

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Februar 2006 (16.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/015677 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01R 29/26**
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/007495
(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juli 2005 (11.07.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 037 577.1 3. August 2004 (03.08.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mühlendorfstrasse 15, 81671 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ROTH, Alexander** [DE/DE]; Hampersdorf 9, 84405 Dorfen (DE).

(74) Anwalt: **KÖRFER, Thomas et al.**; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, Postfach 33 06 09, 80066 München (DE).

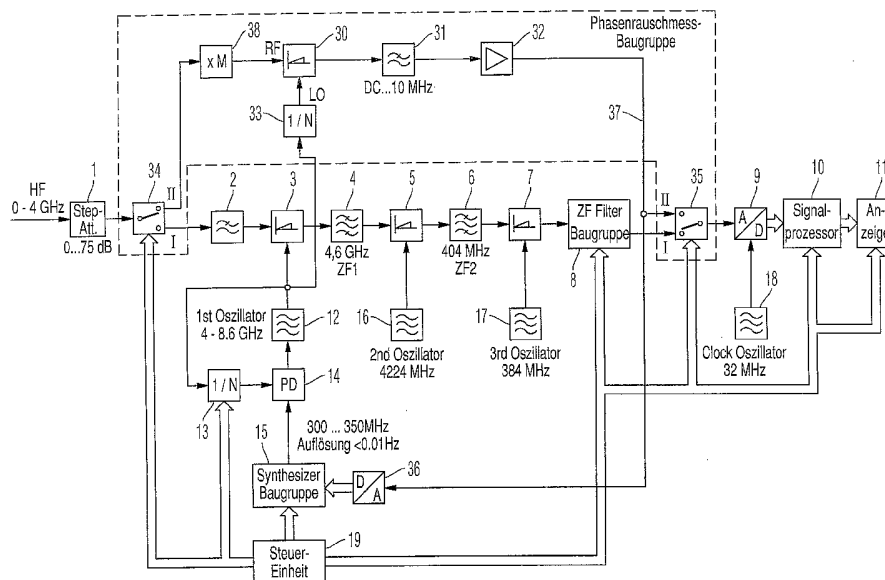
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MEASURING THE PHASE JITTER OF A HIGH-FREQUENCY SIGNAL, AND MEASURING UNIT FOR CARRYING OUT THIS METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM MESSEN DES PHASENRAUSCHENS EINES HOCHFREQUENZSIGNALS UND MESSGERÄT ZUM AUSFÜHREN DIESES VERFAHRENS



(57) Abstract: In order to measure the phase jitter of a high-frequency signal, a spectrum analyzer is used. The high-frequency signal (HF) to be measured is either multiplied (38) by M and/or the output frequency of the variable frequency oscillator (12-15) of the spectrum analyzer is divided (33) by N, and both signals are set to the same frequency and mixed in a mixer (30). The output signal of the mixer is then evaluated in the preferably digital evaluating device (10) of the spectrum analyzer according to the Fast Fourier Transformation principle. To this end, the spectrum analyzer requires only one additional mixer, frequency divider and/or frequency multiplier.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/015677 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Zum Messen des Phasenrauschens eines Hochfrequenzsignals wird ein Spektrumanalysator benutzt, wobei das zu messende Hochfrequenzsignal (HF) entweder um M vervielfacht (38) und/oder die Ausgangsfrequenz des durchstimmbaren Oszillators (12-15) des Spektrumanalysators um N geteilt (33) und beide Signale auf gleiche Frequenz geregelt und in einem Mischer (30) gemischt werden. Das Ausgangssignal des Mixers wird dann in der vorzugsweise digitalen Auwerteinrichtung (10) des Spektrumanalysators nach dem Prinzip der Fast-Fourier-Transformation ausgewertet. Der Spektrumanalysator benötigt hierfür nur einen zusätzlichen Mischer, Frequenzteiler und/oder Frequenzvervielfacher.

**Verfahren zum Messen des Phasenrauschens eines
Hochfrequenzsignals und Meßgerät zum Ausführen dieses
Verfahrens**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen des Phasenrauschens eines Hochfrequenzsignals mittels eines Spektrumanalysators sowie ein Meßgerät zum Ausführen dieses Verfahrens.

10

Zum Messen des Phasenrauschens eines Hochfrequenzsignals, beispielsweise des Ausgangssignals eines Oszillators, wird bisher meist ein Meßplatz benutzt, der aus mehreren relativ teuren und schwierig zu bedienenden Einzelgeräten besteht, meist einem Signalgenerator, einem Spektrumanalysator zur Niederfrequenz-Fast-Fourier-Transformation (FFT), einem Steuerrechner sowie einem zusätzlichen Mischer. Zur Phasenrauschmessung wird das zu messende Hochfrequenzsignal mit einem im Signalgenerator erzeugten Vergleichssignal gleicher Frequenz gemischt. Der Mischer liefert damit ein Ausgangssignal, das die Differenzfrequenz zwischen dem zu messenden Hochfrequenzsignal und dem Vergleichssignal ist und damit ein Maß für das Phasenrauschen darstellt. Die Auswertung dieses Differenzfrequenzsignals erfolgt nach Verstärkung in einem rauscharmen Verstärker mit Hilfe des FFT-Spektrumanalysators. Durch das Mischen der beiden Signale auf 0 Hz wird eine eventuell vorhandene AM-Modulation des Signals unterdrückt, da sich die beiden gleichphasigen Seitenbänder auslöschen. Bei Frequenzmodulation (FM) des zu messenden Hochfrequenzsignals sind die Seitenbänder gegenphasig, ihr Beitrag addiert sich daher im Mischer.

Ein solcher bekannter Meßplatz zum Messen von Phasenrauschen unterscheidet somit zwischen AM- und FM-Rauschen und erlaubt auch das Vermessen von guten Oszillatoren. Es setzt jedoch einen sehr guten rauscharmen Signalgenerator im entsprechenden Frequenzbereich voraus. Häufig ist noch ein HF-Spektrumanalysator erforderlich, um

das Meßsignal in der Frequenz zu bestimmen, und ein Oszilloskop, um die Synchronisation zu prüfen. Ein solcher bekannter Meßplatz ist daher relativ aufwendig, teuer und schwierig zu bedienen.

5

Das Phasenrauschen kann im Prinzip auch mit einem Spektrumanalysator gemessen werden. Der klassische Spektrumanalysator kann jedoch nicht zwischen AM- und FM-Modulation unterscheiden. Bei einem Oszillator soll aber
10 im allgemeinen nur der FM-Anteil gemessen werden. Bei modernen Spektrumanalysatoren mit digitaler Auswertung der letzten Zwischenfrequenz kann zwar die AM- und FM-Modulation getrennt gemessen werden. Der Dynamik-Bereich der verwendeten A/D-Wandler ist jedoch nicht ausreichend,
15 um auch gute rauscharme Oszillatoren zu messen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein einfaches Verfahren aufzuzeigen, nach dem mittels eines üblichen Spektrumanalysators eine Phasenrauschmessung mit einer
20 Qualität durchführbar ist, wie sie bisher nur mit teuren Meßplätzen möglich ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein einfaches und preiswertes Meßgerät zum Ausführen eines solchen Verfahrens aufzuzeigen.

25 Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren laut Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Bezüglich des Meßgeräts wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen insbesondere bezüglich eines einfach zu
30 bedienenden Meßgeräts für die Ausführung eines solchen erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung kann mit einer einfachen zusätzlichen
35 Baugruppe (Mischer, Frequenzvervielfacher und/oder Frequenzteiler sowie Umschalter) ein üblicher Spektrumanalysator mit der heute üblichen digitalen Auswertung zu einem hochwertigen Phasenrauschanalysator erweitert werden, der in einem einzigen Geräte alle

Meßfunktionen eines Phasenrausch-Meßplatzes und eines Spektrumanalysators vereint und der es bei einfachster Bedienung ohne zusätzlichen Signalgenerator ermöglicht, auch gute rauscharme Oszillatoren bezüglich Phasenrauschen zu messen. Das erfindungsgemäße Meßverfahren besitzt
5 bezüglich Grundrauschen eine hohe Meßdynamik und liefert außerdem gute Werte für das trägernähe Phasenrauschen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird beispielsweise die Ausgangsfrequenz des durchstimbaren ersten Oszillators des Spektrumanalysators, die im Spektrumanalysatorbetrieb oberhalb des Eingangsfrequenzbereiches liegt, in der Betriebsart "Phasenrauschmessung" durch einen Frequenzteiler geteilt, so daß deren Phasenrauschen um
10 20·logN (N=Teilungsfaktor des Frequenzteilers) verbessert und hierdurch die gewünschte Qualität erreicht wird.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, das bezüglich Phasenrauschen zu messende Hochfrequenzsignal durch einen Frequenzvervielfacher (Vervielfachungsfaktor M) in der
20 Frequenz zu vervielfachen und entweder mit der ungeteilten oder mit einer in der Frequenz geteilten Ausgangsfrequenz des durchstimbaren ersten Oszillators zu mischen, auch hierdurch wird die gewünschte Meßqualität erreicht.
25 Frequenzvervielfachung M und Frequenzteilung N werden vorzugsweise so gewählt und aufeinander abgestimmt, daß deren schaltungstechnische Realisierung am einfachsten wird und trotzdem die gewünschte Meßqualität erreicht wird. Frequenzvervielfacher und Frequenzteiler sind
30 insbesondere in ihren Faktoren M bzw. N einstellbar, am zweckmäßigsten auf ganzzahlige Vielfache.

Trotz dieser Umschaltmöglichkeit auf eine hochwertige Phasenrauschmessung bleibt die Funktionalität des dazu
35 ergänzten Spektrumanalysators voll erhalten und kann wie üblich beispielsweise dazu benutzt werden, ein unbekanntes Eingangssignal in Bezug auf Frequenz und Pegel zu analysieren.

Für eine anschließende Phasenrauschmessung ist es nur erforderlich, die im Spektrumanalysator vorhandenen Baugruppen in ähnlicher Weise zusammenzuschalten, wie dies beim eingangs erwähnte klassischen Phasenrauschmeßplatz
5 üblich ist. Im Prinzip kann jeder Spektrumanalysator gemäß der Erfindung zum Phasenrauschanalysator ergänzt werden, auch solche mit analoger FFT-Auswertung. Besonders geeignet hierfür sind jedoch moderne Spektrumanalysatoren mit digitaler Auswertung in der letzten Zwischenfrequenz.

10

Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt

15 Fig. 1 das Blockschaltbild eines erfindungsgemäß verwendbaren Spektrumanalysators.

Die einzelnen Baugruppen des Spektrumanalysators sind in der Fig. 1 mit den Bezugszeichen 1 bis 19 bezeichnet. Die
20 zusätzlichen Baugruppen, durch die dieser Spektrumanalysator zu einem Meßgerät zum Messen des Phasenrauschens ergänzt werden, sind mit Bezugszeichen größer als 30 bezeichnet.

25 Bei Betrieb des Meßgeräts als Spektrumanalysator wird das hochfrequente Eingangssignal HF über einen einstellbaren Abschwächer 1 und den die Schaltstellung I einnehmenden Eingangs- Umschalter 34 dem Eingangs-Tiefpaß 2 und von dort dem Eingangs-Mischer 3 zugeführt. Der Eingangs-
30 Tiefpaß 2 sorgt für eine eindeutige Abbildung des Eingangssignals, da die erste Zwischenfrequenz ZF1 oberhalb des Eingangsfrequenzbereiches liegt. Die erste Frequenzumsetzung im Eingangs-Mischer 3 erfolgt mit der Ausgangsfrequenz eines phasengeregelten Oszillators 12,
35 dessen in einem gesteuerten Frequenzteiler 13 geteilte Ausgangsfrequenz in einem Phasenkomparator 14 mit der Ausgangsfrequenz eines Frequenzsynthesizers 15 synchronisiert ist. Der Synthesizer 15 ist über die

Steuereinheit 19 so gesteuert, daß er eine kontinuierlich sich ändernde Ausgangsfrequenz erzeugt.

Die erste Zwischenfrequenz ZF1 wird in einem Bandpaß 4 gefiltert, so daß auch bei der Frequenzumsetzung zur zweiten Zwischenfrequenz ZF2 im zweiten Mischer 5 mittels der festen Überlagerungsfrequenz eines Oszillators 16 kein Spiegelempfang entsteht. Gleiches gilt für den Bandpaß 6 in Verbindung mit dem nachfolgenden Mischer 7 und Frequenzumsetzung mittels eines festen Oszillators 17. Üblicherweise werden drei derartige Frequenzumsetzungen gewählt, um die Realisierung des Bandpasses auf der ersten Zwischenfrequenz zu vereinfachen.

Die resultierende Zwischenfrequenz ZF3 wird in einer analogen ZF-Filter-Baugruppe 8 weiterverarbeitet, die Signale werden zum einen auf einen für den nachfolgenden A/D-Wandler 9 günstigen Pegelbereich verstärkt und zum anderen auch mit einer Bandbreite vorgefiltert, die etwas größer ist als die digital realisierte Auflösebandbreite in der nachfolgenden digitalen Signalverarbeitung, um so Übersteuerungen des A/D-Wandlers 9 zu vermeiden. Die Zufuhr des Ausgangssignals von der Baugruppe 8 zum A/D-Wandler 9, der seinerseits über einen Taktgenerator 18 gesteuert ist, erfolgt in der Schaltstellung I des ausgangsseitigen Umschalters 35.

Die digitale Signalverarbeitung in der letzten Zwischenfrequenz, die z. B. bei 20 MHz liegt, ermöglicht die Realisierung beliebiger Filter, auch solcher, die in der Analogtechnik durch die begrenzte Güte und maximale Anzahl der Resonanzkreise nicht möglich ist. Diese Art der digitalen ZF-Verarbeitung bietet vor allem auch die Möglichkeit, ein Basisbandsignal, das im Frequenzbereich von 0 bis zum halben A/D-Wandler-Takt liegt, mit Hilfe der Fast-Fourier-Transformation zu analysieren. Im Betrieb als Spektrumanalysator wird so durch automatisches Durchfahren des interessierenden Eingangsfrequenzbereiches auf dem

Bildschirm 11 die Signalamplitude über der Frequenz angezeigt.

Die Steuerung der einzelnen Baugruppen zur Erzeugung der
5 in der Frequenz durchstimmbaren Oszillatorfrequenz für die
erste Frequenzumsetzung und auch für die digitale
Signalverarbeitung erfolgt in bekannter Weise über eine
zentrale Steuereinheit 19, durch die auch die beiden
Umschalter 34 und 35 gesteuert sind.

10

Bei Betrieb des Meßgeräts zum Messen des Phasenrauschens
eines Eingangssignals HF, beispielsweise der
Ausgangsfrequenz eines Oszillators, werden gesteuert durch
die Steuereinheit 19 die beiden Umschalter 34 und 35 in
15 die Schaltstellung II umgeschaltet. Das Eingangssignal HF
wird dadurch nach Durchlaufen des Abschwächers 1 dem
Eingang eines zusätzlichen Mischers 30 zugeführt, dem als
Überlagerungsfrequenz L0 die Ausgangsfrequenz des in der
Frequenz durchstimmbaren ersten Oszillators 12 bis 15
20 geteilt durch den Teilungsfaktor N eines Frequenzteilers
33 zugeführt wird. Durch die Frequenzteilung im Teiler 33
wird das Phasenrauschen des ersten
Überlagerungsoszillators so verbessert, daß er gleich gut
wie ein üblicher Signalgenerator ist, wie er bisher bei
25 den eingangs erwähnten Meßplätzen benutzt wird.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Eingangssignal
HF über einen Frequenzmultiplizierer 38 um den Faktor M zu
vervielfachen und im Mischer 30 entweder mit der
30 ungeteilten Ausgangsfrequenz des ersten Oszillators 12
oder mit der in der Frequenz um den Faktor N geteilten
Ausgangsfrequenz dieses ersten Oszillators zu mischen.
Durch einen solchen Frequenzvervielfacher wird in der
Praxis eine bessere Meßdynamik in Bezug auf Phasenrauschen
35 in großem Trägerabstand (größer als 1 MHz) erreicht, da
ein solcher Frequenzvervielfacher im Vergleich zu einem
Frequenzteiler rauscharmer realisiert werden kann. In der
Ansteuerung und in der Auswertung ergibt sich kein großer
Unterschied zwischen einer Phasenrauschmessung auf der

Grundwelle oder auf einer Oberwelle, es muß bei der Auswertung im Prozessor das Meßergebnis nur um den Vervielfachungsfaktor mit $20 \times \log M$ korrigiert werden. Je nach Frequenzbereich wird entweder nur mit einem
5 Frequenzvervielfacher oder nur mit einem Frequenzteiler oder mit beiden Möglichkeiten gleichzeitig das erfindungsgemäße Verfahren angewendet. Sowohl der Frequenzteiler 33 als auch der Frequenzvervielfacher 38 sind vorzugsweise auf ganzzahlige Faktoren einstellbar.

10

Für eine Phasenrauschmessung muß die Frequenz des zu messenden Hochfrequenzsignals HF entweder bekannt sein, wenn nicht kann sie beispielsweise vor Beginn der Messung mit dem gleichen Meßgerät im Spektrumanalysatorbetrieb
15 (Schalterstellung I) gemessen werden. Zu Beginn der Messung wird je nach Größe des zu messenden Hochfrequenzsignals HF der Vervielfachungsfaktor M des Frequenzvervielfachers 38 und/oder der Teilungsfaktor N des Frequenzteilers 33 so eingestellt, daß mit der am
20 ersten Oszillator einstellbaren Ausgangsfrequenz jeweils Frequenzgleichheit der beiden dem Mischer 30 zugeführten Überlagerungsfrequenzen erreicht wird. Bei Beginn der Phasenrauschmessung reicht eine grobe Übereinstimmung der Frequenzen aus. Wenn beispielsweise sowohl ein
25 Frequenzvervielfacher 38 als auch ein Frequenzteiler 33 vorhanden ist - was nicht zwingend notwendig ist, es ist in manchen Anwendungsfällen durchaus ausreichend, entweder nur einen Frequenzvervielfacher oder nur einen Frequenzteiler vorzusehen - und es soll beispielsweise das
30 Phasenrauschen eines Oszillators mit der Ausgangsfrequenz HF von 100 MHz gemessen werden, so wird beispielsweise der Frequenzvervielfacher auf einen Vervielfachungsfaktor $M = 8$ und der Frequenzteiler 33 auf einen Teilungsfaktor $N = 10$ eingestellt, der erste Oszillator 12 kann dann auf 8
35 GHz eingestellt werden, so daß die dem Mischer 30 zugeführten beiden Frequenzen RF und LO jeweils 800 MHz betragen.

Nach grober Einstellung der Frequenz des ersten Oszillators wird anschließend über einen Regelkreis 37 die Ausgangsfrequenz des ersten Oszillators so geregelt, daß die Ausgangsfrequenz des Mixers 30 0 Hz beträgt. Der
5 Regelkreis 37 steuert über einen A/D-Wandler 36 den Synthesizer 15 so, daß die Ausgangsspannung des Mixers 30 auf einem Ausgangspegel von 0 V gehalten wird. Das auf 0 Hz herabgemischte Ausgangssignal des Mixers 30 durchläuft einen Tiefpaß 31 und wird in einem möglichst
10 rauscharmen Verstärker 32 verstärkt.

Über den steuerbaren Einfluß des A/D-Wandlers 36 auf die Synthesizerfrequenz kann die Regelbandbreite eingestellt werden. Da dieser Regelkreis 37 große Spannungen am
15 Ausgang des Mixers 30 vermeidet, spielt bei ausreichender Verstärkung durch den Verstärker 32 das Eigenrauschen des A/D-Wandlers 9 bei der anschließenden FFT-Auswertung für die erreichbare Meßdynamik keine Rolle.

20 Das Ausgangssignal des Verstärkers 32 wird über die Schaltstellung II des Ausgangs-Umschalters 35 dem A/D-Wandler 9 zugeführt und wird im Signalprozessor 10 nach dem Prinzip der Fast-Fourier-Transformation bezüglich Phasenrauschen ausgewertet, das Ergebnis wird am
25 Bildschirm 11 angezeigt. Da bei dieser Phasenrauschmessung das Eingangssignal auf 0 Hz herabgemischt wird, wird auch eine eventuelle Amplitudenmodulation unterdrückt, so daß wie bei einem üblichen Meßplatz beispielsweise nur das FM-Rauschen eines Oszillators gemessen werden kann. Die FFT-
30 Auswertung erfolgt in bekannter Weise wie bei einem üblichen Meßplatz.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Sämtliche vorstehend
35 beschriebenen Merkmale sind beliebig miteinander kombinierbar.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Messen des Phasenrauschens eines
Hochfrequenzsignals mittels eines Spektrumanalysators, der
einen in der Frequenz durchstimbaren Oszillator zur
ersten Frequenzumsetzung und eine Einrichtung zum
Auswerten des Signals der letzten Zwischenfrequenz nach
10 dem Prinzip der Fast-Fourier-Transformation aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
daß das zu messende Hochfrequenzsignal um M vervielfacht
und/oder die geteilte Ausgangsfrequenz des durchstimbaren
Oszillators des Spektrumanalysators durch N geteilt auf
15 gleiche Frequenz geregelt in einem Mischer gemischt werden
und das Ausgangssignal dieses Mixers in der
Auswerteinrichtung des Spektrumanalysators ausgewertet
wird.
- 20 2. Meßgerät, das wahlweise zur Spektrumanalyse oder zum
Messen des Phasenrauschens eines Hochfrequenzsignals
benutzbar ist, zum Ausführen eines Verfahrens nach
Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
25 mindestens eine Zwischenfrequenz-Überlagerungsstufe (3,
12-15; 5, 16; 7, 17),
einen in der Frequenz durchstimbaren ersten Oszillator
(12-15) für die erste Überlagerungsstufe,
einen Analog/Digital-Wandler (9),
30 einen Signalprozessor (10) zum Auswerten eines
Eingangssignals nach dem Prinzip der Fourier-
Transformation,
einen zusätzlichen Mischer (30),
einen zwischen dem einen Eingang des Mixers (30) und dem
35 durchstimbaren ersten Oszillator (12 bis 15) angeordneten
Frequenzteiler (33) und/oder einen zwischen dem Eingang
des Meßgerätes und dem anderen Eingang des Mixers (30)
angeordneten Frequenzvervielfacher (38), wobei im Betrieb
als Spektrumanalysator das Eingangssignal (HF) mittels des

durchstimbaren ersten Oszillators (12 bis 15) sowie der folgenden Überlagerungsstufen in eine Zwischenfrequenz umgesetzt, im Analog/Digital-Wandler (9) digitalisiert und im Signalprozessor (10) nach dem Prinzip der schnellen
5 Fourier-Transformation ausgewertet wird,
und zum Messen des Phasenrauschens das Eingangssignal (HF) entweder direkt oder im Frequenzvervielfacher (38) vervielfacht mit der ungeteilten oder mit der im Frequenzteiler (33) geteilten Ausgangsfrequenz im
10 zusätzlichen Mischer (30) herabgemischt wird, dabei der durchstimbare Oszillator (12 bis 15) über einen Regelkreis (37) so geregelt ist, daß die dem zusätzlichen Mischer (30) zugeführten Frequenzen gleich sind, und das Ausgangssignal dieses zusätzlichen Mixers (30) nach
15 Digitalisierung im Analog/Digital-Wandler (9) im Signalprozessor (10) nach dem Prinzip der Fourier-Transformation ausgewertet wird.

3. Meßgerät nach Anspruch 2,

20 **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Teilungsverhältnis (N) des Frequenzteilers (33) und/oder der Vervielfachungsfaktor (M) des Frequenzvervielfachers (38) einstellbar sind.

25 4. Meßgerät nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß Frequenzteiler (33) und/oder Frequenzvervielfacher (38) auf ganzzahlige Faktoren einstellbar sind.

30 5. Meßgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß vor der ersten Überlagerungsstufe (3, 12-15) und vor dem Analog/Digital-Wandler (9) jeweils ein Umschalter (34, 35) angeordnet ist und zum Betrieb als Spektrumanalysator
35 in der einen Schaltstellung (I) dieser Umschalter (34, 35) das Eingangssignal (HF) der ersten Überlagerungsstufe (3) und das Zwischenfrequenzsignal dem Analog/Digital-Wandler (9) zugeführt wird, während in der anderen Schaltstellung (II) dieser Umschalter (34, 35) das Eingangssignal (HF)

dem zusätzlichen Mischer (30) und dessen Ausgangssignal dem Analog/Digital-Wandler (9) zugeführt wird.

6. Meßgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

daß die erste Überlagerungsfrequenz über einen phasengeregelten Oszillator (12 bis 14) erzeugt wird, der seinerseits über einen in der Frequenz durchstimmbaren Synthesizer (15) synchronisiert ist, wobei zum Messen des
10 Phasenrauschens das in einem weiteren Analog/Digital-Wandler (36) digitalisierte Ausgangssignal des zusätzlichen Mixers (30) den Synthesizer (15) so regelt, daß der erste Überlagerungssoszillator (12) eine Frequenz erzeugt, die am Ausgang des Mixers (30) eine
15 Differenzfrequenz von 0 Hz ergibt.

7. Meßgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Ausgangssignal des zusätzlichen Mixers (30)
20 mittels eines rauscharmen Verstärkers (32) verstärkt dem Analog/Digital-Wandler (9) des Spektrumanalysators zugeführt wird.

8. Meßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis
25 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß für den Betrieb als Spektrumanalysator das mittels des durchstimmbaren Oszillators in die erste Zwischenfrequenz (ZF1) umgesetzte Ausgangssignal in mindestens einer
30 weiteren, vorzugsweise in zwei weiteren Überlagerungsstufen (5, 16; 7, 17) mit fester Überlagerungsfrequenz auf die letzte Zwischenfrequenz (ZF3) umgesetzt wird, die dann im Analog/Digital-Wandler (9) digitalisiert wird.

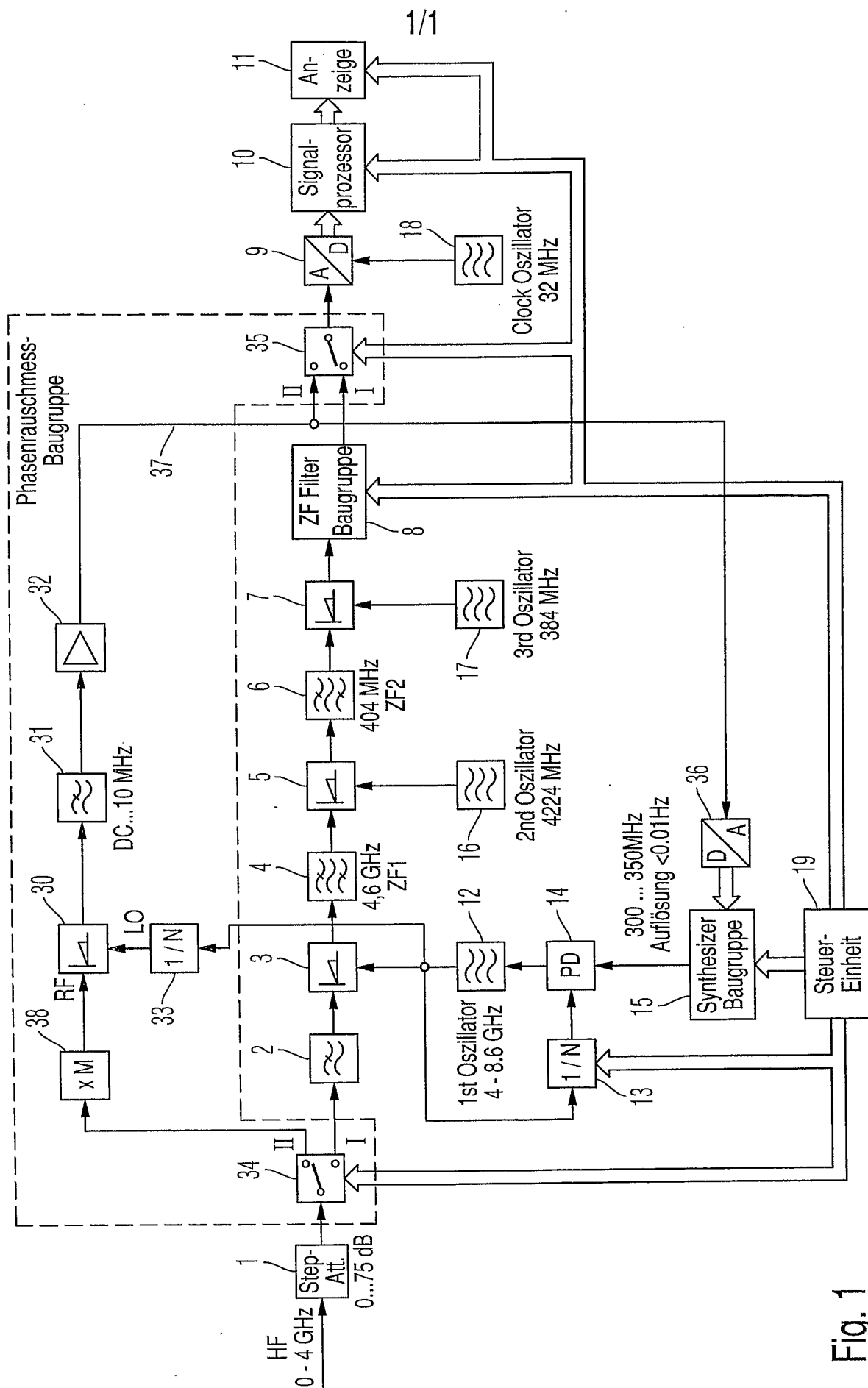


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte:

I Application No

PCT/EP2005/007495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01R29/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/080724 A1 (MAR WING JONG) 1 May 2003 (2003-05-01) abstract; figures 3-5 paragraph '0053! - paragraph '0062! paragraph '0039! - paragraph '0047!	1-8
A	ANONYMUS: "Measuring Phase Noise with theAgilent PN 894400-2: Agilent 89400 Series Vector Signal Analyzers" 'Online! 1 September 2000 (2000-09-01), XP002352044 Retrieved from the Internet: URL:http://cp.literature.agilent.com/litwe b/pdf/5091-7193E.pdf> 'retrieved on 2005-10-31! page 1, column 2, paragraph 2 ----- -/--	1-8



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2005

Date of mailing of the international search report

14/11/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ernst, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter

Application No

PCT/EP2005/007495

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 818 215 A (MIYAMAE ET AL) 6 October 1998 (1998-10-06) abstract; figure 1 column 1, line 6 - column 2, line 45 -----	1-8
A	US 6 313 619 B1 (ROTH ALEXANDER) 6 November 2001 (2001-11-06) abstract; figure 1 -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter

Application No

PCT/EP2005/007495

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003080724	A1	01-05-2003	NONE	
US 5818215	A	06-10-1998	DE 19615651 A1 JP 8292218 A	24-10-1996 05-11-1996
US 6313619	B1	06-11-2001	DE 19901750 A1 JP 2000206165 A	20-07-2000 28-07-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter es Aktenzeichen
PCT/EP2005/007495

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01R29/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/080724 A1 (MAR WING JONG) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Zusammenfassung; Abbildungen 3-5 Absatz '0053! - Absatz '0062! Absatz '0039! - Absatz '0047!	1-8
A	ANONYMUS: "Measuring Phase Noise with theAgilent PN 894400-2: Agilent 89400 Series Vector Signal Analyzers" 'Online! 1. September 2000 (2000-09-01), XP002352044 Gefunden im Internet: URL: http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5091-7193E.pdf 'gefunden am 2005-10-31! Seite 1, Spalte 2, Absatz 2	1-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. November 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/11/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ernst, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter es Aktenzeichen
PCT/EP2005/007495

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 818 215 A (MIYAMAE ET AL) 6. Oktober 1998 (1998-10-06) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 6 – Spalte 2, Zeile 45 -----	1-8
A	US 6 313 619 B1 (ROTH ALEXANDER) 6. November 2001 (2001-11-06) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter

is Aktenzeichen

PCT/EP2005/007495

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003080724	A1	01-05-2003	KEINE		
US 5818215	A	06-10-1998	DE	19615651 A1	24-10-1996
			JP	8292218 A	05-11-1996
US 6313619	B1	06-11-2001	DE	19901750 A1	20-07-2000
			JP	2000206165 A	28-07-2000