingang der Vermittlungsstellen jeweils angeordneten Pufferspeichers ist. Mit einer Pufferzeit von $T_p = 125 \mu s$ (1 Pulsrahmenperiode) und $N = 5$ ergibt sich

$$f_{sl} = 21,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta f_{max}}{f_m} \quad ;$$

Lässt man im Mittel gerade einen Schlupf je 24 Stunden, d. h.

den Verlust des Inhalts eines Pufferspeichers zu, wobei vorausgesetzt ist, dass innerhalb dieser Zeit die Ursache für die Unterbrechung der ordnungsgemässen Weitergabe des vom Mastertaktgeber erzeugten Synchronisationskriteriums beseitigt ist, so muss für die Quarzoszillatoren der einzelnen Vermittlungsstellen eine 24 Stunden andauernde Stabilität von

$$\left(\frac{\Delta f_{\max}}{f_m} \right) 24 \text{ h} = 0,54 \cdot 10^{-9}$$

gefordert werden. Zur Verfügung stehende Quarzoszillatoren mit einer 24-h-Stabilität von $1 \cdot 10^{-10}$ erfüllen diese Forderungen. Wenn nun die Zeitspanne, deren Länge unterschritten sein

muss, damit beim erfindungsgemässen Verfahren eine Frequenzkorrektur stattfindet, kleiner gewählt wird als die unter Voraussetzung eines Quarzoszillators der vorerwähnten Güte höchstens verstreichende Zeit zwischen dem Zustand der Phasengleichheit zwischen der Phase des zentralen Taktgebers und des betreffenden Amtstaktgebers und dem erneuten Erreichen der vorgegebenen Phasenabweichung von hier ± 1 Bit, dann ist gewährleistet, dass immer die vorausgesetzte Grenze für die Schlupfrate eingehalten wird, auch wenn der Quarzoszillator durch Alterung von seinem ursprünglichen Verhalten abweicht.

Fig.1

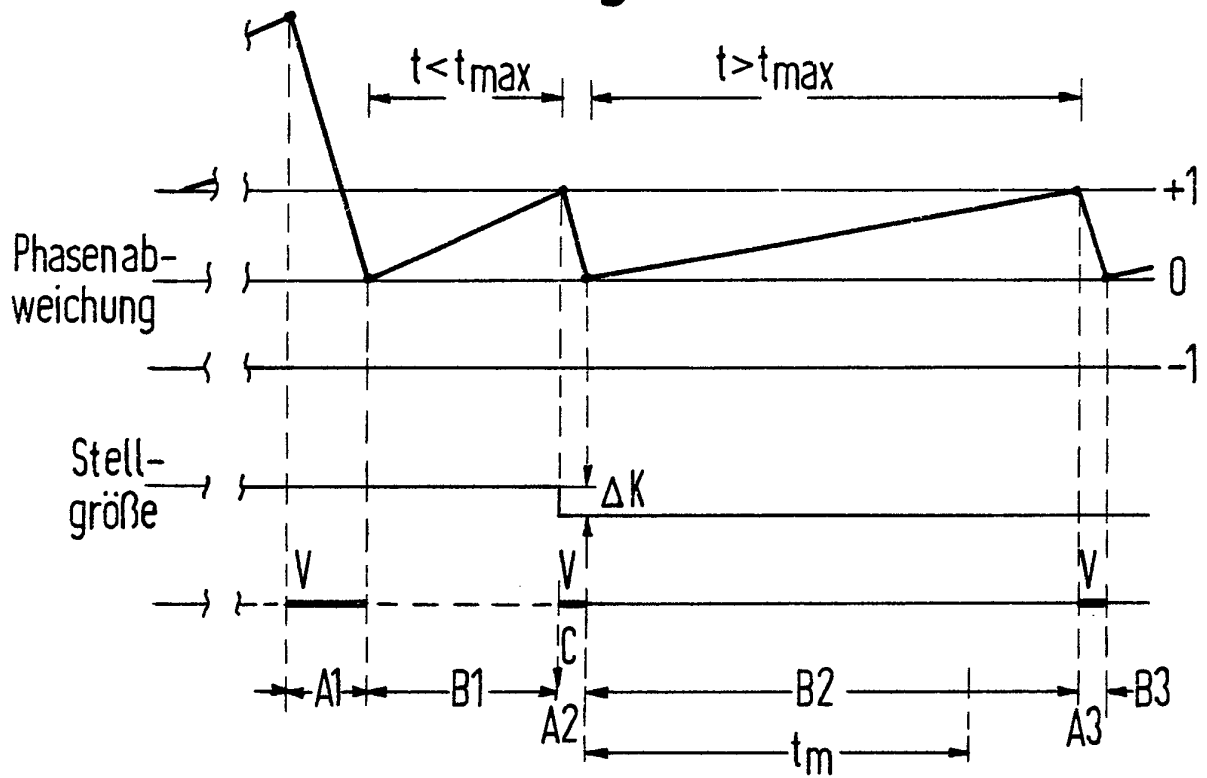


Fig.2

