



(10) **DE 10 2009 034 093 A1** 2011.01.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 034 093.9**

(22) Anmeldetag: **21.07.2009**

(43) Offenlegungstag: **27.01.2011**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 23/16** (2006.01)
G01R 29/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, 81671
München, DE**

(74) Vertreter:
**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(72) Erfinder:
Lechner, Thomas, Dr., 85551 Kirchheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	37 09 556	C2
GB	20 96 331	A
US	62 05 202	B1
US	58 67 813	A

**Nom IEEE Standard 269TM-2002, 25.Abril 2003:
Standard Methods for Measuring Transmission
Performance of Analog and Digital Telephone
Sets, Handsets and Headsets insbes. Annex
F:Test signals**

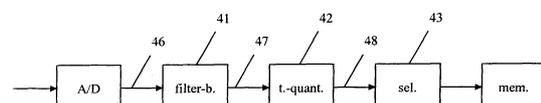
**CS STRUMENTAZIONE ELETTRONICA
S.r.l.:CS6015-Ultra low cost, full optional
Telephone Test Equipment, Januar 2006.
URL:<http://www.cs-strumentazione.it/thires/cs6015%20depliant.pdf> [abgerufen am
07.10.2009] ganze Schrift**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Frequenzselektive Messvorrichtung und frequenzselektives Messverfahren**

(57) Zusammenfassung: Eine Messvorrichtung verfügt über eine erste Transformationseinrichtung (41), eine erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (42) und eine Selektionseinrichtung (43). Die erste Transformationseinrichtung (41) führt eine Transformation zumindest eines Signals (46) in den Frequenzbereich durch. Die erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (42) teilt zumindest ein Signal (47) in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale (48) auf. Die Selektionseinrichtung (43) führt eine Selektion von für eine Messung geeigneten Teilsignalen durch.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Messverfahren und eine Messvorrichtung zur frequenzselektiven Messung.

[0002] Audiogeräte wie Mobiltelefone und Hörgeräte verfügen oft über eine Übertragungstechnik, die an die zu übertragenden Signale angepasst ist. Daher ist es nicht immer möglich, die Übertragungseigenschaften mit synthetischen Signalen wie Sinus-Sweeps oder Multi-Sinus-Tongemischen zu ermitteln. Sprachcodecs von Mobiltelefonen verzerren das Spektrum solcher Testsignale ebenso wie frequenzabhängige Kompressoren in Hörgeräten. Die Messung des Ruhegeräusches wird oft durch sogenannte Noise-Gates verhindert, welche den Ausgang einer Übertragungstrecke stummschalten, wenn kein Eingangssignal anliegt.

[0003] Herkömmlich wird bei der Vermessung von Mobiltelefonen ein Übertragungsfrequenzgang oft durch eine Reihe von meist lückenlosen oder überlappenden Spektraltransformationen bestimmt, deren Spektrum über die Dauer des Testsignales am Eingang und Ausgang der Übertragungstrecke gemittelt wird. In der Norm IEEE Std. 269TM-2002 vom 25. April 2003 wird ein Maß für die Unterschiedlichkeit gleichzeitig ermittelter gehörgerecht aufbereiteter Spektren am Eingang und Ausgang der Übertragungstrecke berechnet.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Messvorrichtung und ein Messverfahren zu schaffen, welche eine zuverlässige und genaue Vermessung von Messobjekten ermöglichen.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für die Vorrichtung durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und für das Verfahren durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der hierauf rückbezogenen Unteransprüche.

[0006] Eine erfindungsgemäße Messvorrichtung verfügt über eine erste Transformationseinrichtung, eine erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung und eine Selektionseinrichtung. Die erste Transformationseinrichtung führt eine Transformation zumindest eines Signals in den Frequenzbereich durch. Die erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung teilt zumindest ein Signal in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale auf. Die Selektionseinrichtung führt eine Selektion von für eine Messung geeigneten Teilsignalen durch.

[0007] Die erste Transformationseinrichtung und die erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung verarbeiten bevorzugt das Messsignal nacheinander und erzeugen daraus bevorzugt Frequenz-Zeit-Teil-Messsigna-

le. Dabei sind Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale Ausschnitte des Messsignals im Zeit- und Frequenz-Bereich. Die von der Selektionseinrichtung selektierten Teil-Messsignale sind Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale. So wird eine zuverlässige Vermessung des Messobjekts auch in schwierig zu vermessenden Frequenzbereichen erreicht.

[0008] Die Messvorrichtung beinhaltet bevorzugt weiterhin eine Synchronisationseinrichtung. Die Synchronisationseinrichtung führt eine Synchronisation des Messsignals mit einem von einem Messobjekt ausgegebenen Ausgangssignal durch. So werden eine genaue zeitliche Übereinstimmung der verglichenen Teilsignale und damit eine hohe Genauigkeit der Messung erreicht.

[0009] Die Messvorrichtung beinhaltet bevorzugt weiterhin eine zweite Transformationseinrichtung und eine zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung. Die zweite Transformationseinrichtung führt vorteilhafterweise eine Transformation zumindest eines Signals in den Frequenzbereich durch. Die zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung teilt zumindest ein Signal in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale auf. Die zweite Transformationseinrichtung und die zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung verarbeiten bevorzugt das Ausgangssignal nacheinander und erzeugen daraus Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale. Dabei sind Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale Ausschnitte des Ausgangssignals im Zeit- und Frequenz-Bereich. So werden eine hohe Übereinstimmung der Teil-Messsignale und Teil-Ausgangssignale und damit eine hohe Genauigkeit der Messung erreicht.

[0010] Vorteilhafterweise verfügt die Messvorrichtung weiterhin über eine Verarbeitungseinrichtung. Die Verarbeitungseinrichtung vergleicht bevorzugt Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale und zugehörige Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale. Die Verarbeitungseinrichtung bestimmt bevorzugt aus dem Vergleich einen Frequenzgang und/oder ein Rauschniveau. So können mit geringem Aufwand Messergebnisse erzielt werden.

[0011] Die Selektionseinrichtung bestimmt bevorzugt für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem Schwellwert. So ist eine zuverlässige Messung hoher Genauigkeit möglich.

[0012] Die Selektionseinrichtung bestimmt vorzugsweise für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem oberen und einem unteren Schwellwert. So ist eine weitere Steigerung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messung möglich.

[0013] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung, in der ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, beispielhaft beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) den Frequenzgang eines beispielhaften Sprachsignals;

[0015] [Fig. 2](#) ein beispielhaftes Messsignal im Zeit- und Frequenz-Bereich;

[0016] [Fig. 3](#) ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung;

[0017] [Fig. 4](#) ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung;

[0018] [Fig. 5](#) ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung;

[0019] [Fig. 6](#) ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung;

[0020] [Fig. 7](#) ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens;

[0021] [Fig. 8](#) ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens, und

[0022] [Fig. 9](#) ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens.

[0023] Zunächst wird anhand der [Fig. 1](#) die dem erfindungsgemäßen Messverfahren und der erfindungsgemäßen Messvorrichtung zu Grunde liegende Problematik erläutert. Mittels [Fig. 2–Fig. 6](#) wird der Aufbau und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Anhand der [Fig. 7–Fig. 9](#) wird anschließend die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Messverfahrens dargestellt. Identische Elemente wurden in ähnlichen Abbildungen zum Teil nicht wiederholt dargestellt und beschrieben.

[0024] In [Fig. 1](#) ist das gemittelte Spektrum **10** eines beispielhaften Sprachsignals dargestellt. Deutlich wird dabei, dass die Leistung des Sprachsignals weitgehend im Bereich zwischen 300 und 3000 Hz vorliegt. Insbesondere bei hohen Frequenzen, z. B. 7000 Hz liegt die Leistung des Sprachsignals unterhalb des Rauschniveaus N.

[0025] Zur Ermittlung eines Frequenzgangs ist es jedoch notwendig, auch Frequenzbereiche, bei welchen typische Sprachsignale lediglich geringe Leistungsanteile aufweisen, zu vermessen. Darüber hinaus bereitet es Schwierigkeiten, bei Einsatz von natürlichen Sprachsignalen als Messsignal das Ruhe-Rauschniveau zu ermitteln, da Noise-Gates (Rausch-Gatter) den Ausgang stummschalten, so-

bald das Eingangssignal unterhalb einer bestimmten Schwelle liegt.

[0026] In [Fig. 2](#) ist ein beispielhaftes Messsignal gleichzeitig im Zeit- und Frequenz-Bereich dargestellt. Das Messsignal ist dabei in Zeit-Frequenz-Teil-Messsignale **20**, **21**, **22** quantisiert. Die Darstellung der einzelnen Zeit-Frequenz-Teil-Messsignale **20**, **21**, **22** gibt dabei den Pegel an. In schwarz dargestellte Zeit-Frequenz-Teil-Messsignale **20** weisen einen Pegel auf, welcher eine Übersteuerung oder zumindest eine Sättigung anzeigt. Zeit-Frequenz-Teil-Messsignale **21**, welche schraffiert dargestellt sind, weisen einen mittleren Pegel auf und sind damit zur Bestimmung eines Frequenzgangs des Messobjekts geeignet. Zeit-Frequenz-Teil-Messsignale **22**, welche weiß dargestellt sind, weisen einen sehr niedrigen Pegel auf und sind damit zur Bestimmung des Ruhe-Rauschniveaus in dem jeweiligen Frequenzbereich geeignet.

[0027] Soll der Frequenzgang eines Messobjekts bestimmt werden, wird das Messobjekt mit dem gesamten Messsignal beaufschlagt. Zur Bestimmung des Frequenzgangs werden jedoch im Ausgangssignal des Messobjekts lediglich die Zeit-Frequenz-Teil-Ausgangssignale, welche den Zeit-Frequenz-Teil-Messsignalen **21** entsprechen, herangezogen. Soll dagegen das Ruhe-Rauschniveau ermittelt werden, wird das Messobjekt mit dem gesamten Messsignal beaufschlagt, während jedoch das Ruhe-Rauschniveau lediglich aus den Zeit-Frequenz-Teil-Ausgangssignalen, welche den Zeit-Frequenz-Teil-Messsignalen **22** entsprechen, bestimmt wird. Solange in zumindest einem Frequenzbereich ein Pegel vorliegt, schaltet das Noise-Gate des Messobjekts den Ausgang nicht stumm, und die übrigen Frequenzbereiche, auf denen kein Pegel vorliegt, können hinsichtlich des Ruhe-Rauschniveaus vermessen werden.

[0028] Liegen zur Bestimmung des Ruhe-Rauschniveaus nicht in sämtlichen Frequenzbereichen genügend geeignete Teilsignale vor, so ist darüber hinaus eine gezielte Stummschaltung einzelner Teilsignale möglich. Da stets lediglich kurzzeitig einzelne Frequenzbereiche stumm geschaltet werden, ist keine Beeinträchtigung des Messobjekts durch diese Manipulation zu befürchten.

[0029] In [Fig. 3](#) wird ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung gezeigt. Hier ist ein erster Teil einer solchen Messvorrichtung dargestellt. Eine Speichereinrichtung **30** ist mit einer Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **31** verbunden. Die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **31** ist weiterhin mit einer Transformationseinrichtung **32** verbunden. Die Transformationseinrichtung **32** ist darüber hinaus mit einer Selektionseinrichtung **33** verbunden. Der Speichereinrichtung **30** wird ein bereits digital vorliegen-

des Messsignal **34** zugeführt. Es wird von der Speichereinrichtung **30** zur späteren Verwendung gespeichert. Zu einem späteren Zeitpunkt wird das Messsignal **34** von der Speichereinrichtung **30** an die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **31** übertragen. Diese zerteilt das Messsignal **34** in mehrere Zeit-Teil-Messsignale. Es handelt sich dabei jeweils um einen zeitlichen Abschnitt des Messsignals **34**. Die Zeit-Teil-Messsignale **36** werden an die Transformationseinrichtung **32** weitergeleitet. Die Transformationseinrichtung **32** überträgt jedes einzelne Zeit-Teil-Messsignal in den Frequenzbereich und erzeugt so aus jedem Zeit-Teil-Messsignal eine Mehrzahl von Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **37**. Diese werden an die Selektionseinrichtung **33** weitergeleitet. Optional überlappen dabei die Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **37** im Frequenzbereich. Die Selektionseinrichtung **33** führt eine Selektion der Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale **37** durch und leitet die Ergebnisse an die Speichereinrichtung **30** weiter. Die Speichereinrichtung **30** speichert die Ergebnisse der Selektion zur späteren Verwendung ab.

[0030] Die Selektionseinrichtung **33** führt die Selektion dabei auf Basis von ihr ermittelter Pegel der einzelnen Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale durch. So ermittelt sie anhand eines Mindestpegels, welche Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale **37** zur Bestimmung des Frequenzgangs eines Messobjekts geeignet sind. Anhand derselben Schwelle bestimmt sie, welche Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale **37** zur Ermittlung des Ruhe-Rauschniveaus des Messobjekts genutzt werden können. Optional wird zur Ermittlung des Ruhe-Rauschniveaus eine abweichende Schwelle eingesetzt. Zwischen den Schwellen kann somit ein Pegelbereich liegen, in welchem die entsprechenden Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale ungenutzt bleiben. Optional nutzt die Selektionseinrichtung **33** eine weitere obere Schwelle, welche eine Sättigung bzw. Übersteuerung des Messobjekts anzeigt. Überschreitet ein Frequenz-Zeit-Teil-Messsignal **37** die zweite obere Schwelle, so wird es zur Messung nicht herangezogen, da die Ergebnisse verfälscht wären.

[0031] In [Fig. 4](#) wird ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung dargestellt. Hier ist eine alternative Ausführung eines ersten Teils einer solchen Messvorrichtung dargestellt. Ein Analog-Digital-Wandler **40** ist mit einer Filterbank **41** verbunden. Die Filterbank **41** ist mit einer Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **42** verbunden. Die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **42** ist weiterhin mit einer Selektionseinrichtung **43** verbunden. Die Selektionseinrichtung **43** ist weiterhin mit einer Speichereinrichtung **44** verbunden.

[0032] In diesem Ausführungsbeispiel liegt das Messsignal **45** nicht bereits in digitaler Form vor. Das analoge Messsignal **45** wird dem Analog-Digital-Wandler **40** zugeführt. Dieser digitalisiert das

Messsignal **45** zu einem digitalen Messsignal **46**. Das digitale Messsignal **46** wird der Filterbank **41** zugeführt. Die Filterbank **41** transformiert das digitale Messsignal **46** in den Frequenzbereich und erzeugt so aus dem digitalen Messsignal **46** eine Vielzahl von Frequenz-Teil-Messsignalen **47**. Diese werden an die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **42** übertragen. Die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **42** erzeugt aus jedem einzelnen Frequenz-Teil-Messsignal eine Mehrzahl von Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **48**. D. h. sie zerlegt jedes einzelne Frequenz-Teil-Messsignal in mehrere zeitlich nacheinander liegende Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale **48**. Diese werden an die Selektionseinrichtung **43** weitergeleitet. Optional überlappen die Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **48** zeitlich. Die Selektionseinrichtung **43** entspricht der Selektionseinrichtung **33** aus [Fig. 3](#). Die Ergebnisse der Selektion werden wie auch in [Fig. 3](#) an die Speichereinrichtung **44** übertragen und von dieser zur späteren Verwendung gespeichert.

[0033] Die anhand von [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte Analyse des Messsignals **34** bzw. **45** muss dabei lediglich einmal pro Messsignal durchgeführt werden. Dies muss in keinem zeitlichen Zusammenhang zu der tatsächlichen Messung, welche im Folgenden anhand der [Fig. 5](#) gezeigt wird, stehen.

[0034] In [Fig. 5](#) wird ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Messvorrichtung gezeigt. Ein zweiter Teil der Messvorrichtung ist hier dargestellt. Eine Speichereinrichtung **50** ist mit einem Digital-Analog-Wandler **51** verbunden. Der Digital-Analog-Wandler **51** ist mit einem Messobjekt **52** verbunden. Das Messobjekt **52** ist weiterhin mit einem Analog-Digital-Wandler **53** verbunden. Der Analog-Digital-Wandler **53** ist erneut mit der Speichereinrichtung **50** verbunden.

[0035] Die Speichereinrichtung **50** gibt das bereits wie anhand von [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) analysierte Messsignal **54** an den Digital-Analog-Wandler **51** aus. Der Digital-Analog-Wandler **51** wandelt das digitale Messsignal **54** in ein analoges Messsignal **55** um und beaufschlagt das Messobjekt **52** damit. Das Messsignal **55** durchläuft das Messobjekt **52** und wird als Ausgangssignal **56** ausgegeben. Es handelt sich dabei um ein analoges Signal. Das analoge Ausgangssignal **56** wird dem Analog-Digital-Wandler **53** zugeführt, welcher es in ein digitales Ausgangssignal **57** wandelt. Das digitale Ausgangssignal **57** wird erneut der Speichereinrichtung **50** zugeführt, welche sie zur späteren Verarbeitung speichert.

[0036] [Fig. 6](#) zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindungsgemäßen Messvorrichtung. Hier ist ein dritter Teil der Messvorrichtung dargestellt. Eine Speichereinrichtung **60** ist mit einer Synchronisationseinrichtung **61** verbunden. Die Synchronisationseinrichtung **61** ist weiterhin mit einer Zeit-Quanti-

sierungs-Einrichtung **62** verbunden. Diese ist weiterhin mit einer Transformationseinrichtung **63** verbunden. Die Speichereinrichtung **60**, die Synchronisationseinrichtung **61** und die Transformationseinrichtung **63** sind darüber hinaus mit einer Verarbeitungseinrichtung **64** verbunden.

[0037] In der Speichereinrichtung **60** sind das ursprüngliche Messsignal und das Ausgangssignal des Messobjekts gespeichert. Darüber hinaus ist in der Speichereinrichtung **60** das Ergebnis der Selektion, wie in [Fig. 3](#), bzw. [Fig. 4](#) gezeigt, gespeichert. Die Speichervorrichtung **60** gibt das ursprüngliche Messsignal **66** und das Ausgangssignal **67** an die Synchronisationseinrichtung **61** weiter. Die Synchronisationseinrichtung **61** führt eine Synchronisation der beiden Signale durch. D. h. die Synchronisationseinrichtung **61** ermittelt den genauen Zeitversatz, welcher durch das Durchlaufen des Messobjekts im Ausgangssignal gegenüber dem Messsignal erzeugt wird. Die Synchronisationseinrichtung **61** ermittelt weiterhin den Phasenunterschied zwischen den beiden eingegebenen Signalen. Alternativ ist eine getrennte Ermittlung der Signalverzögerungszeit des Messobjekts, z. B. mittels Tonbursts möglich. Werden die Wiedergabe des ursprünglichen Messsignals und die Aufnahme des Ausgangssignals des Messobjekts genau gleichzeitig gestartet, kann die Synchronisation weiterhin durch eine Zeitverschiebung der beiden gespeicherten Signale gegeneinander um die gemessene Signalverzögerungszeit realisiert werden.

[0038] Die Synchronisationseinrichtung **61** überträgt weiterhin ein synchronisiertes Ausgangssignal **68** an die Zeit-Quantisierungs-Einrichtung **62**. Diese zerlegt das synchronisierte Ausgangssignal in Zeit-Teil-Ausgangssignale **69**. Diese werden an die Transformationseinrichtung **63** übertragen. Die Transformationseinrichtung **63** erzeugt aus jedem einzelnen Zeit-Teil-Ausgangssignal eine Mehrzahl von Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignalen **70**.

[0039] Die Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale **70** entsprechen in ihrer Lage auf der Zeit-Achse und der Frequenz-Achse den Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen aus [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#). Die Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale **70** werden an die Verarbeitungseinrichtung **64** übertragen. Von der Speichereinrichtung **60** werden weiterhin eine Mehrzahl von Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **71** und die Selektionsergebnisse **72** an die Verarbeitungseinrichtung **64** übertragen. Die Verarbeitungseinrichtung **64** vergleicht die Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale **70** mit den jeweils zugehörigen Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen **71**. Dabei werden die Selektionsergebnisse **72** berücksichtigt. Wie anhand von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, werden für bestimmte Messungen dabei lediglich bestimmte Teilsignale herangezogen. So bestimmt die Verarbeitungseinrich-

tung **64** bevorzugt den Amplituden-Frequenzgang des Messobjekts. Auch eine Bestimmung des Phasen-Frequenzgangs ist z. B. durch Anwendung einer komplexen FFT (Fast Fourier Transform) möglich. Darüber hinaus kann das Ruhe-Rauschniveau des Messobjekts bestimmt werden. Durch Mittelung über mehrere Teilsignale wird ein gleichmäßiges Ergebnis erzielt. Das Ergebnis der Messungen kann anschließend optional in einer Speichereinrichtung zur späteren Verwendung gespeichert werden. Alternativ ist eine direkte Ausgabe möglich.

[0040] In [Fig. 7](#) wird ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens gezeigt. In einem ersten Schritt **80** wird eine Analyse des Messsignals durchgeführt. Hierauf wird anhand von [Fig. 8](#) näher eingegangen. In einem zweiten Schritt **81** wird eine Messung an einem Messobjekt durchgeführt. D. h. das Messobjekt wird mit dem Messsignal beaufschlagt, während das Ausgangssignal des Messobjekts gemessen wird. In einem dritten Schritt **83** wird eine Synchronisation des Messsignals und des Ausgangssignals des Messobjekts durchgeführt. Hierzu kann beispielsweise eine Korrelation herangezogen werden. In einem vierten Schritt **83** wird das Ausgangssignal des Messobjekts analysiert. Hierauf wird anhand von [Fig. 9](#) näher eingegangen.

[0041] In [Fig. 8](#) wird ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens dargestellt. Hier dargestellt ist der erste Schritt **80** aus [Fig. 7](#) in größerem Detail. In einem ersten Schritt **90** wird eine zeitliche Quantisierung des Messsignals durchgeführt. D. h. das Messsignal wird in eine Mehrzahl von zeitlich nacheinander liegenden Zeit-Teil-Messsignalen zerlegt. In einem zweiten Schritt **91** wird eine Transformation des Messsignals in den Frequenzbereich durchgeführt. D. h. die Zeit-Teil-Messsignale werden jeweils einer Transformation in den Frequenzbereich unterzogen. Dabei werden sie in einzelne Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale zerlegt. In einem dritten Schritt **92** werden diese Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale einer Selektion unterzogen. D. h. die Pegel der Teilsignale werden ermittelt und Teilsignale anhand der ermittelten Pegel selektiert. Die Selektion erfolgt dabei wie bereits anhand von [Fig. 2](#) beschrieben.

[0042] [Fig. 9](#) zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messverfahrens. Hier dargestellt ist der vierte Schritt **83** aus [Fig. 7](#) in größerem Detail. In einem ersten Schritt **100** wird eine zeitliche Quantisierung des Ausgangssignals des Messobjekts durchgeführt. D. h. das Ausgangssignal wird in eine Mehrzahl von zeitlich nacheinander liegenden Zeit-Teil-Ausgangssignalen zerlegt.

[0043] In einem zweiten Schritt **101** wird das Ausgangssignal in den Frequenzbereich transformiert. D. h. jedes einzelne Zeit-Teil-Ausgangssignal wird einer

Transformation in den Frequenzbereich unterzogen. Dabei wird eine Vielzahl von Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignalen erzeugt. Diese Teilsignale werden in einem dritten Schritt **102** mit den Frequenz-Zeit-Teil-Messsignalen aus [Fig. 8](#) verglichen. Aufgrund der Synchronisation stimmen die Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale mit den Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignalen hinsichtlich ihrer zeitlichen Lage und ihres Frequenzbereichs überein. Anhand des Vergleichs werden der Frequenzgang und/oder das Ruhe-Rauschniveau ermittelt. Durch Mittelung mehrerer Teilsignale wird ein gleichmäßiges Ergebnis erzielt.

[0044] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So können unterschiedliche Messungen durchgeführt werden. Neben dem Amplituden-Frequenzgang und des Ruhe-Rauschniveaus ist auch eine Messung von weiteren Kenngrößen, wie z. B. des Phasen-Frequenzgangs möglich. Alle vorstehend beschriebenen Merkmale oder in den Figuren gezeigten Merkmale sind im Rahmen der Erfindung beliebig vorteilhaft miteinander kombinierbar.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Norm IEEE Std. 269TM-2002 vom 25. April 2003

[\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Messvorrichtung mit einer ersten Transformationseinrichtung (32, 41), einer ersten Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (31, 42) und einer Selektionseinrichtung (33, 43),

wobei die erste Transformationseinrichtung (32, 41) eine Transformation zumindest eines Signals (36, 46) in den Frequenzbereich durchführt, wobei die erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (31, 42) zumindest ein Signal (34, 47) in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale (36, 48) aufteilt und wobei die Selektionseinrichtung (33, 43) eine Selektion von für eine Messung geeigneten Teilsignalen (21, 22) durchführt.

2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Transformationseinrichtung (32, 41) und die erste Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (31, 42) ein Messsignal (34, 46) nacheinander verarbeiten und daraus Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) erzeugen, wobei Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) Ausschnitte des Messsignals im Zeit- und Frequenz-Bereich sind, und dass die von der Selektionseinrichtung (33, 43) selektierten Teilsignale (21, 22) Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) sind.

3. Messvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung eine Synchronisationseinrichtung (61) beinhaltet, und dass die Synchronisationseinrichtung (61) eine Synchronisation des Messsignals (54, 66) mit einem von einem Messobjekt (52) ausgegebenen Ausgangssignal (57, 67) durchführt.

4. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung weiterhin eine zweite Transformationseinrichtung (63) und eine zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (62) beinhaltet, wobei die zweite Transformationseinrichtung (63) eine Transformation zumindest eines Signals (69) in den im Frequenzbereich durchführt, dass die zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (62) zumindest ein Signal (68) in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale (69) aufteilt, und dass die zweite Transformationseinrichtung (63) und die zweite Zeit-Quantisierungs-Einrichtung (62) das Ausgangssignal (57, 67) nacheinander verarbeiten und daraus Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (70) erzeugen, wobei Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (70) Ausschnitte des Ausgangssignals (57, 67) im Zeit- und Frequenz-Bereich sind.

5. Messvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung über eine

Verarbeitungseinrichtung (64) verfügt, dass die Verarbeitungseinrichtung (64) Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (71) und zugehörige Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (70) vergleicht.

6. Messvorrichtung nach Anspruch 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung (64) aus dem Vergleich einen Frequenzgang und/oder ein Rauschniveau bestimmt.

7. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Selektionseinrichtung (33, 43) für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (21, 22) durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem Schwellwert bestimmt.

8. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Selektionseinrichtung (33, 43) für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (21, 22) durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem oberen und einem unteren Schwellwert bestimmt.

9. Messverfahren, wobei eine erste Transformation zumindest eines Signals (36, 46) in den Frequenzbereich durchgeführt wird, und wobei eine erste Aufteilung zumindest eines Signals (34, 47) in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale (36, 48) durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Selektion von für eine Messung geeigneten Teilsignalen (21, 22) durchgeführt wird.

10. Messverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass durch nacheinander Durchführen der ersten Transformation in den Frequenzbereich und der ersten Aufteilung in zeitlich nacheinander liegende Signale (36, 48) Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) erzeugt werden, wobei Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) Ausschnitte eines Messsignals (34, 46) im Zeit- und Frequenz-Bereich sind, und dass die selektierten Teilsignale (21, 22) Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (37, 48) sind.

11. Messverfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Synchronisation des Messsignals (54, 66) mit einem von einem Messobjekt (52) ausgegebenen Ausgangssignal (57, 67) durchgeführt wird.

12. Messverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Transformation zumindest eines Signals (69) in den Frequenzbereich durchgeführt wird, dass eine zweite Aufteilung zumindest eines Signals (68) in mehrere zeitlich nacheinander liegende Signale (69) aufgeteilt wird, und dass durch nacheinander Durchführen der zweiten

Transformation in den Frequenzbereich und der zweiten Aufteilung in zeitlich nacheinander liegende Signale Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (**70**) erzeugt werden, wobei Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (**70**) Ausschnitte des Ausgangssignals (**57**, **67**) im Zeit- und Frequenz-Bereich sind.

13. Messverfahren nach Anspruch 10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (**71**) und zugehörige Frequenz-Zeit-Teil-Ausgangssignale (**70**) verglichen werden.

14. Messverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Vergleich ein Frequenzgang und/oder ein Rauschniveau bestimmt werden.

15. Messverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (**21**, **22**) durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem Schwellwert bestimmt werden.

16. Messverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Messung geeignete Frequenz-Zeit-Teil-Messsignale (**21**, **22**) durch Vergleich ihrer mittleren Leistung mit zumindest einem oberen und einem unteren Schwellwert bestimmt werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

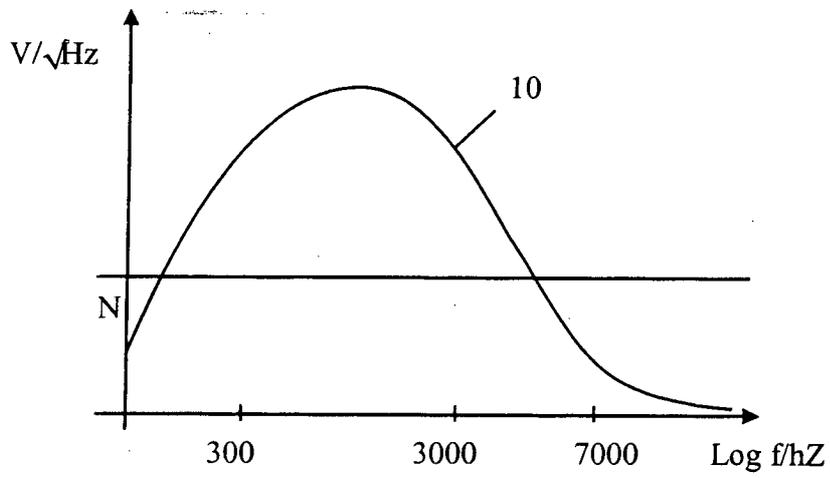


Fig. 1

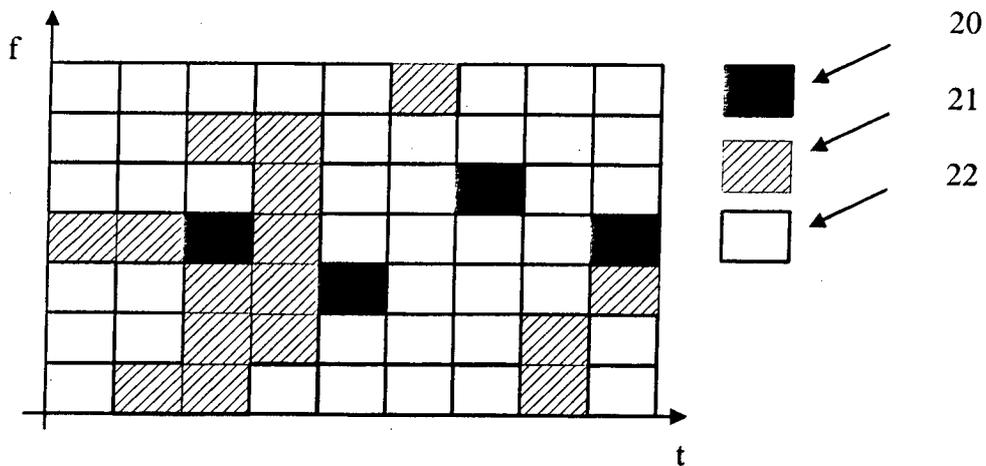


Fig. 2

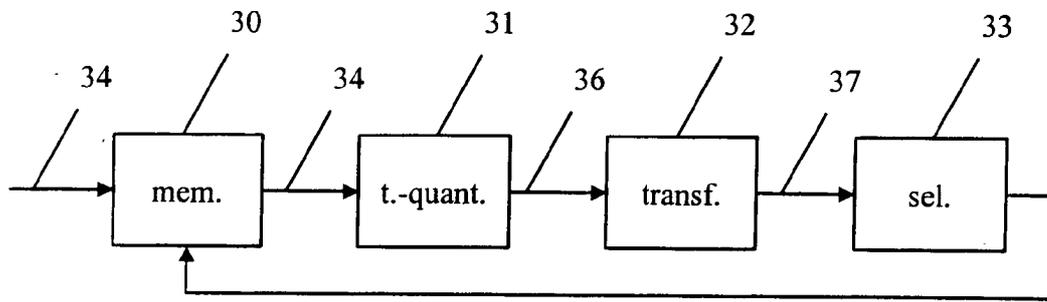


Fig. 3

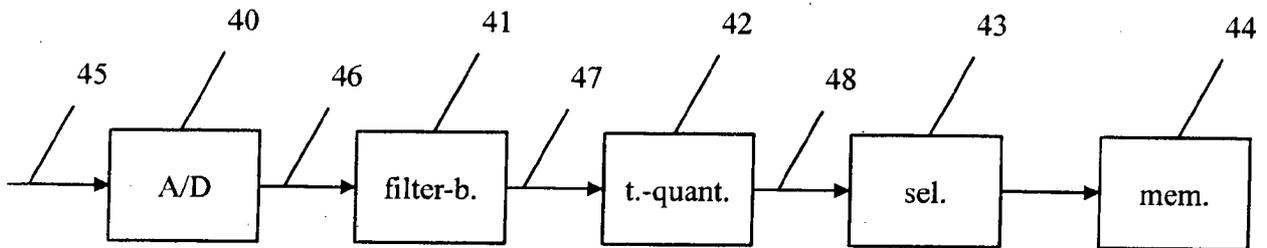


Fig. 4

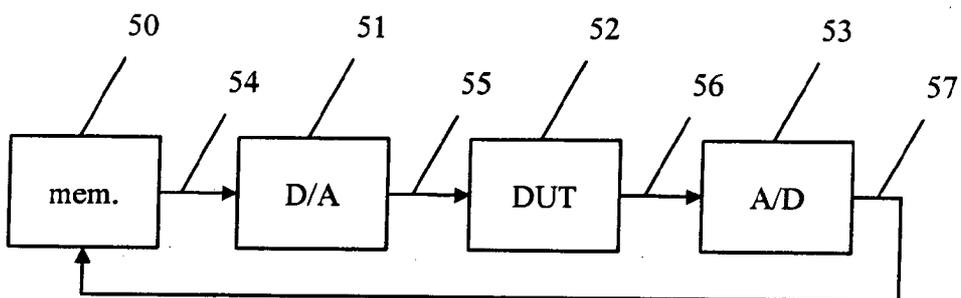


Fig. 5

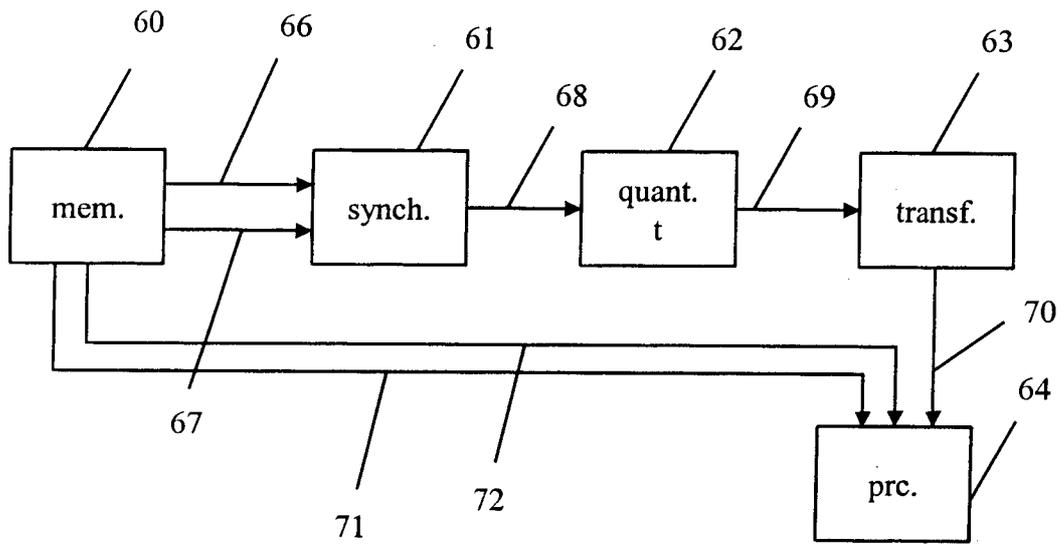


Fig. 6

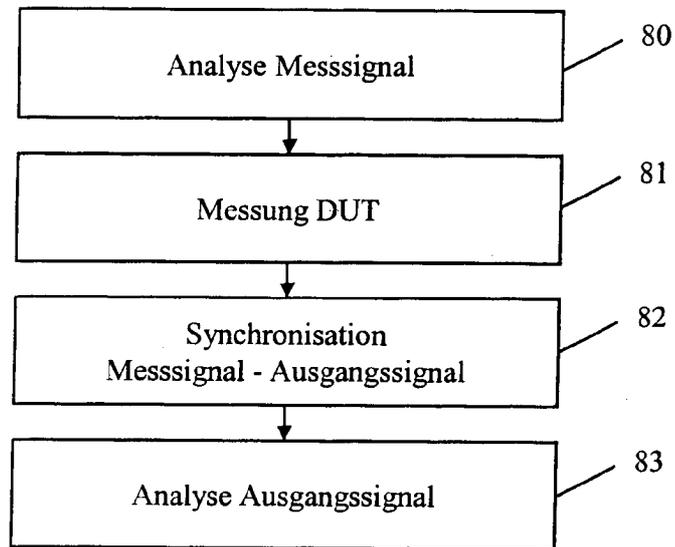


Fig. 7

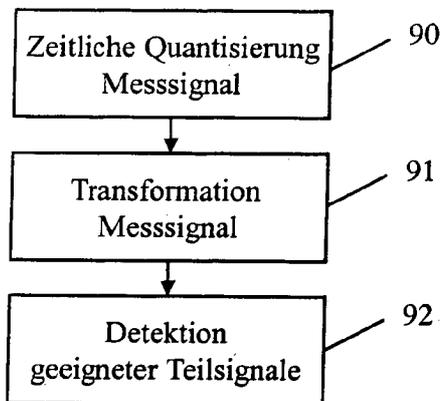


Fig. 8

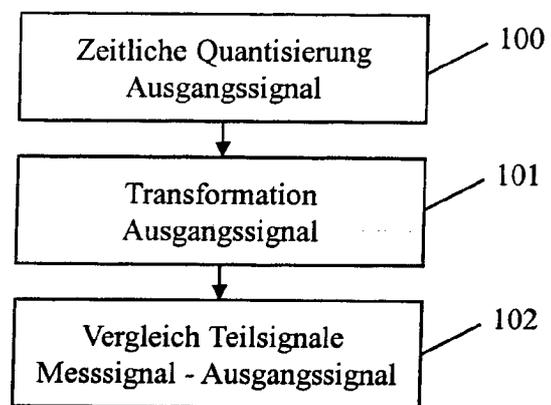


Fig. 9