



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 058 443 A1** 2006.07.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 058 443.8**

(22) Anmeldetag: **07.12.2005**

(43) Offenlegungstag: **27.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 35/00** (2006.01)
G01R 27/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/028,161 03.01.2005 US

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

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

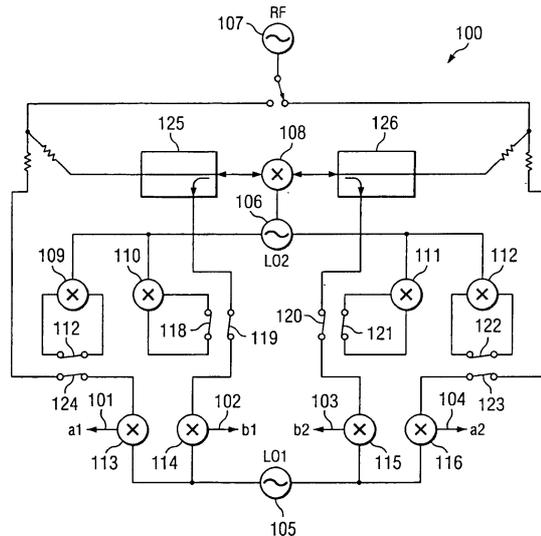
(72) Erfinder:
Liu, James C., Santa Rosa, Calif., US; Wong, Kenneth H., Santa Rosa, Calif., US; Blackham, David V., Santa Rosa, Calif., US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vektornetzwerkanalysatormischerkalibrierung unter Verwendung der Unbekannter-Durchgang-Kalibrierung**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Ausführungsbeispiel weist ein Verfahren das Anlegen eines Stimulussignals an eine Referenzfrequenzübersetzungsvorrichtung (FTD) durch einen Vektornetzwerkanalysator während eines Kalibrierungsmodus auf, wobei die Referenz-FTD eine gleiche Umwandlungseffizienz in der Vorwärts- und Rückwärts-Richtung besitzt und die Referenz-FTD unbekannte Eingabe- und Ausgabe-Reflexionscharakteristika besitzt; Messen einer Antwort der Referenz-FTD und Bestimmen von Vorwärts- und Rückwärts-Übertragungsverfolgungs-Fehlertermen unter Verwendung von Daten aus der gemessenen Antwort und den Ein-Tor-Fehlerkalibrierungstermen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung bezieht sich allgemein auf eine Kalibrierung eines Vektornetzwerkanalysators.

Stand der Technik

[0002] Netzwerkanalysatoren sind Vorrichtungen, die verwendet werden, um die Funkfrequenzcharakteristika (HF-Charakteristika) von verschiedenen zu testenden Vorrichtungen (DUTs = device under test) zu bestimmen. Netzwerkanalysatoren arbeiten üblicherweise durch Wobbeln eines Stimulussignals über einen Bereich von Frequenzen und Anlegen des Stimulussignals an eine DUT und Messen des Ansprechverhaltens der DUT. Die Messungen, die durch Netzwerkanalysatoren erzeugt werden, besitzen üblicherweise Ungenauigkeiten aufgrund einer Anzahl von Problemen. Zum Beispiel erzeugen Impedanzfehlanspassungen, die dem Netzwerkanalysator und/oder dem Testaufbau zugeordnet sind, Fehler bei den Messungen.

[0003] Kalibrierungstechniken können angewendet werden, um eine Nachverarbeitung der Messdaten zu ermöglichen, um die Fehler bei den Messdaten zu verringern. Im Allgemeinen tritt eine Netzwerkanalysatorkalibrierung auf durch Anlegen eines Stimulussignals an „Standards“ (Vorrichtung mit bekannten oder geschätzten Charakteristika) und Schätzen der systematischen Fehler aus den Messungen. Die „SOLT“-Typ-Kalibrierungsmethode tritt auf durch Verwenden eines „Kurzschluss“-Standards, eines „Leerlauf“-Standards, eines „Last“-Standards und eines „Durchgangs“-Standards (SOLT = short, open, load, thru = Kurzschluss, Leerlauf, Last, Durchgang). Eine Methode (die „Unbekannter“-Durchgang-Methode) wurde entwickelt, die die Kalibrierung eines Netzwerkanalysators ermöglicht unter Verwendung eines Durchgang-Standards, ohne zu erfordern, dass die Charakteristika des Durchgang-Standards bestimmt werden. Die Methode des „unbekannten Durchgangs“ basiert auf der allgemeinen Theorie einer Acht-Term-Netzwerkanalysator-Fehlerkorrektur.

[0004] Frequenzübersetzungsvorrichtungen (FTD; FTD = frequency translation device), wie z. B. Mischer, Modulatoren, Demodulatoren und ähnliches, stellen Schwierigkeiten für die Operation und Kalibrierung von Netzwerkanalysatoren dar. Genauer gesagt, wenn ein Netzwerkanalysator eine bestimmte Messung ausführt, wird die Messung bei derselben Frequenz genommen wie der aktuellen Frequenz des Stimulussignals. Da die Ausgangsfrequenz einer FTD unterschiedlich zu der Eingabe zu der FTD ist, können normale Netzwerkanalysatormessungen nicht verwendet werden. Um dieses Problem zu adressieren, wurde eine Testmethode entwickelt, die drei Mischer und drei Sätze von Messungen verwendet, die eine Messung der Charakteristika der FTDs unter Verwendung eines Netzwerkanalysators ermöglicht.

[0005] Eine andere Methode ermöglicht, dass ein Netzwerkanalysator kalibriert wird, um zu ermöglichen, dass eine Vektorfehlerkorrektur an FTD-Messungen angewendet wird. Die Methode umfasst das Verwenden einer „Referenz“-FTD, die vorangehend charakterisiert wurde, um als die Durchgangs-Vorrichtung zu dienen. FTDs unterliegen jedoch einer Drift. Um die höchste Genauigkeit zu erhalten, muss die Referenz-FTD jedes mal neu charakterisiert werden, wenn eine Kalibrierung durchgeführt werden soll. Genauer gesagt verursacht die Unfähigkeit einer Neucharacterisierung einen Fehler bei der Kalibrierung, der gleich der Drift der Referenz-FTD ist. Ferner erzeugen die zwei Messlagen (die die Referenz-FTD charakterisieren und andere FTDs von Interesse messen) einen größeren Betrag an Mess-Komplexität und -Ungenauigkeit.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein System zum Bestimmen von Funkfrequenzcharakteristika mit verbesserten Charakteristika zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und ein System zum Bestimmen von Funkfrequenzcharakteristika gemäß Anspruch 13 gelöst.

[0008] Einige repräsentative Ausführungsbeispiele richten sich auf Systeme und Verfahren zum Kalibrieren eines Netzwerkanalysators zum Messen der Charakteristika der FTDs. Obwohl die vorangehend entwickelte Unbekannter-Durchgang-Methode auf der Linearität eines Unbekannter-Durchgang-Standards basiert, ermöglichen repräsentative Ausführungsbeispiele, dass eine uncharakterisierte FTD als eine Durchgangs-Vorrichtung zum Kalibrieren eines Netzwerkanalysators verwendet wird. Genauer gesagt modifizieren repräsentative Ausführungsbeispiele die Unbekannter-Durchgang-Mathematik durch Verwenden von S-Parameter-Messungen bei unterschiedlichen Frequenzen. Zusätzlich dazu verwenden repräsentative Ausführungsbeispiele eine FTD-Vorrichtung die gleiche Vorwärts- und Rückwärts-Umwandlungs-Effizienz-Parameter auf-

weist. Durch Ausführen dieser Modifikationen ist die Mathematik des unbekanntes Durchgangs lösbar für die Netzwerkanalysator-Fehlerterme von Interesse.

[0009] Einige repräsentative Ausführungsbeispiele richten sich auf einen Vektornetzwerkanalysator, der in einem Kalibrierungsmodus arbeitet, angepasst, um eine uncharakterisierte FTD als einen unbekanntes Durchgang zu verwenden. Während der Kalibrierung legt der Vektoranalysator ein Stimulussignal an die FTD an und misst das Ansprechverhalten der FTD. Mehrere phasenkohärente Mischer können verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Messungen an den geeigneten Vorwärts- und Rückwärts-Frequenzen ausgeführt werden. Die Messungen werden durch den Netzwerkanalysator verarbeitet, um geeignete Fehlerkorrekturterme eines geeigneten Modells zu erzeugen. Die Fehlerkorrekturterme werden dann verwendet, um eine Vektorfehlerkorrektur an nachfolgende Messungen der zu testenden FTDs anzuwenden.

Ausführungsbeispiel

[0010] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0011] [Fig. 1](#) einen Vektornetzwerkanalysator zum Analysieren von FTDs gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel.

[0012] [Fig. 2](#) ein Fehlerkastenmodell gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel.

[0013] [Fig. 3](#) einen Signalflussgraphen gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel.

[0014] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel.

[0015] [Fig. 5](#) einen Vektoranalysator gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel.

[0016] Einige repräsentative Ausführungsbeispiele ermöglichen, dass ein Netzwerkanalysator kalibriert wird zum Analysieren von FTDs unter Verwendung einer einzelnen Zwei-Tor-Kalibrierung durch Verwenden einer modifizierten Unbekannter-Durchgang-Methode. Um die Messungen durchzuführen, die der Unbekannter-Durchgang-Methode zugeordnet sind, kann eine Vier-Empfänger-Frequenzübersetzungstopologie verwendet werden, wie z. B. der Vektornetzwerkanalysator **100**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Der Analysator **100** weist eine Mehrzahl von unabhängig abstimmbaren Schmalbandempfängern auf. Ausgaben **101–104** sind die Signale, die durch die Empfänger gemessen werden, um die S-Parameter-Messungen (a_1 , b_1 , a_2 und b_2) für eine nachfolgende Verarbeitung zu bilden, um die Systematischer-Fehler-Terme zu bestimmen.

[0017] Innerhalb des Analysators **100** treibt der Oszillator **106** die FTD **108**. Während Kalibrierungsoperationen ist die FTD **108** in dem „Unbekannter-Durchgang“-Standard und wird nachfolgend als die „Referenz“-FTD bezeichnet. Während der normalen Messoperationen ist die FTD **108** die zu testende Vorrichtung. Koppler **125** und **126** sind auf beiden Seiten der FTD **108** angeordnet. Zusätzlich dazu könnten Filter an beiden Seiten der FTD **108** angeordnet sein, falls erwünscht. Der Oszillator **106** ist ebenfalls mit den Mischern **109–112** gekoppelt, wodurch eine Aufwärts-Umwandlung oder Abwärts-Umwandlung, die den Mischern **109–112** zugeordnet ist, auf die Frequenzübersetzung bezogen wird, die durch die FTD **108** ausgeführt wird. Der Oszillator **105** treibt die Mischer **113–116**. Der Analysator **100** weist ferner Schalter **117–124** auf. Die Anordnung der Oszillatoren **105** und **106**, der Mischer **109–116** und der Schalter **117–124** behält die Phasenbeziehung zwischen den Ausgängen **101–104** bei und ermöglicht, dass Messungen in der Vorwärtsrichtung und Rückwärtsrichtung an den entsprechenden Frequenzen ausgeführt werden. Zusätzliche Details im Hinblick auf die Operation des Analysators **100** sind enthalten in der U.S.-Patentanmeldung Seriennummer 10/967,877 mit dem Titel „Vector Network Analyzer With Independently Tuned Receivers Characterizes Frequency Translation Devices“, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist. Der Analysator **100** ist beispielhaft und andere geeignete Topologien, die ermöglichen, dass Messungen an entsprechenden Frequenzen auftreten, können verwendet werden.

[0018] Die Änderung zu der S-Parameter-Version der Unbekannter-Durchgang-Mathematik umfasst das Ersetzen eines Teilsatzes von S-Parametern (S_{11} , S_{21} , S_{12} , S_{22}) mit Umwandlungsparametern (S_{11} , C_{21} , C_{12} , S_{22}). Zusätzlich dazu, während herkömmliche S-Parameter-Kalibrierungen den Vorwärts- und Rückwärts-Fehlerterm bei derselben Frequenz aufweisen, weisen Umwandlungsparameterkalibrierungen Vorwärts- und Rückwärts-Fehlerterme bei unterschiedlichen Frequenzen auf, gemäß den darstellenden Ausführungsbeispielen. Die unterschiedlichen Frequenzen werden in dem nachfolgenden mathematischen Beweis angeführt durch

Hochstellen der Vorwärtsfehlerterme mit f1 und Hochstellen der Rückwärtsfehlerterme mit f2.

[0019] Die Topologie des Analysators **100** kann unter Verwendung des Fehlerkastenmodells **200** modelliert werden, gezeigt in **Fig. 2**. Wenn vier Messungen in der Vorwärtsrichtung genommen werden und vier Messungen in der Rückwärtsrichtung genommen werden, sind die rohen S-Parameter wie folgt definiert:

$$[S_m] = \begin{bmatrix} \frac{b_{1mf}^{f2}}{a_{1mf}^{f2}} & \frac{b_{1mf}^{f2}}{a_{2mr}^{f2}} \\ \frac{b_{2mf}^{f2}}{a_{1mf}^{f2}} & \frac{b_{2mf}^{f2}}{a_{2mr}^{f2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11M} & S_{12M} \\ S_{21M} & S_{22M} \end{bmatrix} \quad (Gl. 1)$$

$$[S_{mc}] = \begin{bmatrix} S_{11mc} & S_{12mc} \\ S_{21mc} & S_{22mc} \end{bmatrix}; [M_{sc}] = \begin{bmatrix} 1 & \frac{a_{1mr}^{f2}}{b_{1mr}^{f2}} \\ \frac{a_{2mf}^{f2}}{b_{2mf}^{f2}} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \Gamma_r \\ \Gamma_f & 1 \end{bmatrix}$$

wobei $[S_m] = [S_{mc}] \cdot [M_{sc}]$ und $[S_{mc}] = [S_m] \cdot [M_{sc}]^{-1}$

[0020] Somit beginnt der Messprozess auf eine Weise, die ähnlich zu typischen Zwei-Tor-Kalibrierungsmethoden ist, mit der Ausnahme, dass die jeweiligen Vorwärts- und Rückwärts-Messungen bei unterschiedlichen Frequenzen auftreten. Nachdem die Rohmessungen erhalten werden, wird eine herkömmliche Korrektur angewendet, um den Schaltfehler des Netzwerkanalysators zu korrigieren. Genauer gesagt ist $[S_{mc}]$ die schaltfehler-korrigierte S-Parametermessung.

[0021] Es ist bequemer, die Systemgleichung in Matrixform oder T-Parametern aufzulösen. Unter Verwendung des Signalfussgraphen **300** aus **Fig. 3** wird Gleichung (2) wie folgt hergeleitet:

$$[T_{mc}] = [A] * [T] * [B] = \begin{pmatrix} \beta^{f2} \\ \alpha^{f12} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ E_{RR}^{f2} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_A & E_{DF}^{f2} \\ -E_{SF}^{f1} & 1 \end{bmatrix} * [T] * \begin{bmatrix} \Delta_B & E_{SR}^{f2} \\ -E_{DR}^{f2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{mc} = \frac{1}{S_{21_{mc}}} \begin{bmatrix} -\Delta_{sm} & S_{11_{mc}} \\ -S_{22_{mc}} & 1 \end{bmatrix}; \text{ wobei } \Delta_{sm} = S_{11_{mc}} S_{22_{mc}} - S_{21_{mc}} S_{12_{mc}}$$

$$T = \frac{1}{C_{21}} \begin{bmatrix} \Delta_T & S_{11} \\ -S_{22} & 1 \end{bmatrix}; \Delta_T = C_{21} C_{12} - S_{11} S_{22}; \quad (Gl. 2)$$

$$\Delta_A = E_{RF}^{f21} - E_{DF}^{f2} E_{SF}^{f2}; \Delta_B = E_{RR}^{f2} - E_{DR}^{f2} E_{SR}^{f2}$$

[0022] T_{mc} ist die Übertragungsparameterversion der schaltfehlerkorrigierten Messung. Die Fehlerterme umfassen Terme für Richtwirkung (bezeichnet durch tiefgestellt „D“), Quellenanpassung (bezeichnet durch tiefgestellt „S“), Reflexionsverfolgung (bezeichnet durch tiefgestellt „R“). Die Richtwirkungs-, Quellenanpassungs- und Reflexionsverfolgungs-Fehlerterme können bestimmt werden aus herkömmlichen linearen Ein-Tor-Kalibrierungsmethoden. Zum Zweck der vorliegenden mathematischen Erörterung sei angenommen, dass diese Fehlerterme bekannt sind.

[0023] Die Herleitung von Gleichung (2) ist ähnlich zu der Mathematik, die der linearen Unbekannter-Durchgang-Mathematik zugeordnet ist. Die Mathematik unterscheidet sich in einer Hinsicht durch Ersetzen der typischen S_{12} - und S_{21} -Terme durch die Umwandlungsparameter C_{12} und C_{21} . Die Umwandlungsparameter reflektieren die Effizienz der Frequenzübersetzung zwischen den jeweiligen Seiten der Referenz-FTD.

[0024] Wie vorangehend erwähnt wurde, besitzt die Referenz-FTD vorzugsweise die gleiche Umwandlungseffizienz ($C_{21} = C_{12}$). Wenn dieser Zustand wahr ist, dann gilt in $|T| = 1$ und die nachfolgenden Vereinfachungen können durchgeführt werden:

$$|T_{mc}| = |A| \cdot |T| \cdot |B| = k^2 |A'| \cdot |B'|$$

$$k = \left(\frac{\beta^{f2}}{\alpha^{f12}} \right) \left(\frac{1}{E_{RR}^{f2}} \right); [A'] = \begin{bmatrix} \Delta_A & E_{DF}^{f2} \\ -E_{SF}^{f2} & 1 \end{bmatrix}; |B'| = \begin{bmatrix} \Delta_B & E_{SR}^{f2} \\ -E_{DR}^{f2} & 1 \end{bmatrix}$$

[0025] Um nach k und β/α aufzulösen, fährt die Ableitung wie folgt fort:

$$|T_{mc}| = \frac{S_{12mc}}{S_{21mc}}; |A'| = E_{RF}^{f12}; |B'| = E_{RR}^{f2}$$

$$k^2 = \frac{|T_{mc}|}{|A'| \cdot |B'|} = \frac{S_{12mc}}{S_{21mc} E_{RF}^{f12} E_{RR}^{f2}}$$

$$k = \pm \sqrt{\frac{S_{12mc}}{S_{21mc} E_{RF}^{f12} E_{RR}^{f2}}}; \frac{\beta^{f2}}{\alpha^{f21}} = k E_{RR}^{f2} \quad (Gl. 3)$$

[0026] Es wird darauf hingewiesen, dass das Vorzeichen des Parameters k üblicherweise bestimmt wird durch eine Annahme im Hinblick auf die Phase der Referenz-FTD. Die Vorwärtsübertragungsverfolgung und Rückwärtsübertragungsverfolgung kann dann wie folgt berechnet werden:

$$E_{TF} = k \left(\frac{E_{RR}}{1 - E_{DR} \Gamma_f} \right); E_{TR} = k \left(\frac{E_{RF}}{1 - E_{DF} \Gamma_f} \right) \quad (Gl. 4)$$

[0027] Dementsprechend wurden alle systematischen Fehlerterme bestimmt. Die Vektorfehlerkorrekturdaten des Netzwerkanalysators können unter Verwendung von Gleichung (4) aktualisiert werden. Der Vektornetzwerkanalysator ist dann bereit, um die FTDs von Interesse zu analysieren.

[0028] **Fig. 4** zeigt ein Flussdiagramm **500** gemäß einem repräsentativen Ausführungsbeispiel. Bei Schritt **401** werden typische Ein-Tor-Fehlerterme bestimmt, wie z. B. Richtwirkung, Quellenanpassung und Reflexionsverfolgung. Bei Schritt **402** wird eine Zwei-Tor-Kalibrierung ausgeführt, wobei ein Stimulussignal an die Tore einer Referenz-FTD angelegt wird und Messungen der Antwort der FTD an zwei entsprechenden Frequenzen erhalten werden. Die Referenz-FTD kann unbekannte Eingangs- und Ausgangs-Reflexionscharakteristika besitzen, durch Auswählen einer Referenz-FTD, die eine im Wesentlichen gleiche Umwandlungseffizienz der Vorwärts- und Rückwärts-Richtung besitzt. Bei Schritt **403** werden der k -Parameter und β/α -Term berechnet. Bei Schritt **404** werden die Vektorfehlerkorrekturdaten des Vektornetzwerkanalysators aktualisiert unter Verwendung dieser Terme (z. B. werden die Vorwärts- und Rückwärts-Verfolgungs-Fehlerterme berechnet). Bei Schritt **405** wird eine zu Testende FTD analysiert. Bei Schritt **406** werden die Daten, die der zu testenden FTD zugeordnet sind, gemäß einer Vektorfehlerkorrektur verarbeitet.

[0029] **Fig. 5** zeigt den Vektornetzwerkanalysator **500** gemäß einem darstellenden Ausführungsbeispiel. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, umfasst der Analysator **500** ein FTD-Empfänger-Teilmodul **501**. Das Empfänger-Teilmodul **501** ermöglicht vorzugsweise, dass Messungen in der Vorwärts- und Rückwärts-Richtung bei geeigneten entsprechenden Frequenzen ausgeführt werden. Der Analysator **500** umfasst ferner eine Kalibrierungslogik **502**, die als Prozessor-ausführbare Anweisungen, integrierte Schaltungsanordnung und/oder ähnliches implementiert sein kann. Die Kalibrierungslogik **502** kann herkömmliche Ein-Tor-Kalibrierungsverfahren ausführen. Ferner führt die Kalibrierungslogik **502** zusätzlich eine Zwei-Tor-Kalibrierung aus, unter Verwendung einer Unbekannter-Durchgang-Kalibrierungslogik **503**. Die Kalibrierungslogik **502** aktualisiert Fehlerterme **505** nach der Fertigstellung von Kalibrierungsverfahren. Wenn Messungsoperationen nachfolgend ausgeführt werden, wendet eine Vektorfehlerkorrekturlogik **504** Fehlerterme **505** an Messdaten an, um zu ermöglichen, dass FTD-Vorrichtungen auf genaue Weise sind eine Kalibrierungslogik **502** und eine Vektorfehlerkorrekturlogik **504** auf einem separaten System implementiert (z. B. einem Computer, der die Messdaten nachverarbeitet).

[0030] Einige darstellende Ausführungsbeispiele können eine Anzahl von Voreilen liefern. Zum Beispiel umfasst der Kalibrierungsprozess gemäß einigen darstellenden Ausführungsbeispielen relativ wenig Komplexität

und ist ähnlich zu Kalibrierungsverfahren, die für herkömmliche lineare Vorrichtungen verwendet werden. Ferner ermöglichen durch Verwenden einer Zwei-Tor-Kalibrierung einige darstellende Ausführungsbeispiele, dass ein größerer dynamischer Bereich eines Netzwerkanalysators für eine Analyse von FTDs verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren, das folgende Merkmale aufweist:

Anlegen eines Stimulussignals an eine Referenzfrequenzübersetzungsvorrichtung (FTD) (108) durch einen Vektornetzwerkanalysator (500) während einer Kalibrierung, wobei die Referenz-FTD eine gleiche Umwandlungseffizienz in einer Vorwärts- und Rückwärts-Richtung besitzt und die Referenz-FTD unbekannte Eingangs- und Ausgangs-Reflexionscharakteristika besitzt;
Messen einer Antwort der Referenz-FTD; und
Bestimmen von Vorwärts- und Rückwärts-Übertragungsverfolgungs-Fehlertermen (505) unter Verwendung von Daten aus der gemessenen Antwort und den Ein-Tor-Fehlerkalibrierungstermen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Daten aus der gemessenen Antwort eine schaltfehlerkorrigierte C_{12} -Datenmessung und eine schaltfehlerkorrigierte C_{21} -Datenmessung aufweisen.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem das Bestimmen folgenden Schritt aufweist:
Berechnen eines Parameters unter Verwendung von Daten aus der gemessenen Antwort, eines Vorwärtsreflexions-Fehlerterms und eines Rückwärtsreflexions-Fehlerterms.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, bei dem eine Größe des Parameters gleich einer Quadratwurzel ist aus:
einer schaltfehlerkorrigierten C_{12} -Datenmessung geteilt durch eine schaltfehlerkorrigierte C_{21} -Datenmessung, den Vorwärtsreflexions-Fehlerterm und den Rückwärtsreflexions-Fehlerterm.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Vorwärtsübertragungsverfolgungs-Fehlerterm berechnet wird unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung:

$$E_{TF} = k \left(\frac{E_{RR}}{1 - E_{DR} \Gamma_f} \right)$$

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Rückwärtsübertragungsverfolgungs-Fehlerterm berechnet wird unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung:

$$E_{TR} = k \left(\frac{E_{RF}}{1 - E_{DF} \Gamma_r} \right)$$

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Messen einer Antwort folgenden Schritt aufweist:

Messen von Signalen an zwei entsprechenden Frequenzen, die dem Stimulussignal und einem frequenzumgewandelten Signal entsprechen.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Aufwärtsumwandeln einer Ausgabe der Referenz-FTD um einen Betrag, der sich auf die Frequenzübersetzung bezieht, die durch die Referenz-FTD vor dem Ausführen der Messung ausgeführt wird.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Abwärtsumwandeln einer Ausgabe der Referenz-FTD um einen Betrag, der sich auf eine Frequenzübersetzung bezieht, die durch die Referenz-FTD vor dem Ausführen der Messung ausgeführt wird.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Messen folgenden Schritt aufweist:

Betreiben einer Mehrzahl von phasenkohärenten Mischern, um das Stimulussignal und ein frequenzumgewandeltes Signal aus der Referenz-FTD zu verarbeiten.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Ausführen einer Zwischenfrequenz-Filterung (IF-Filterung) an zumindest einer Seite der Referenz-FTD.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, das ferner folgende Schritte aufweist:

Anlegen eines Stimulussignals an eine zu testende FTD;

Messen einer Antwort der zu testenden FTD, um Testdaten zu erzeugen; und
Ausführen einer Vektorfehlerkorrektur an den Testdaten unter Verwendung der Vorwärts- und Rückwärts-Übertragungsverfolgungsterme.

13. System zum Bestimmen von Hochfrequenzcharakteristika (HF-Charakteristika) von Vorrichtungen, das folgende Merkmale aufweist:

eine Quelle (**107**) zum Anlegen eines Stimulussignals an eine Referenzfrequenzübersetzungsvorrichtung (FTD) (**108**) während eines Kalibrierungsmodus des Systems, wobei die Referenz-FTD eine gleiche Umwandlungseffizienz in der Vorwärts- und Rückwärts-Richtung besitzt und die Referenz-FTD unbekannte Eingangs- und Ausgangs-Reflexionscharakteristika besitzt;

eine Mehrzahl von Empfängern (**101–104**) zum Messen einer Antwort der Referenz-FTD auf das Stimulussignal; und

Logik zum Berechnen (**503**) von Vorwärts- und Rückwärts-Übertragungsverfolgungs-Fehlertermen unter Verwendung von Daten aus der gemessenen Antwort und den Ein-Tor-Fehlerkalibrierungstermen.

14. System gemäß Anspruch 13, bei dem die Antwortdaten eine schaltfehlerkorrigierte C_{12} -Datenmessung und eine schaltfehlerkorrigierte C_{21} -Datenmessung aufweisen.

15. System gemäß Anspruch 13 oder 14, bei dem die Logik zum Berechnen einen Parameter berechnet, unter Verwendung von Daten aus der gemessenen Antwort, einem Vorwärtsreflexionsfehlerterm und einem Rückwärtsreflexionsfehlerterm.

16. System gemäß Anspruch 15, bei dem eine Größe des Parameters gleich einer Quadratwurzel ist aus: einer schaltfehlerkorrigierten C_{12} -Datenmessung geteilt durch eine schaltfehlerkorrigierte C_{21} -Datenmessung, den Vorwärtsreflexions-Fehlerterm und den Rückwärtsreflexions-Fehlerterm.

17. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16, bei dem der Vorwärtsübertragungsverfolgungs-Fehlerterm berechnet wird unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung:

$$E_{TF} = k \left(\frac{E_{RR}}{1 - E_{DR} \Gamma_f} \right)$$

18. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 17, bei dem der Rückwärtsübertragungsverfolgungs-Fehlerterm berechnet wird unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung:

$$E_{TR} = k \left(\frac{E_{RF}}{1 - E_{DF} \Gamma_f} \right)$$

19. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 18, bei dem die Mehrzahl von Empfängern Signale an zwei entsprechenden Frequenzen misst, die dem Stimulussignal und einem frequenzumgewandelten Signal entsprechen.

20. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 19, das ferner folgendes Merkmal aufweist:
zumindest einen Aufwärtsumwandler zum Aufwärtsumwandeln einer Ausgabe der Referenz-FTD vor dem Verarbeiten durch einen der Mehrzahl von Empfängern, wobei der Aufwärtsumwandler einen Betrag einer Aufwärtsumwandlung anwendet, der sich auf einen Betrag der Frequenzübersetzung bezieht, die durch die Referenz-FTD ausgeführt wird.

21. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 19, das ferner folgendes Merkmal aufweist:
zumindest einen Abwärtsumwandler zum Abwärtsumwandeln einer Ausgabe der Referenz-FTD vor dem Verarbeiten durch einen der Mehrzahl von Empfängern, wobei der Abwärtsumwandler einen Betrag einer Abwärtsumwandlung anwendet, der sich auf einen Betrag einer Frequenzübersetzung bezieht, die durch die Referenz-FTD ausgeführt wird.

22. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 21, bei dem die Mehrzahl der Empfänger phasenverriegelte Empfänger sind.

23. System gemäß einem der Ansprüche 13 bis 22, das ferner folgendes Merkmal aufweist:

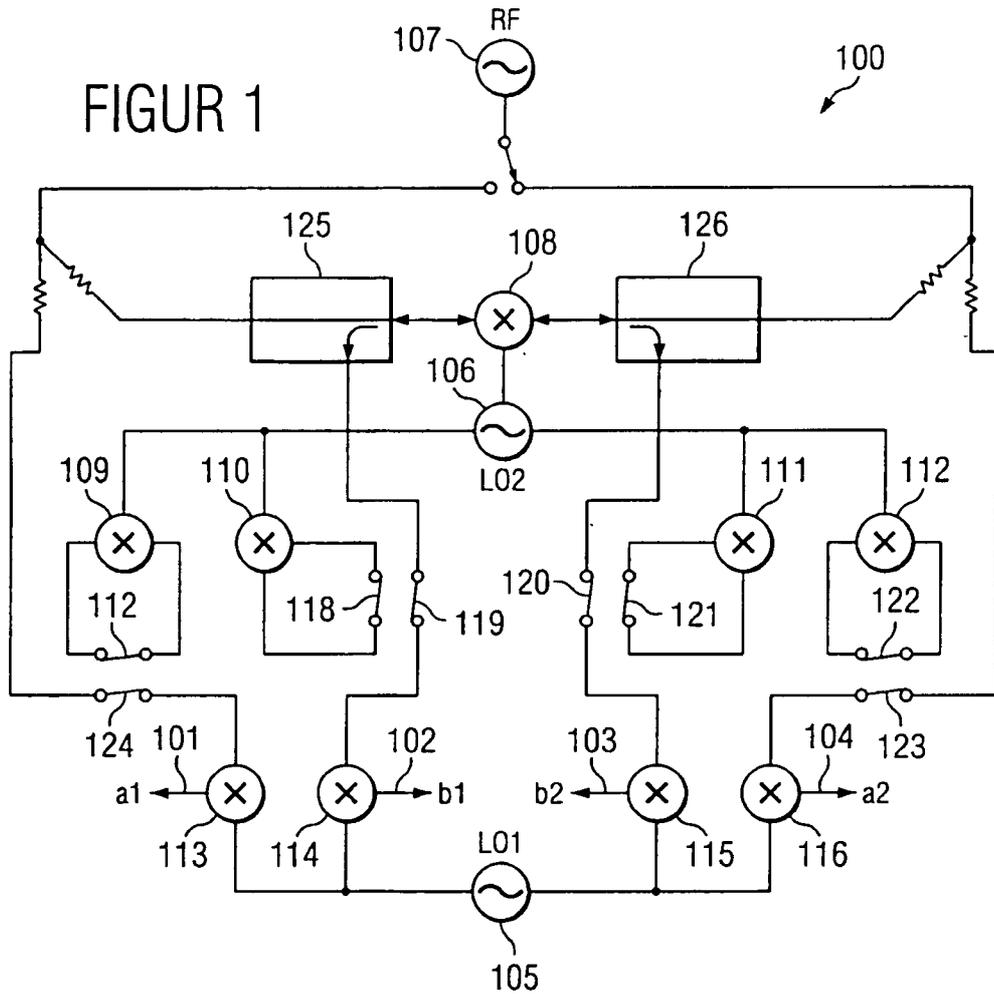
DE 10 2005 058 443 A1 2006.07.27

ein Zwischenfrequenzfilter (IF-Filter) zum Filtern einer Ausgabe der Referenz-FTD.

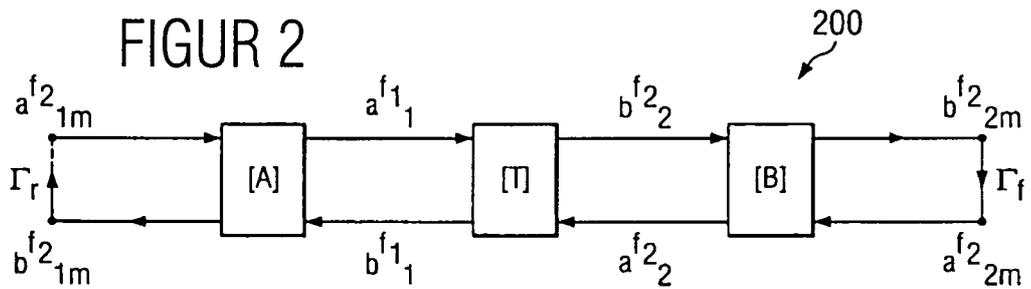
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

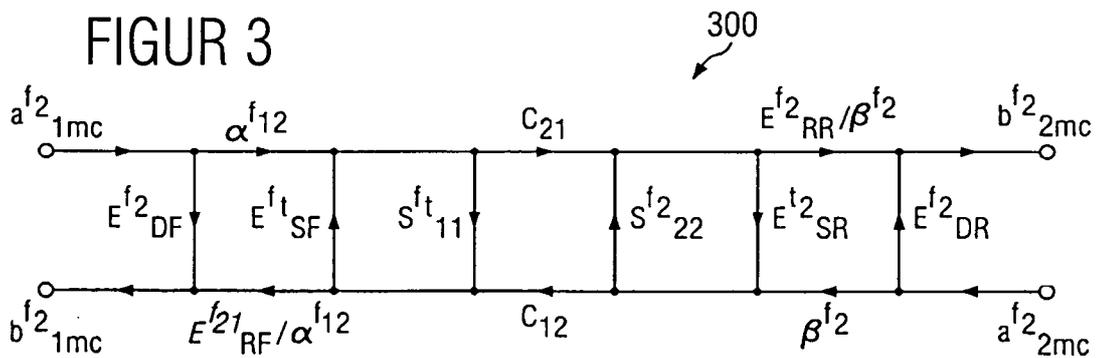
FIGUR 1



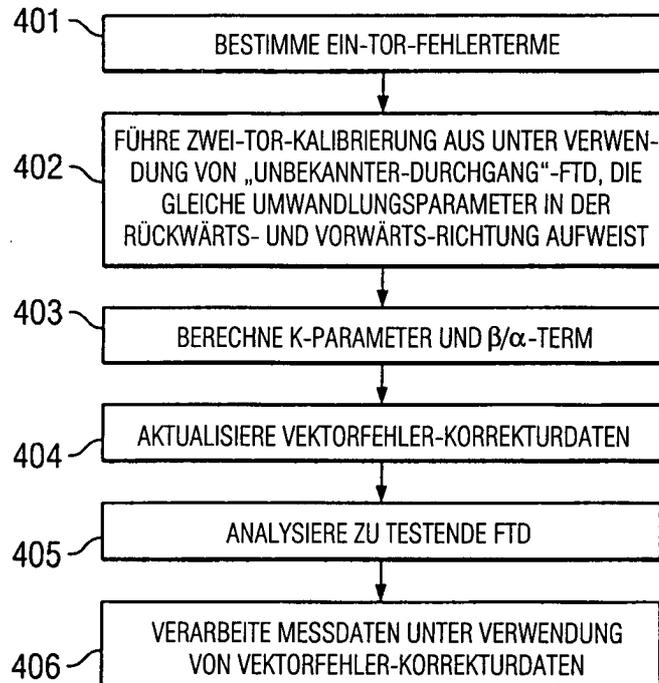
FIGUR 2



FIGUR 3



FIGUR 4



FIGUR 5

