



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 624 723 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05107054.8**

(22) Anmeldetag: **29.07.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **02.08.2004 DE 102004037379**

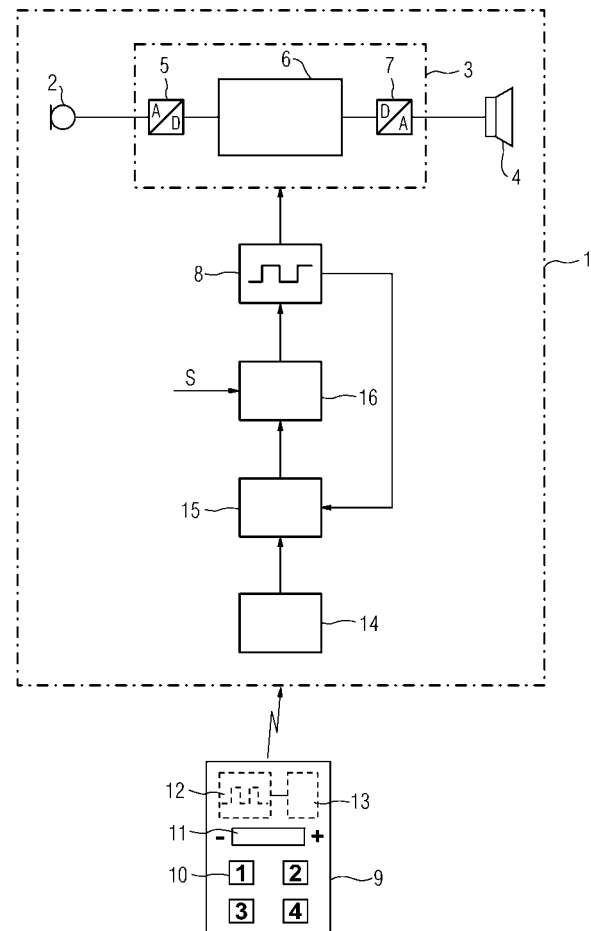
(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder: **Fischer, Eghart**
91126 Schwabach (DE)

(74) Vertreter: **Berg, Peter et al**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) Stabilisierung des Systemtaktes bei einem Hörhilfegerät

(57) Aufgrund der angestrebten Miniaturisierung von digitalen Hörhilfegeräten (1) kann zur Erzeugung des Systemtaktes kein Quarz verwendet werden. Die daraus resultierende Ungenauigkeit des Systemtaktes ist für bestimmte Filter-Anwendungen nicht tolerabel. Es wird daher vorgeschlagen, den Sollwert (S) der Taktfrequenz des von einem Taktgenerator (8) abgegebenen Systemtaktes mittels eines extern erzeugten Taktsignals genauer einzuhalten. Das z.B. in einer Fernbedienung (9) für das Hörhilfegerät erzeugte und drahtlos auf das Hörhilfegerät (1) übertragbare externe Taktsignal wird zur Überprüfung und ggf. Nachjustierung des Systemtaktes des Hörhilfegerät (1) verwendet. Damit kann zumindest über längere Zeitabschnitte auch ohne die Verwendung eines Quarzes im Hörhilfegerät (1) ein verhältnismäßig genauer und stabiler Systemtakt eingehalten werden.



EP 1 624 723 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hörhilfegerät mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Eingangssignal, einer Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Eingangssignals, einem Ausgangswandler zum Erzeugen eines von einem Benutzer als akustisches Signal wahrnehmbaren Ausgangssignals und einem Taktelement zum Erzeugen eines Systemtakts, wobei die tatsächliche Systemtaktfrequenz von einer vorgegebenen Systemtaktfrequenz bauteilbedingt innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz abweicht. Ferner betrifft die Erfindung ein Hörhilfegerätesystem mit einem derartigen Hörhilfegerät und einem externen Sender. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hörhilfegerätes.

[0002] In hinter oder in dem Ohr tragbaren digitalen Hörhilfegeräten kann aufgrund der angestrebten Miniatursierung der Systemtakt nicht mit einem Quarz, sondern lediglich mit einem Oszillator erzeugt werden, da eine Quarzsteuerung zu viel Platz beanspruchen würde. Durch höhere, zum Teil temperaturabhängige Bauteiltoleranzen beträgt die Schwankungsbreite, innerhalb der die Taktfrequenz der Hörhilfegeräte von einem vorgegebenen Sollwert abweichen kann, daher $\pm 5\%$, das heißt, bei nominell 20 KHz Taktfrequenz kann der tatsächliche Wert zwischen 19 KHz und 21 KHz liegen. Dies stellt vor allem für Filter ein Problem dar, die rein akustisch/physikalische Phänomene, z.B. Hörerresonanzen, Effekte durch den Schallschlauch und ähnliches modifizieren sollen. Die Parameter dieser Filter, z.B. der Frequenzgang, sind bei einer digitalen Realisierung direkt abhängig von der Abtastrate des Eingangssignals und damit von der Taktfrequenz. Soll z.B. eine schmale Hörerresonanz bei physikalisch durch den Hörer gegebenen 8 KHz mit einem digitalen Filter gedämpft werden, so würde eine ungenaue Abtastrate nur Angaben für einen Ziel-Frequenzbereich von 8 KHz $\pm 5\%$, also 7,6 KHz bis 8,4 KHz erlauben. Dies ist jedoch zu ungenau. Aus dem genannten Grund werden derartige Filter bisher nicht eingesetzt.

[0003] Aus der DE 100 48 341 C1 ist ein Hörgerät bekannt, bei dem eine automatische Auswahl des aktiven Hörprogramms in Abhängigkeit von der Tageszeit erfolgt. Das Hörgerät ist hierfür mit einer internen Uhr ausgestattet. Zur genauen und komfortablen Einstellung der aktuellen Uhrzeit ist das Hörgerät vorzugsweise zum Empfang eines externen Zeitsignals (z.B. DCF 77) eines Zeitsignalsenders ausgebildet. Eine manuelle Einstellung der Uhrzeit, z. B. zur Umstellung zwischen Sommerzeit und Winterzeit, entfällt damit.

[0004] Aus der EP 1 104 645 B1 ist ein Hörgerät mit einem Mikrofon, einer Signalverarbeitungseinheit, einem Hörer und einem Detektorelement zur Ermittlung von elektromagnetischen Störsignalen bekannt, wobei in in

Abhängigkeit von den erkannten Störsignalen konfigurierbares Filterelement zur Unterdrückung der Störsignale vorhanden ist. Das bekannte Hörgerät ist in digitaler Schaltungstechnik ausgeführt und weist hierfür einen Taktgenerator auf. Bei einem erkannten, getakteten Störsignal wird die bisherige Taktfrequenz durch die Taktfrequenz des Störsignals oder eines Vielfachen dieser Taktfrequenz ersetzt. Die Taktfrequenz ist somit von der Taktfrequenz des Störsignals bestimmt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einem digitalen Hörhilfegerät die Schwankungsbreite einer vorgegebenen Taktfrequenz zu verringern.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Hörhilfegerät einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Eingangssignal, einer Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Eingangssignals und einem Ausgangswandler zum Erzeugen eines von einem Benutzer als akustisches Signal wahrnehmbaren Ausgangssignals und mit einem Taktelement zum Erzeugen eines Systemtakts, wobei die tatsächliche Systemtaktfrequenz bauteilbedingt innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz abweicht, gelöst durch ein extern erzeugtes, im Hörhilfegerät empfangbares, periodisches elektromagnetisches Signal zur Stabilisierung der tatsächlichen Systemtaktfrequenz, das derart verwendbar ist, dass sich die Abweichung der tatsächlichen Systemtaktfrequenz von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz verringert.

[0007] Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Eingangssignal, einer Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Eingangssignals und einem Ausgangswandler zum Erzeugen eines von einem Benutzer als akustisches Signal wahrnehmbaren Ausgangssignals und mit einem Taktelement zum Erzeugen eines Systemtakts, wobei die tatsächliche Systemtaktfrequenz von einer vorgegebenen Systemtaktfrequenz bauteilbedingt innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz abweicht, mit folgenden Schritten:

- Empfang eines periodischen elektromagnetischen Signals eines externen Senders, dessen Periode bekannt ist,
- Zählen der tatsächlichen Taktimpulse des Systemtaktes des Hörhilfegerätes während wenigstens einer Periode des von dem externen Sender abgegebenen Signals,
- Vergleich des Zählergebnisses mit einem Sollwert
- Nachjustieren des Systemtakts zur Angleichung der tatsächlichen Anzahl der Taktimpulse während einer Periode des von dem externen Sender abgegebenen Signals mit dem Sollwert.

[0008] Bei einem Hörhilfegerät wird mittels eines Eingangswandlers ein Eingangssignal aufgenommen und in ein elektrisches Eingangssignal überführt. Üblicherweise dient als Eingangswandler wenigstens ein Mikrofon, welches ein akustisches Eingangssignal aufnimmt. Moderne Hörhilfegeräte umfassen häufig ein Mikrophonsystem mit mehreren Mikrofonen, um einen von der Einfallrichtung akustischer Signale abhängigen Empfang, eine Richtcharakteristik, zu erreichen. Die Eingangswandler können jedoch auch eine Telefonspule oder eine Antenne umfassen zur Aufnahme elektromagnetischer Eingangssignale. Die durch den Eingangswandler in elektrische Eingangssignale gewandelten Eingangssignale werden zur Weiterverarbeitung und Verstärkung einer Signalverarbeitungseinheit zugeführt. Die Weiterverarbeitung und Verstärkung erfolgt zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes eines Hörhilfegeräteträgers in der Regel in Abhängigkeit der Signalfrequenz. Die Signalverarbeitungseinheit gibt ein elektrisches Ausgangssignal ab, welches über einen Ausgangswandler dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführt wird, so dass dieser das Ausgangssignal als akustisches Signal wahrnimmt. Als Ausgangswandler werden üblicherweise Hörer verwendet, die ein akustisches Ausgangssignal erzeugen. Es sind jedoch auch Ausgangswandler zur Erzeugung mechanischer Schwingungen bekannt, die direkt bestimmte Teile des Gehörs, wie beispielsweise die Gehörknöchelchen, zu Schwingungen anregen. Weiterhin sind Ausgangswandler bekannt, die direkt Nervenzellen des Gehörs stimulieren.

[0009] Das Hörhilfegerät gemäß der Erfindung ist in digitaler Schaltungstechnik ausgeführt und umfasst daher ein Taktelement zum Erzeugen des Systemtakts. Da aufgrund der angestrebten Miniaturisierung von Hörhilfegeräten ein Quarz nicht verwendet werden kann, wird bei dem Hörhilfegerät gemäß der Erfindung ein gewöhnlicher Oszillator verwendet. Dieser hat jedoch den Nachteil, dass eine vorgegebene Systemtaktfrequenz tatsächlich nur mit einer Abweichung von ca. $\pm 5\%$ von dem vorgegebenen Wert erreicht werden kann. Da diese Abweichung für die Anwendung bestimmter Filter nicht akzeptabel ist, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, ein genaueres, z.B. mit einem Quarz stabilisiertes, externes Taktsignal zur Stabilisierung des internen Systemtakts zu verwenden. Dieses Taktsignal wird in einem externen Gerät, beispielsweise einer Fernbedienung für das Hörhilfegerät, erzeugt und als elektromagnetisches Signal drahtlos auf das Hörhilfegerät übertragen. Ist die Taktfrequenz dieses externen Taktes bekannt, so kann damit die Taktfrequenz des Hörhilfegerätes verglichen und nachjustiert werden. Die Abweichung von dem vorgegebenen Wert wird dadurch deutlich kleiner als $\pm 5\%$, beispielsweise nur noch $\pm 0,5\%$. Durch den stabilisierten Takt mit der dadurch erreichten, geringen Abweichung der Taktfrequenz von dem Sollwert lassen sich dann im Hörhilfegerät realisierte digitale Filter sehr viel genauer einstellen.

[0010] Zur Erzeugung des Taktes wird bei Hörhilfege-

räten häufig ein so genannter Ringoszillator verwendet, der sich insbesondere durch einen geringen Stromverbrauch auszeichnet. Dieser ist im Wesentlichen aus mehreren hintereinander geschalteten Invertern aufgebaut, wobei der Ausgang des letzten Inverters der Kette auf den Eingang des ersten Inverters rückgekoppelt ist. Die Feinjustierung des Taktes erfolgt dabei über eine einstellbare Stromquelle, welche die Inverter mit Strom versorgt. Der Strom dieser Stromquelle wird üblicherweise nach der Herstellung eines Hörhilfegerätes einmal eingestellt. Durch die Umgebungstemperatur, Alterungseinflüsse, Bauteiltoleranzen usw. kommt es jedoch während des Betriebes des Hörhilfegerätes zu den genannten Abweichungen von bis zu $\pm 5\%$ vom eingestellten Sollwert. Im Zusammenhang mit der Erfindung wird bei dieser Methode der Takterzeugung die Stromquelle während des Betriebs des Hörhilfegeräts nachjustiert.

[0011] Die Erfindung ist nicht auf den beispielhaft genannten Ringoszillator zur Takterzeugung beschränkt. Vielmehr ist dem Fachmann eine Vielzahl weiterer Methoden zur Takterzeugung bei Hörhilfegeräten bekannt. Auch bei den bekannten weiteren Methoden kann in der Regel durch steuerbare Strom- oder Spannungsquellen, Widerstände, Kapazitäten oder Induktivitäten die Taktfrequenz nachjustiert werden.

[0012] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht eine Quarz-Armbanduhr als externen Sender vor, die zusätzlich mit einer Sendeeinheit versehen ist. Diese bedarf gegenüber einer herkömmlichen Quarz-Armbanduhr nur geringfügiger Modifikationen und kann unauffällig in der für diese Anwendung notwendigen Entfernung zu dem Hörhilfegerät getragen werden.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein in vielen Ländern ausgesendetes Zeitsignal für Funkuhren, in Deutschland das DCF77-Zeitsignal, als externes Taktsignal verwendet, um damit den hörhilfegeräteinternen Systemtakt zu stabilisieren. Ein derartiges Zeitsignal wird in vielen Ländern flächendeckend und mit sehr großer Genauigkeit der Taktperioden ausgestrahlt. Auch entsprechende Empfänger sind preiswert verfügbar.

[0014] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, zum Nachjustieren des Systemtaktes eine Mittelung über mehrere Zählungen der tatsächlichen Taktimpulse des Hörhilfegeräte-Taktes während wenigstens einer Periode des externen Taktsignals und die entsprechenden Vergleiche mit dem Sollwert durchzuführen. Damit lässt sich eine noch genauere Einstellung des Systemtaktes erreichen. Störungen beim Empfang des externen Signals werden dadurch ausgeglichen.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt die Figur ein Hörhilfegerät 1 mit einem Mikrofon 2 zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit 3 zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Signals und einem Hörer 4 zur Wandlung des verarbeiteten und verstärkten Signals in

ein akustisches Ausgangssignal, das dem Gehör eines Hörhilfegeräteträgers zugeführt wird. Die Signalverarbeitungseinheit 3 im Ausführungsbeispiel ist in digitaler Schaltungstechnik ausgeführt und umfasst daher einen A/D-Wandler 5 zur Wandlung des elektrischen Eingangssignals in ein digitales Eingangssignal sowie einen D/A-Wandler 7 zur Wandlung des verarbeiteten, digitalen Signals in ein analoges Ausgangssignal. Dazwischen erfolgt die Signalverarbeitung in einer in digitaler Schaltungstechnik realisierten Signalverarbeitungseinheit 6.

[0016] Die digitalen Bauelemente des Hörhilfegerätes 1 werden durch einen Taktgenerator 8 getaktet. Durch Frequenzvervielfältiger können einzelne Bauteile auch mit Vielfachen dieser Taktfrequenz getaktet sein. Da der Taktgenerator lediglich einen einfach aufgebauten Oszillator und keinen Quarz enthält, kann die vorgegebene Taktfrequenz mit einer maximalen Abweichung von +/- 5% von dem vorgegebenen Sollwert eingehalten werden. Diese Schwankungsbreite ist für bestimmte, in der digitalen Signalverarbeitungseinheit 6 enthaltene digitale Filter jedoch zu hoch.

[0017] Die von dem Taktgenerator 8 erzeugte Taktfrequenz wird gemäß der Erfindung derart stabilisiert werden, dass zumindest zeitweise die Abweichung von bis zu +/- 5% vom Sollwert wesentlich eingeschränkt wird. Hierfür dient im Ausführungsbeispiel eine Fernbedienung 9 zur Fernbedienung des Hörhilfegerätes 1. Diese umfasst die mit "1" bis "4" beschrifteten Programmwahltasten 10 zur Anpassung der Signalverarbeitung im Hörhilfegerät 1 an unterschiedliche Hörumgebungen sowie eine Lautstärke-Schaltwippe 11 zur Lautstärkeeinstellung. Neben diesen üblichen Komponenten einer Fernbedienung umfasst die Fernbedienung 9 im Ausführungsbeispiel einen Taktgenerator 12, der einen Quarz 13 umfasst. Die Taktfrequenz kann damit sehr genau eingehalten werden. Die Periode der Taktimpulse, die von der Fernbedienung 1 erzeugt und abgestrahlt werden, ist vorzugsweise sehr lang, beispielsweise 10 sec. Dadurch wird zum Senden des Taktsignals kaum Energie benötigt. Das Hörhilfegerät 1 umfasst seinerseits eine Empfangseinheit 14 zum Empfang des von der Fernbedienung 9 abgegebenen Taktsignals. Das externe Taktsignal wird schließlich einem Zähler 15 zugeführt, der die Anzahl der Takte des Taktgenerators 8 während einer Periode des externen Taktsignals zählt. Z.B. erreicht der Zähler 15 während einer Periode des externen Taktsignals von 10 sec einen Zählerstand von 210.000. Bei einem Sollwert der Systemtaktfrequenz von 20 KHz müsste der Zählerstand nach 10 sec jedoch 200.000 betragen. Die Taktfrequenz des Taktgenerators 8 wird daher entsprechend nachjustiert. Hierfür ist im Hörhilfegerät 1 eine Vergleichs-Steuereinheit 16 vorhanden, in die neben dem Zählerstand auch ein Sollwert S eingeht. Aus dem Vergleich des Zählerstandes mit dem Sollwert erzeugt die Vergleichs- und Steuereinheit 16 ein Steuersignal zur Verlangsamung der Taktfrequenz des Taktgenerators 8.

[0018] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfin-

dung wird der Zählerstand über mehrere Perioden des externen Taktsignals gemittelt, bevor ein Steuersignal zur Korrektur der Taktfrequenz des Taktgenerators 8 erzeugt wird. Dadurch wird eine noch genauere Einstellung des Systemtaktes des Hörhilfegerätes 1 erreicht. Insbesondere werden Störungen beim Empfangen des Externen Taktsignals ausgeglichen.

10 Patentansprüche

1. Hörhilfegerät (1) mit einem Eingangswandler (2) zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Eingangssignal, einer Signalverarbeitungseinheit (3) zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Eingangssignals und einem Ausgangswandler (4) zum Erzeugen eines von einem Benutzer als akustisches Signal wahrnehmbaren Ausgangssignals und mit einem Taktelement (8) zum Erzeugen eines Systemtakts, wobei die tatsächliche Systemtaktfrequenz von einer vorgegebenen Systemtaktfrequenz bauteilbedingt innerhalb einer bestimmten Schwan-
kungsbreite von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz abweicht, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein extern erzeugtes, im Hörhilfegerät (1) empfangbares periodisches elektromagnetisches Signal zur Stabilisierung der tatsächlichen Systemtaktfrequenz verwendbar ist, derart, dass sich die Abweichung der tatsächlichen Systemtaktfrequenz von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz verringert.
2. Hörhilfegerätesystem (1, 9) mit einem Hörhilfegerät (1) nach Anspruch 1 und einem externen Sender (9) zum Erzeugen des periodischen elektromagnetischen Signals.
3. Hörhilfegerätesystem (1, 9) nach Anspruch 2, wobei der externe Sender (9) zum Erzeugen des periodischen elektromagnetischen Signals als Fernbedienung (9) für das Hörhilfegerät (1) mit Zusatzfunktionalität ausgebildet ist.
4. Hörhilfegerätesystem (1, 9) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der externe Sender einen Quarz zum Erzeugen des periodischen elektromagnetischen Signals umfasst.
5. Hörhilfegerätesystem (1, 9) nach Anspruch 4, wobei der externe Sender als Quarz-Armbanduhr mit Zusatzfunktionalität ausgebildet ist.
6. Hörhilfegerätesystem (1, 9) nach Anspruch 2, wobei der externe Sender als Zeitsignal-Sender für Funkuhren ausgebildet ist.
7. Hörhilfegerätesystem nach Anspruch 6, wobei der externe Zeitsignal-Sender ein DCF77-Zeitsignal ab-

gibt.

8. Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes (1) mit einem Eingangswandler (2) zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Eingangssignal, einer Signalverarbeitungseinheit (3) zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Eingangssignals und einem Ausgangswandler (4) zum Erzeugen eines von einem Benutzer als akustisches Signal wahrnehmbaren Ausgangssignals und mit einem Taktelement (8) zum Erzeugen eines Systemtakts, wobei die tatsächliche Systemtaktfrequenz von einer vorgegebenen Systemtaktfrequenz bauteilbedingt innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite von der vorgegebenen Systemtaktfrequenz abweicht, mit folgenden Schritten:
- Empfang eines periodischen elektromagnetischen Signals eines externen Senders (9), dessen Periode bekannt ist,
 - Zählen der tatsächlichen Taktimpulse des Systemtaktes des Hörhilfegerätes (1) während wenigstens einer Periode des von dem externen Sender (9) abgegebenen Signals,
 - Vergleich des Zählergebnisses mit einem Sollwert (S)
 - Nachjustieren des Systemtakts zur Angleichung der tatsächlichen Anzahl der Taktimpulse während einer Periode des von dem externen Sender (9) abgegebenen Signals mit dem Sollwert (S).
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zum Nachjustieren eine Mittelung über mehrere Zählungen und Vergleiche erfolgt.

40

45

50

55

