(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 59 878 B4** 2004.02.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **101 59 878.5**
(22) Anmeldetag: **06.12.2001**
(43) Offenlegungstag: **24.10.2002**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **12.02.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H03L 7/197**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
09733870 08.12.2000 US

(71) Patentinhaber:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

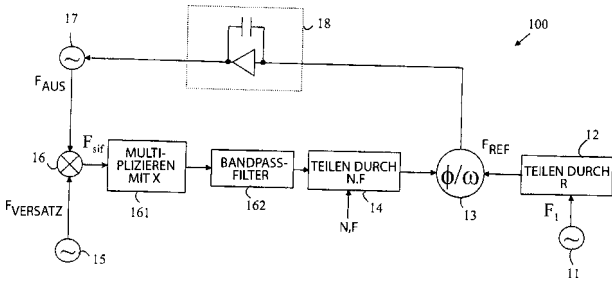
(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Mar, Wing Jong, Rohnert Park, Calif., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
US 59 40 457
US 58 47 615
US 56 10 559
US 54 51 910
US 51 46 186

(54) Bezeichnung: **Ein Hochleistungs-Mikrowellensynthesizer unter Verwendung eines Mehrfachmodulator-Bruchzahl-n-Teilers**

(57) Hauptanspruch: Frequenzsynthesizer (100, 300), der folgende Merkmale aufweist:
einen Ausgabeoszillator (17, 317) zum Erzeugen eines Ausgabesignals, dessen Frequenz F_{AUS} durch ein Oszillatoreingabesignal bestimmt ist;
eine Differenzschaltung (1b, 316) zum Erzeugen eines abgetasteten Signals mit einer Frequenz $F_{sif} = F_{AUS} - F_{VERSATZ}$;
eine Referenzschaltung zum Erzeugen eines Referenzsignals mit einer Frequenz F_{ref}, wobei die Referenzschaltung einen Referenzoszillator (11, 311) zum Erzeugen eines Referenzoszillator-Ausgabesignals mit einer Frequenz F_1 und einer ersten Divisionsschaltung (12, 314) zum Erzeugen eines Signals mit einer Frequenz, die gleich F_1 geteilt durch einen Teiler ist, aufweist;
eine Rückkopplungssignal-Erzeugungsschaltung zum Erzeugen eines Rückkopplungssignals mit einer Frequenz F_{rk}, wobei die Rückkopplungssignal-Erzeugungsschaltung eine zweite Divisionsschaltung (14, 361) aufweist und wobei $F_{sif}/F_{rk} < 10$ ist; und
einen Komparator (13, 213) zum Vergleichen des Referenzsignals und des Rückkopplungssignals und zum Erzeugen des Oszillatoreingabesignals, wobei entweder die erste oder die zweite Divisionsschaltung ein Bruchzahl-N-Teiler mit einem Divisionsfaktor N.F größer als 10 ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Mikrowellensynthesizer und spezieller auf einen Mikrowellensynthesizer, der weniger Phasenregelschleifen für eine bestimmte Phasenrauschanforderung erfordert.

[0002] Mikrowellensynthesizer werden allgemein bei Testgeräten verwendet, um ein Testsignal zu liefern, das durch einen Frequenzbereich wobbelt, der vom Anwender spezifiziert ist. Ein Mikrowellensynthesizer kann unter Verwendung mehrerer Lösungsansätze abhängig von den Leistungsanforderungen entworfen werden. Der Lösungsansatz mit dem geringsten Kostenaufwand nutzt einen Einzelphasenregelschleifenentwurf (PLL; PLL = phase-lock loop). Bei einem Einzelschleifenentwurf wird das Ausgangssignal des Synthesizers durch einen Teiler geteilt und mit einer Referenzfrequenz verglichen. Der Divisionsfaktor wird mit F_{div} bezeichnet. Wenn die Schleife eingerastet ist, beträgt die Ausgabefrequenz des Synthesizers F_{div} mal die Referenzfrequenz. Für jedes eine Hertz eines Frequenzrauschens bei der Referenzfrequenz weist das Ausgabesignal des Synthesizers F_{div} Hertz des Frequenzrauschens auf. Die Verstärkung des Rauschens des PLL beträgt daher F_{div}; daher muß F_{div} so klein wie möglich sein, um das Rauschen zu minimieren. Wenn jemand jedoch versucht, F_{div} durch Nutzung einer großen Referenzfrequenz zu minimieren, wird die Ausgabefrequenzauflösung verringert.

[0003] Um diese gegensätzlichen Anforderungen zu erfüllen, wird häufig ein Mehrfachmodulator-Bruchzahl-N-Teiler (FND; FND = Fractional-N Divider) genutzt. Ein FND liefert einen Divisionsfaktor, der nicht auf Ganzzahlen beschränkt ist. Der Divisionsfaktor wird mit N.F angegeben, wenn F der Bruchteil des Teilers ist. Die Mindestauflösung wird nun durch den Betrag bestimmt, um den F inkrementiert werden kann. Folglich können kleinere Divisionsfaktoren genutzt werden, wodurch die Verstärkung des Rauschens verringert wird.

[0004] Leider sind derzeit verfügbare Mehrfachmodulator-FNDs im Bereich der Divisionsfaktoren, die sie liefern, von sich aus beschränkt, da die Bruchzahldivision durch Springen unter den benachbarten Ganzzahl-Divisionsfaktoren implementiert wird, um den durchschnittlichen N.F-Wert zu erreichen. Insbesondere können Teiler, die Divisionsfaktoren von weniger als in etwa 10 liefern, aufgrund der großen Störung an der Schleife, die bei jedem Sprung auftritt, nicht implementiert werden. Für einen FND, der mit K Modulatoren implementiert wird, um den durchschnittlichen Divisionsfaktor von N.F zu erreichen, wird der tatsächliche ganzzahlige Teilerfaktor zwischen N – K bis N + K + 1 variiert. Wenn drei Modulatoren verwendet werden, um einen Divisionsfaktor von 10,3 zu erzeugen, würden z. B. die tatsächlichen ganzzahligen Divisionswerte zwischen 7 bis 14 variieren, und die Höchstausgabefrequenz des FND würde 100% größer als die Mindestausgabefrequenz. Wenn N.F 60,3 beträgt, würde die Höchstfrequenz nur 64/57 betragen oder 12% höher als die Mindestausgabefrequenz. Die PLL kann einen kleinen Betrag von Frequenzzittern (Jittern) tolerieren. Wenn ein größeres Frequenzzittern vorliegt, hat die PLL Schwierigkeiten einzurasten, und ein erhöhtes Rausehen wird ebenfalls zu einem Problem. Folglich liefert ein großer N.F-Wert im Hinblick auf die Frequenzdivision die beste Leistung, und ein kleiner N.F liefert die kleinste Verstärkung des Rauschens. Zusätzlich ist die Ausgabefrequenz von im Handel erhältlichen FNDs auf in etwa 50 MHz beschränkt. Daher besteht eine geringere Beschränkung bezüglich der Verstärkung des Rauschens, die unter Verwendung von FND-PLL-Entwürfen des Stands der Technik erreicht werden kann.

Stand der Technik

[0005] Aus der US 5 847 615 ist ein Frequenzsynthesizer bekannt, bei dem ein phasengesteuerter Oszillator unter Verwendung eines Phasendetektors gesteuert wird. Die Ausgangsfrequenz des Oszillators wird unter Verwendung eines Mischers mit einer Referenzfrequenz heruntergemischt. Die Referenzfrequenz wird ferner einem ganzzahligen Teiler zugeführt, dessen Teilerverhältnis durch eine Steuerschaltung eingestellt wird. Die heruntergeteilte Referenzfrequenz wird unter Verwendung eines Phasendetektors mit der heruntergemischten Ausgangsfrequenz verglichen, wobei das Ausgangssignal des Phasendetektors zum Steuern des phasengesteuerten Oszillators dient.

[0006] Aus der US 5 610 559 ist ein zweischleifiger Frequenzsynthesizer bekannt, bei dem die Ausgangsfrequenz eines spannungsgesteuerten Oszillators unter Verwendung eines Mischers mit einer von einer Referenzoszillatorfrequenz abgeleiteten Frequenz heruntergemischt wird. Die heruntergemischte Ausgangsfrequenz wird unter Verwendung eines Bruchzahlteilers geteilt und in einem Phasendetektor mit einer Referenzfrequenz verglichen, die unter Verwendung eines Ganzzahl-Teilers von der Referenzoszillatorfrequenz abgeleitet wird. Der spannungsgesteuerte Oszillator wird unter Verwendung des Ausgangssignals des Phasendetektors gesteuert.

[0007] In der US 5 146 186 ist ein Frequenzsynthesizer beschrieben, bei dem die Ausgangsfrequenz eines abstimmbaren YIG-Oszillators zunächst unter Verwendung einer von einer Basisfrequenz abgeleiteten Frequenz heruntergemischt und dann einem variablen Ganzzahl-Teiler zugeführt wird. Eine von der Basisfrequenz unter Verwendung eines Multiplikators und eines programmierbaren Ganzzahlteilers abgeleitete Frequenz wird in einem Phasendetektor mit der heruntergemischten, geteilten Ausgangsfrequenz verglichen. Der YIG-Oszillator wird unter Verwendung des Ausgangssignals des Phasendetektors gesteuert.

[0008] Die US 5 451 910 offenbart einen Frequenzsynthesizer mit einem Kammspektrummischer und einem Bruchteilkammfrequenzversatz. Der Frequenzsynthesizer umfasst einen spannungsgesteuerten Oszillator und einen Phasendetektor, der ein Steuersignal für den spannungsgesteuerten Oszillator liefert. Eine Offset-Schaltung ist vorgesehen, die das Ausgangssignal des spannungsgesteuerten Oszillators empfängt und einem Abtastmischer zuführt. Das bandpassgefilterte Ausgangssignal des Abtastmischers und eine Referenzfrequenz werden dem Phasendetektor als Eingangssignale zugeführt.

[0009] Schließlich ist in der US 5 940 457 ein Frequenzsynthesizer beschrieben, der einen spannungsgesteuerten Oszillator aufweist, dessen Ausgangssignal unter Verwendung eines Mischers mit einem unter Verwendung eines Multiplizierers von einer Referenzquelle abgeleiteten Signals heruntergemischt, dann mittels eines Ganzzahlteilter geteilt und schließlich als erstes Eingangssignal einem Phasendetektor zugeführt wird. Als zweites Eingangssignal wird dem Phasendetektor ein unter Verwendung eines zweiten Ganzzahl-Teilers von der Referenzquelle abgeleitetes Signal zugeführt. Das Ausgangssignal des Phasendetektors wird einer Tiefpassfilterung unterzogen und als Steuersignal dem spannungsgesteuerten Oszillator zugeführt. Gemäß einem alternativen Beispiel dieser Schrift wird statt dem Mischer eine Abtastschaltung mit nachfolgendem Subharmonischenmischer verwendet.

Aufgabenstellung

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Mikrowellen-Frequenzsynthesizer zu schaffen, der die hohe Auflösung, die durch die FND-Entwürfe charakterisiert ist, erreicht, während er gleichzeitig ein geringes Rauschen liefert.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0012] Die vorliegende Erfindung ist ein Frequenzsynthesizer, der einen Ausgabeoszillator, eine Differenzschaltung, eine Referenzschaltung, eine Rückkopplungsschaltung und einen Komparator umfaßt. Der Ausgabeoszillator erzeugt ein Ausgabesignal, dessen Frequenz F_{AUS} durch ein Oszillatoreingabesignal bestimmt wird. Die Differenzschaltung erzeugt ein Signal mit einer Frequenz $F_{sif} = F_{AUS} - F_{VERSATZ}$. Die Referenzschaltung erzeugt ein Referenzsignal mit einer Frequenz F_{ref}. Die Referenzschaltung umfaßt einen Referenzoszillator zum Erzeugen eines Referenzoszillator-Ausgabesignals mit einer Frequenz F_1 und einer ersten Divisionsschaltung zum Erzeugen eines Signals mit einer Frequenz, die gleich F_1 geteilt durch R ist. Die Rückkopplungsschaltung erzeugt ein Rückkopplungssignal mit einer Ausgabefrequenz F_{rk} aus dem Eingabesignal F_{sif}. Die Rückkopplungssignal-Erzeugungsschaltung umfaßt eine zweite Divisionsschaltung mit einem Divisionsfaktor, der so gewählt ist, daß $F_{sif}/F_{rk} < 10$ ist, um die Verstärkung des Rauschens zu minimieren. Der Komparator vergleicht das Referenzsignal und das Rückkopplungssignal und erzeugt das Oszillatorsteuersignal. Entweder die erste oder die zweite Divisionsschaltunge ist ein Bruchzahl-N-Teiler mit einem Divisionsfaktor N.F, der größer als 10 ist. Wenn die zweite Divisionsschaltung der Bruchzahl-N-Teiler ist, umfaßt die Rückkopplungsschaltung eine Multiplikationsschaltung zum Erzeugen eines multiplizierten Signals mit einer Frequenz, die gleich X mal F_{sif} ist, wobei der Bruchzahl-N-Teiler das Rückkopplungssignal aus dem multiplizierten Signal erzeugt. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die erste Divisionsschaltung der Bruchzahl-N-Teiler. Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung variiert das Eingabesignal des Bruchzahl-N-Teilers im Laufe der Zeit, wodurch bewirkt wird, daß der Ausgabeoszillator durch einen entsprechenden Frequenzbereich wobbelt.

Ausführungsbeispiel

[0013] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0014] **Fig.** 1 eine schematische Zeichnung eines Mikrowellensynthesizers **10** des Stands der Technik;

[0015] **Fig.** 2 eine schematische Zeichnung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Mikrowellensynthesizers **100** gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0016] **Fig.** 3 eine schematische Zeichnung eines Versatzsignalgenerators **200**, der mit der vorliegenden Erfindung genutzt werden kann; und

[0017] **Fig.** 4 eine schematische Zeichnung eines Synthesizers **300** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0018] Die Art und Weise, in der die vorliegende Erfindung ihre Vorteile vorsieht, kann unter Bezugnahme auf **Fig.** 1, die eine schematische Zeichnung eines Mikrowellensynthesizers **10** ist, einfacher verstanden werden. Der Synthesizer **10** nutzt einen YTO **17** (Yttrium-Iron-Granat Tuned Oscillator = Yttrium-Eisen-Granat-abgestimmten Oszillator). Ein YTO wird bevorzugt, weil er einen hochqualitativen Mikrowellenoszillator mit einem weiten Abstimmbereich und einer hervorragenden Abstimmlinearität vorsieht. Der YTO **17** wird durch das Ausgabesignal des Integrators **18** gesteuert, um die finale Ausgabefrequenz F_{AUS} einzustellen. Die Ausgabefrequenz wird versetzt, um ein Signal F_{sif} durch Mischen einer Versatzreferenzfrequenz $F_{Versatz}$ aus dem Signalgenerator **15** mit dem Ausgabesignal unter Verwendung des Mischers **16** zu liefern. Durch Subtrahieren von $F_{Versatz}$ von F_{AUS}, um F_{sif} zu erzeugen, wird der Divisionsfaktor, der durch den FND **14** geliefert werden muss, erheblich verringert, wodurch die Verstärkung des Rauschens verringert wird. F_{sif} wird dann durch den FND **14** geteilt, um das Signal zu erzeugen, das mit dem Referenzsignal F_{ref} in einem Phasendetektor **13** ver-

glichen wird. Das Referenzsignal befindet sich typischerweise bei einer feststehenden Frequenz F_{ref}, das durch Teilen des Ausgabesignals eines Hochfrequenz-Referenzsignalgenerators **11** unter Verwendung eines herkömmlichen ganzzahligen Teilers **12** erzeugt wird.

[0019] Wie vorstehend angemerkt, besteht eine untere Grenze bezüglich des Divisionsfaktors, der durch den FND **14** geliefert werden kann. Daher ist die maximale Verringerung der Verstärkung des Rauschens, die durch Nutzung des Versatzentwurfs erreicht wird, um den benötigten Divisionsfaktor zu reduzieren, in der Praxis nicht erreichbar. Um dieses Problem zu lösen, verwenden die Systeme des Stands der Technik einen kleinen feststehenden ganzzahligen Teiler anstelle des FND **14** und eine separate PLL mit dem FND, um eine abstimmbare F_{ref} zu erzeugen, um die Ausgabefrequenz des Mikrowellensynthesizers abzustimmen. Dieser herkömmliche Lösungsansatz erfordert zumindest drei PLLs: die Haupt-YTO-Schleife, die Versatzschleife, um die $F_{Versatz}$ mit groben Frequenzschritten zu erzeugen, und die abstimmbare Referenzschleife, um eine F_{ref} mit feinen Frequenzschritten zu erzeugen. Die vorliegende Erfindung schafft den gleichen Pegel der Rauschreduktion unter Verwendung von nur zwei PLLs.

[0020] Es wird nun Bezug auf **Fig.** 2 genommen, die eine schematische Zeichnung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Mikrowellensynthesizers **100** gemäß der vorliegenden Erfindung ist. Um die nachfolgende Erläuterung zu vereinfachen, wurden jenen Elementen des Synthesizers **100**, die die gleiche Funktion erfüllen wie die Elemente, die in **Fig.** 1 gezeigt sind, die gleichen Bezugszeichen gegeben wie den entsprechenden Elementen in **Fig.** 1. Der Synthesizer **100** unterscheidet sich vom Synthesizer **10** dadurch, daß eine Frequenzmultiplikationsschaltung **161** zwischen einem Mischer **16** und einem FND **14** eingebracht worden ist. Ein Bandpaßfilter **162** blockiert beliebige unerwünschte Oberwellen oder Seitenbänder, die durch die Multiplikationsschaltung **161** erzeugt wurden. Da die F_{sif} um einen Faktor von X erhöht wird, wird der resultierende Divisionsfaktor in ähnlicher Weise um diesen Faktor erhöht. Daher kann ein FND mit einem minimalen Teiler in der Größenordnung von 10 durch Nutzung einer Multiplikationsschaltung realisiert werden, die die F_{sif} um einen Faktor von X = 10 erhöht. Da die Verstärkung des Rauschens immer noch durch das Verhältnis F_{sif} zu F_{ref} bestimmt wird, kann die Versatzfrequenz so gewählt werden, daß die F_{sif} sich nahe der F_{ref} befindet, und daher befindet sich die Verstärkung des Rauschens in diesem Fall in der Größenordnung von 1.

[0021] Es wird darauf hingewiesen, daß der Synthesizer **100** dazu gebracht werden kann, durch Ändern des Teilers, der durch den FND **14** genutzt wird, über einen Frequenzbereich zu streichen. Der Teiler ist durch zwei ganzzahlige Werte N und F spezifiziert. Wenn F geändert wird, verschiebt sich die Ausgabefrequenz dementsprechend. Durch Inkrementieren oder Dekrementieren von N.F mit einer kleinen Zahl ΔN.F erhöht oder verringert sich bei jedem Referenzzyklus der Wert von N.F, wodurch bewirkt wird, daß die Ausgabefrequenz wobbelt, während ein Einrasten auf die Referenzquelle beibehalten wird.

[0022] Das Hochfrequenz-Referenzsignal muß sehr rein sein, um ein Hinzufügen des Phasenrauschens zum Synthesizer zu verhindern. Während die Versatzreferenz keine Hochfrequenzauflösung aufweisen muß, muß sie den gleichen breiten Frequenzbereich wie der Synthesizer abdecken können. Es wird nun Bezug auf **Fig.** 3 genommen, die eine schematische Zeichnung eines Versatzsignalgenerators **200** ist, der mit der vorliegenden Erfindung genutzt werden kann. Der Versatzgenerator **200** verwendet eine Grobfrequenz-PLL **201**, die eine Abtastvorrichtung **223** treibt. Die Grobfrequenz-PLL wird als die Abtast-Oszillator-PLL bezeichnet. Um ihre Phasenrauschleistung zu verbessern, ist die abtastende Oszillator-PLL häufig eine Versatzphasen-Regelschleife. Die Hochfrequenzreferenzquelle **211** wird mit einem rationalen Bruch M/256 multipliziert, wenn M eine Ganzzahl ist. Die Referenzquelle wird auch als Versatzquelle verwendet. Daher rastet die PLL **201** bei einer Frequenz von F_1*(1 + M/256) oder F_1 (1 – M/256) ein.

[0023] Es wird darauf hingewiesen, daß der Schleifenteiler für diesen Entwurf **1** und daher die Verstärkung des Rauschens vom Phasendetektor **213** zum abtastenden Oszillator 0 dB beträgt. Die Abtastvorrichtung erzeugt einen Kamm von Oberschwingungen des abtastenden Signals, der mit dem Mikrowellensignal gemischt werden kann, um das Niederfrequenzsignal F_{sif}, das in **Fig.** 2 gezeigt ist, zu erzeugen.

[0024] Obgleich das Ausführungsbeispiel, das in **Fig.** 2 gezeigt ist, das Phasenrauschen verringert, benötigt es ein Hochfrequenzbandpaßfilter, das Veränderungen in der Frequenz von F_{sif} verfolgt. Solche Veränderungen treten auf, wenn der Anwender den Wobbelbereich des Synthesizers verändert. Ein solches Bandpaßfilter erfordert einen sorgfältigen Entwurf und kann wertvolle Platinenbereiche besetzen, und daher werden Ausführungsbeispiele, die diesen Typ von Filter verhindern, bevorzugt.

[0025] Es wird nun Bezug auf **Fig.** 4 genommen, die eine schematische Zeichnung eines Synthesizers **300** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. Der Synthesizer **300** ist durch Vertauschen der Referenz- und der Rückkopplungssignale des Phasendetektors **313** konstruiert. Das F_{sif}-Signal, das durch Versetzen des Ausgabesignals des spannungsgesteuerten Oszillators **317** um das Ausgabesignal des Oszillators **315** im Mischer **316** erzeugt wurde, wird durch eine Ganzzahl J unter Verwendung eines Teilers **361**, dem ein feststehendes Bandpaßfilter **362** folgt, geteilt. Das geteilte Signal wird dann in einen Eingang des Phasendetektors **313** eingeführt. Ein Hochfrequenzreferenzsignal vom

Oszillator **311** wird durch den FND **314** geteilt, um ein Zitter-Referenzsignal zu erzeugen, das dazu gebracht werden kann, durch einen gewünschten Frequenzbereich zu wobbeln. Das Zitter-Referenzsignal liefert das andere Eingabesignal zum Phasendetektor **313**.

[0026] Es wird der Fall in Betracht gezogen, in dem F_{sif} zwischen 50 und 70 MHz eingestellt ist. Der ganzzahlige Teiler **361** wird mit einem J-Wert von entweder 5, 6 oder 7 geliefert, so daß sein Ausgabesignal so hoch wie möglich ist, jedoch nicht die Ausgabefrequenzeinschränkung des FND **314** überschreitet, die typischerweise 10 MHz beträgt. Bei einem F_{sif} von 50 MHz würde z. B. J auf 5 eingestellt sein, so daß das Rückkopplungssignal in den Phasendetektor **314** 10 MHz beträgt. Bei dem 600-MHz-Referenzsignal vom Oszillator **311** würde der FND auf 60 eingestellt sein, um das 10-MHz-Signal in den Referenzeingang des Phasendetektors **314** zu erzeugen. Die Schleife würde dann einrasten, und die Verstärkung des Rauschens würde 20log (F_{sif}/F_{ref}) = 20log (J) oder 14 dB betragen.

[0027] Die Verstärkung des Rauschens ist identisch mit der, die durch das Ausführungsbeispiel, das in **Fig.** 2 gezeigt ist, geliefert wird, wodurch in diesem Fall der Multiplikator X auf 5 eingestellt würde und wodurch ein 250-MHz-Signal für den FND bei einem N.F von 25 erzeugt würde, um das 10-MHz-Ausgabesignal zu erzeugen, um bei 10-MHz-F_{ref} einzurasten. Der programmierbare Teiler J ist jedoch ein digitaler IC-Chip, der weniger als 0,50 $ kostet und sehr wenig Platinenbereich besetzt. Zusätzlich ist das Bandpaßfilter sehr einfach zu implementieren, da die erforderliche Güte Q bei der Niederfrequenz sehr viel niedriger ist. Daher ist das Ausführungsbeispiel, das in **Fig.** 4 gezeigt ist, erheblich weniger kostenintensiv.

[0028] Das Ausführungsbeispiel, das in **Fig.** 4 gezeigt ist, weist im Vergleich zu dem, das in **Fig.** 2 gezeigt ist, einen Nachteil auf. Der Synthesizer **100** kann dazu gebracht werden, durch einen Frequenzbereich durch Verändern der N.F in linearer Weise linear zu wobbeln. Beim Synthesizer **300** ist die Ausgabefrequenz umgekehrt proportional zum Wert des Eingabesignals zum FND. Dies stellt im allgemeinen kein Problem für ein feststehendes Frequenzausgabesignal dar. Jede Frequenzwobbelung ist jedoch basierend auf einer linearen Veränderung des N.F nicht linear. Wenn der Wobbelbereich klein ist, ist die Nichtlinearität so klein, daß sie ignoriert werden kann. Wenn ein größerer Wobbelbereich notwendig ist, kann der Bereich von N.F-Werten in einer nichtlinearen Weise unter Nutzung eines Wobbelgenerators **354** gewobbelt werden, so daß das resultierende Wobbeln linear ist.

Patentansprüche

1. Frequenzsynthesizer (**100**, **300**), der folgende Merkmale aufweist:

einen Ausgabeoszillator (**17**, **317**) zum Erzeugen eines Ausgabesignals, dessen Frequenz F_{AUS} durch ein Oszillatoreingabesignal bestimmt ist;

eine Differenzschaltung (**1b**, **316**) zum Erzeugen eines abgetasteten Signals mit einer Frequenz $F_{sif} = F_{AUS} - F_{VERSATZ}$;

eine Referenzschaltung zum Erzeugen eines Referenzsignals mit einer Frequenz F_{ref}, wobei die Referenzschaltung einen Referenzoszillator (**11**, **311**) zum Erzeugen eines Referenzoszillator-Ausgabesignals mit einer Frequenz F_1 und einer ersten Divisionsschaltung (**12**, **314**) zum Erzeugen eines Signals mit einer Frequenz, die gleich F_1 geteilt durch einen Teiler ist, aufweist;

eine Rückkopplungssignal-Erzeugungsschaltung zum Erzeugen eines Rückkopplungssignals mit einer Frequenz F_{rk}, wobei die Rückkopplungssignal-Erzeugungsschaltung eine zweite Divisionsschaltung (**14**, **361**) aufweist und wobei $F_{sif}/F_{rk} < 10$ ist; und

einen Komparator (**13**, **213**) zum Vergleichen des Referenzsignals und des Rückkopplungssignals und zum Erzeugen des Oszillatoreingabesignals, wobei entweder die erste oder die zweite Divisionsschaltung ein Bruchzahl-N-Teiler mit einem Divisionsfaktor N.F größer als 10 ist.

2. Synthesizer (**100**) gemäß Anspruch 1, bei dem die zweite Divisionsschaltung (**14**) der Bruchzahl-N-Teiler ist und bei dem die Rückkopplung eine Multiplikationsschaltung (**161**) zum Erzeugen eines multiplizierten Signals mit einer Frequenz aufweist, die gleich X mal F_{sif} ist, wobei der Bruchzahl-N-Teiler das Rückkopplungssignal aus dem multiplizierten Signal erzeugt.

3. Synthesizer (**100**) gemäß Anspruch 2, bei dem die Multiplikationsschaltung eine Ganzzahl-Multiplikationsschaltung (**161**) zum Multiplizieren der abgetasteten Frequenz mit X und ein Bandpaßfilter zum Blockieren von Signalen mit Frequenzen außerhalb eines Frequenzbands um $X*F_{sif}$ aufweist.

4. Synthesizer (**300**) gemäß einem der Ansprüche 1–3, bei dem die erste Divisionsschaltung (**314**) der Bruchzahl-N-Teiler ist.

5. Synthesizer (**300**) gemäß einem der Ansprüche 1–4, der ferner eine Schaltung (**354**) aufweist, um zu bewirken, daß der Divisionsfaktor des Bruchzahl-N-Teilers im Laufe der Zeit variiert, wodurch bewirkt wird, daß der Ausgabeoszillator (**317**) durch einen entsprechenden Frequenzbereich wobbelt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

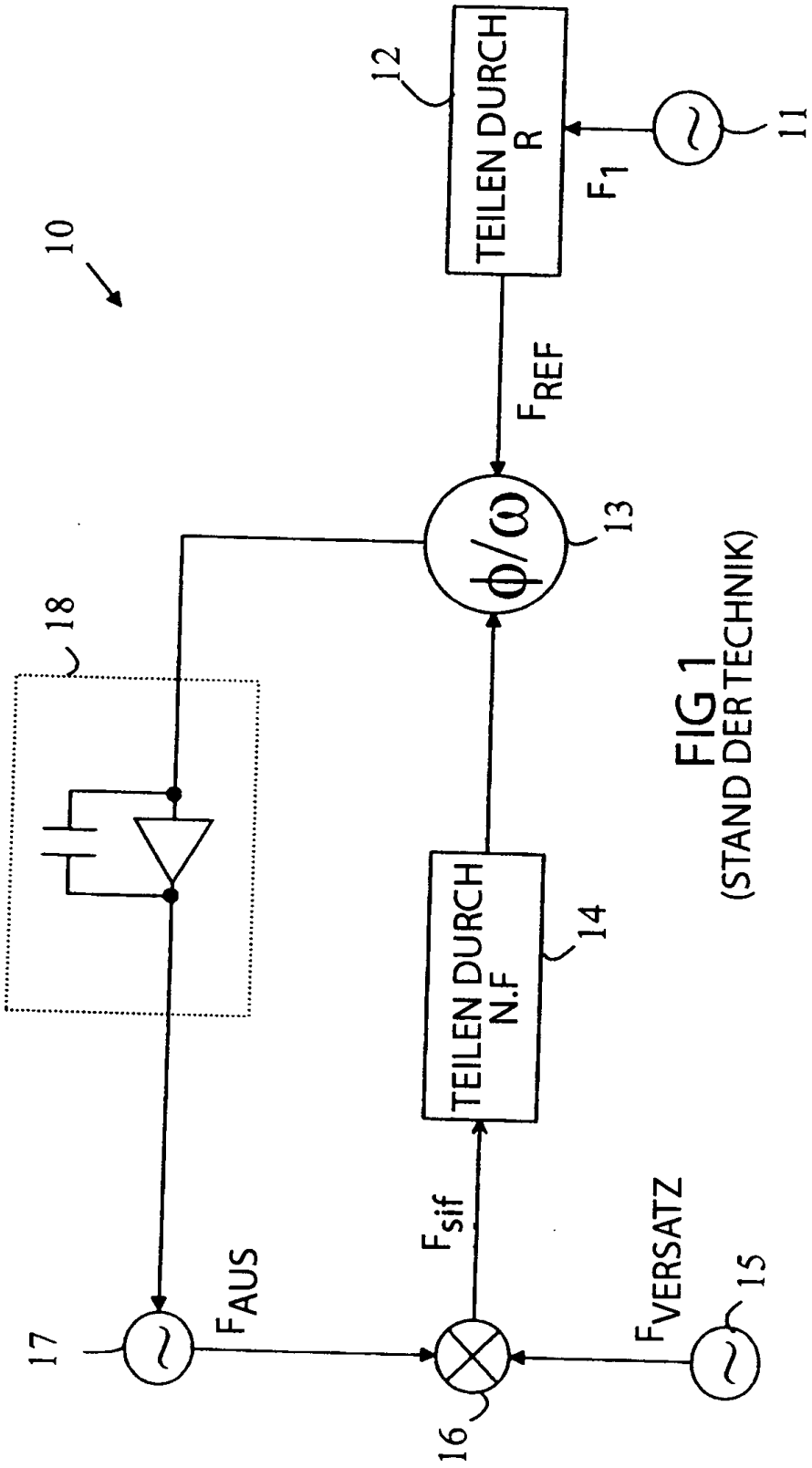


FIG 1
(STAND DER TECHNIK)

FIG 2

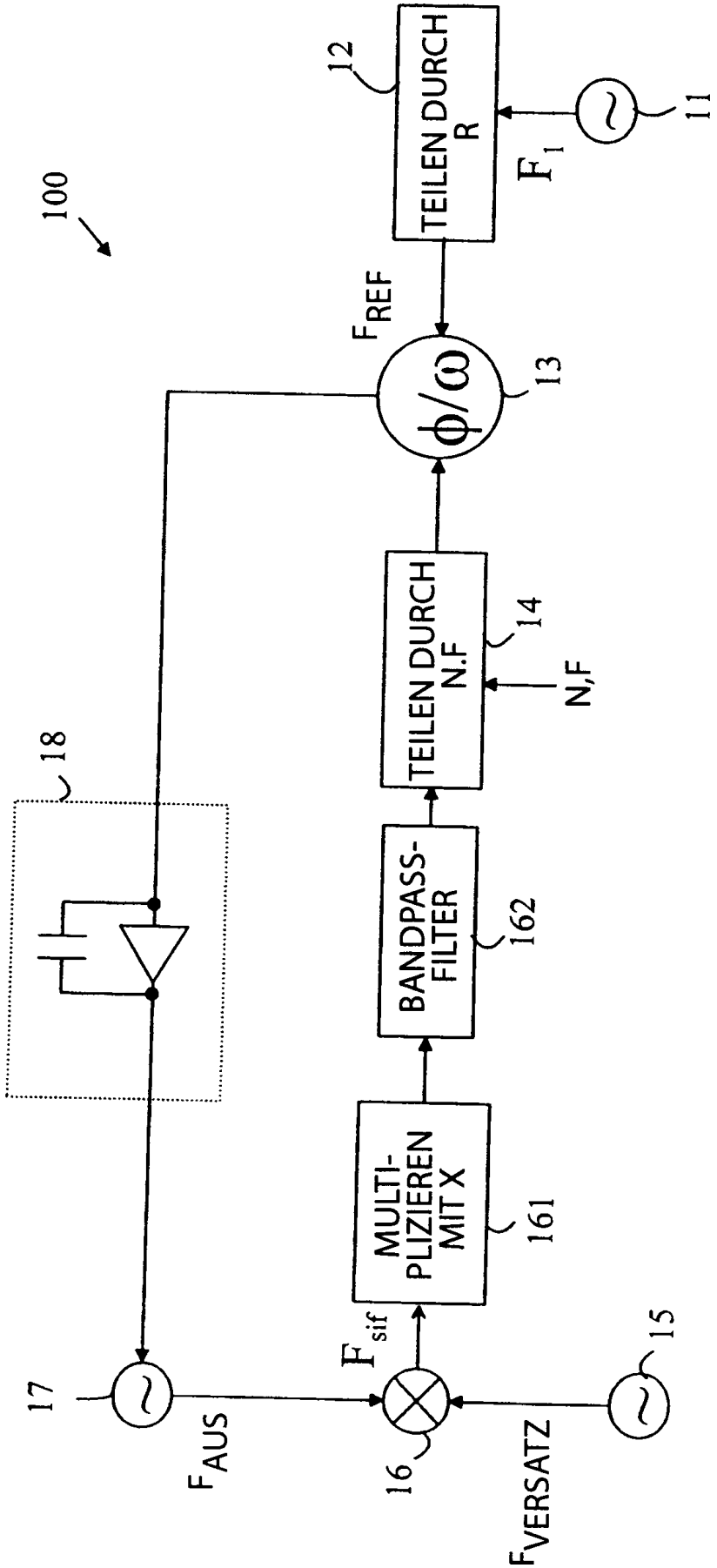

100
12
TEILEN DURCH R
F_1
11
F_{REF}
ϕ/ω
13
TEILEN DURCH N.F
14
N,F
18
BANDPASS-FILTER
162
MULTI-PLIZIEREN MIT X
161
F_{sif}
17
F_{AUS}
16
15
$F_{VERSATZ}$

FIG 3

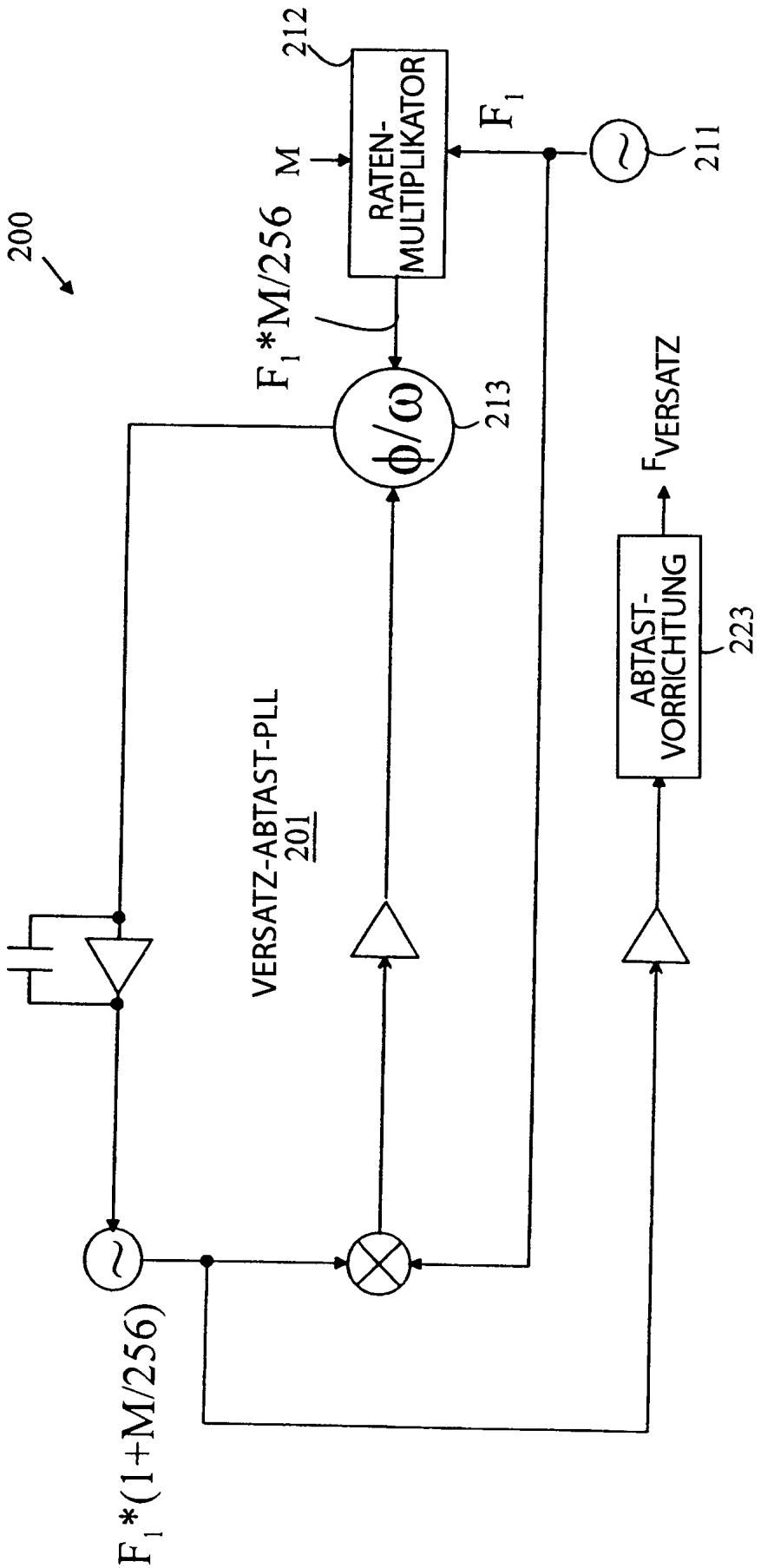
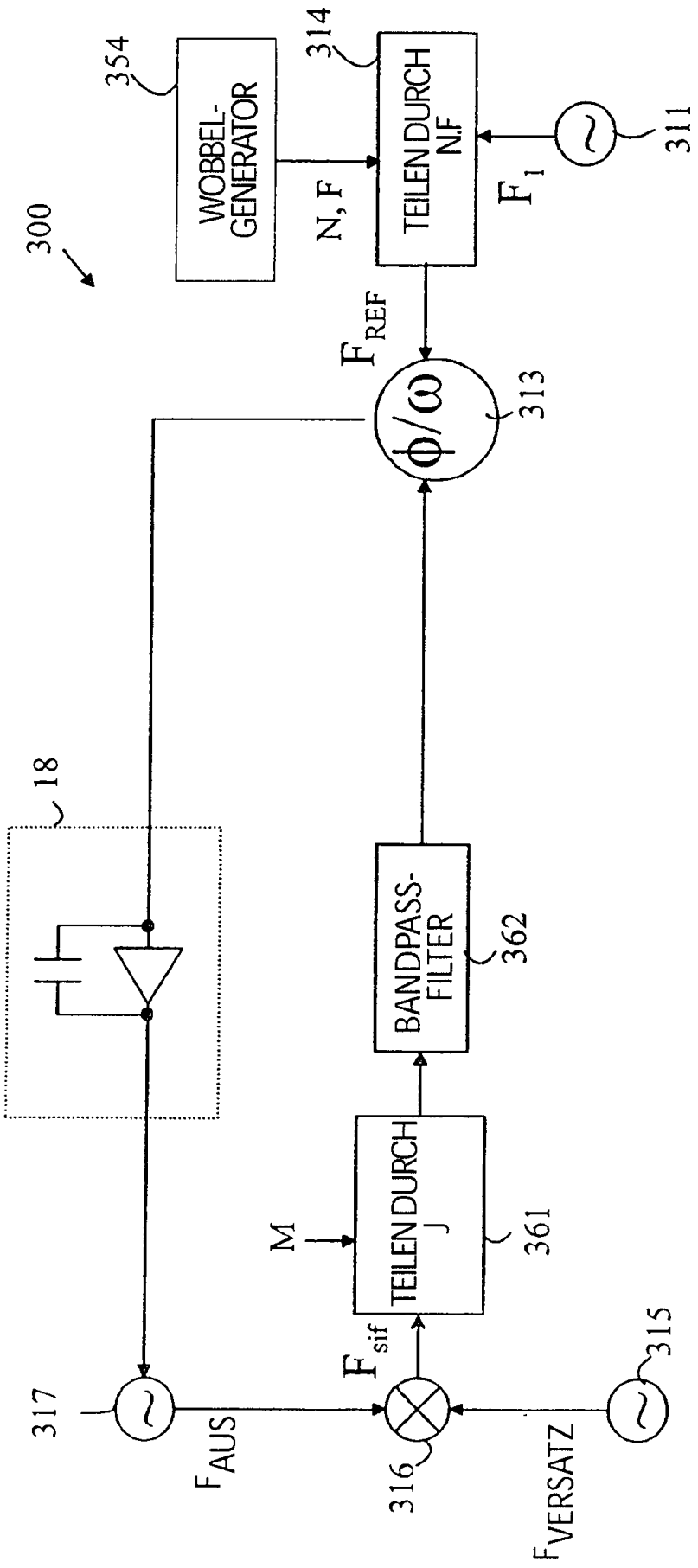

200
212
RATEN-MULTIPLIKATOR
M
F_1
211
F_1*M/256
ϕ/ω
213
$F_{VERSATZ}$
ABTAST-VORRICHTUNG
223
VERSATZ-ABTAST-PLL
201
F_1*(1+M/256)

FIG 4


300
354
WOBBEL-GENERATOR
314
TEILEN DURCH N,F
311
F_1
N, F
F_{REF}
ϕ/ω
313
18
BANDPASS-FILTER
362
M
TEILEN DURCH J
361
317
F_{AUS}
F_{sif}
316
315
$F_{VERSATZ}$