

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-151027

(P2017-151027A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G O 1 R 27/28	(2006.01)	G O 1 R 27/28	T	2 G O 2 8
H O 4 B 3/46	(2015.01)	G O 1 R 27/28	Z	
		H O 4 B 3/46		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2016-35740 (P2016-35740)	(71) 出願人	000004226
(22) 出願日	平成28年2月26日 (2016.2.26)		日本電信電話株式会社
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号
		(71) 出願人	504132272
			国立大学法人京都大学
			京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正

最終頁に続く

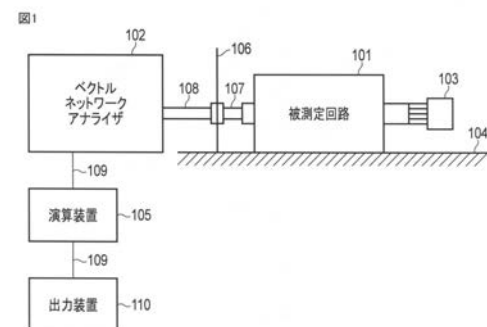
(54) 【発明の名称】 平衡度推定装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 中点タップ付きバランやL C Lプローブを用いる必要なく、安価に且つ高精度に平衡度を推定することが可能になる平衡度推定装置を提供する。

【解決手段】 金属板を介して接地した被測定回路101の未接続ポートを線路インピーダンスに等価の終端インピーダンス(Z_0)により終端し、前記被測定回路101の通過電力と反射電力の周波数特性をベクトルネットワークアナライザ102によりSパラメータとして測定する。そして、前記ベクトルネットワークアナライザ102により測定されたSパラメータ(散乱パラメータ)を、演算装置105によりZパラメータ(インピーダンスパラメータ)に変換し、前記被測定回路101を理想的なL C Lプローブで測定する場合の等価回路により得られるL C L(縦電圧変換損)の定義式に基づいて、前記変換されたZパラメータからL C Lを算出して推定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属板を介して接地され、未接続ポートを終端インピーダンスにより終端した被測定回路の S パラメータを測定するベクトルネットワークアナライザと、

前記ベクトルネットワークアナライザにより測定された S パラメータを Z パラメータに変換し、当該 Z パラメータから縦電圧変換損 (LCL) を算出する演算装置と、
を備えたことを特徴とする線路または装置の平衡度を推定する平衡度推定装置。

【請求項 2】

前記演算装置は、前記ベクトルネットワークアナライザにより測定された S パラメータを Z パラメータに変換し、前記被測定回路を LCL プロブで測定する場合の等価回路により得られる LCL (縦電圧変換損) の定義式に基づき、前記 Z パラメータから縦電圧変換損を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の平衡度推定装置。

【請求項 3】

前記被測定回路と前記ベクトルネットワークアナライザとは、前記被測定回路の接続ポートに接続された平衡伝送線路と、前記ベクトルネットワークアナライザの測定ポートに接続された不平衡伝送線路とを、コネクタ板を介して変換して接続する、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の平衡度推定装置。

【請求項 4】

金属板を介して接地され、未接続ポートを終端インピーダンスにより終端した被測定回路の S パラメータをベクトルネットワークアナライザにより測定し、

前記ベクトルネットワークアナライザにより測定された S パラメータを Z パラメータに変換し、当該 Z パラメータから縦電圧変換損 (LCL) を算出する、
ことを特徴とする平衡度推定方法。

【請求項 5】

前記 Z パラメータから縦電圧変換損 (LCL) を算出するには、前記被測定回路を LCL プロブで測定する場合の等価回路により得られる LCL (縦電圧変換損) の定義式に基づいて、前記 Z パラメータから縦電圧変換損を算出する、ことを特徴とする請求項 4 に記載の平衡度推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、平衡伝送線路およびそれが接続される装置に対し、伝達関数の測定により線路および装置の平衡度を精度よく推定する平衡度推定装置およびその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

通信ケーブルは、電話線のように 2 本の導線を 1 つのペアとして信号を送信、または Ethernet (登録商標) ケーブルのように複数のペアを束ね、ペアごとに信号を送受信することで、高速で大容量な通信を実現している。

【0003】

一方、通信ケーブルには接続された機器や周囲の環境によって、妨害波が直接注入されまたは誘導し、伝導妨害波として通信信号と干渉することで、通信品質の低下や通信断を招く可能性がある。これらの妨害波は一般的にコモンモード (2 線の導体に同相で電圧が印加された状態) で伝搬する。これに対して、通信信号は一般的にディファレンシャルモード (2 線の導体に逆相で電圧が印加された状態) で伝搬する。

【0004】

通信信号をディファレンシャルモードで伝送する理由は、妨害波がコモンモードで印加されるため、2 線の電位差から信号を検出するようにしておけば、妨害波成分をキャンセルすることができ、妨害波に対する耐力を高められることにある。

【0005】

前記 2 つの伝搬モードは、伝搬する 2 線の導体 (これらで構成される伝送線路および接

10

20

30

40

50

続機器を総称して回路と呼称する)がそれぞれ平衡かつ対象で同一とみなされる形態(電気的特性や敷設状態など)であれば、単一のモードで伝搬しモードが変化することはない。

【0006】

しかし、現実にはそのような理想的な線路や装置は存在しないため、例えば、ディファレンシャルモードが一部コモンモードに変化するなど、線路を伝搬する信号や妨害波のモード変換が発生する。また、線路に接続された装置(終端装置)においても平衡度に依存して信号や妨害波のモード変換が発生する。

【0007】

このようなモード変換の変換係数を表す指標として平衡度が用いられており、この平衡度は、例えば、縦電圧変換損(LCL: Longitudinal Conversion Loss)としてITU-T勧告0.9において、式(1)で定義されている(例えば、非特許文献1参照。)

【0008】

【数1】

$$LCL \equiv 20 \log \left| \frac{V_L}{V_T} \right| \quad [\text{dB}] \quad \text{式(1)}$$

【0009】

ここで、 V_L は2線の導体の中点と基準電位との間に生じる電圧であり、 V_T は2線の導体間に生じる電圧である。これらの電圧は、中点タップ付きバランやLCLプローブを被測定回路に接続し、ベクトルネットワークアナライザ等によって測定される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】ITU-T Recommendation 0.9, "Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth," 1999.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

電気機器に接続された伝送線路に発生する伝導妨害波を測定する場合、伝送線路上に結合減結合回路(CDN)やインピーダンス安定化回路網(ISN)など、平衡度の高い回路を挿入して妨害波電圧等の測定が行われる。

【0012】

しかしながら、前記CDNやISNなど平衡度の高い回路を挿入して測定する場合は、平衡度が極めて高い中点タップ付きバランやLCLプローブ(ディファレンシャルモード・チョーク)が必要となる。これを実現しようとする、コイル間結合係数を"1"にできないなどの理由のため、前記中点タップ付きバランやLCLプローブが非常に高価になる課題があった。

【0013】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、中点タップ付きバランやLCLプローブを用いる必要なく、安価に且つ高精度に平衡度を推定することが可能になる線路および装置の平衡度推定装置およびその方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明に係る線路および装置の平衡度推定装置は、金属板を介して接地され、未接続ポートを終端インピーダンスにより終端した被測定回路のSパラメータを測定するベクトルネットワークアナライザと、前記ベクトルネットワークアナライザにより測定されたSパラメータをZパラメータに変換し、当該Zパラメータから縦電圧変換損(LCL)を算出する演算装置と、を備えたことを特徴としている。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、中点タップ付きバランやLC Lプローブを用いる必要なく、安価に且つ高精度に平衡度を推定することが可能になる平衡度推定装置およびその方法を提供することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の平衡度推定装置の一実施形態に係る平衡度推定装置の測定系の構成を示すブロック図。

【図2】被測定回路101の測定系をLC Lプローブ（デファレンシャルモードチョーク）により構成したと仮定した当該測定系の等価回路を示す図。

【図3】被測定回路としてインピーダンス安定化回路網（LC L：65dB）を対象とし、本実施形態の平衡度測定装置により推定したLC Lの推定値とLC Lプローブを用いて測定したLC Lの実測値とを対比して示す例示図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下図面により本発明の実施の形態について説明する。

【0018】

図1は、本発明の平衡度推定装置の一実施形態に係る平衡度推定装置の測定系の構成を示すブロック図である。

【0019】

この平衡度推定装置は、2線の導体をポートとする被測定回路101の測定系を、充分な大きさの金属板104上に設置し、当該被測定回路101の筐体と金属板104とを接続して接地する。

【0020】

次に、前記被測定回路101の各ポートに対してベクトルネットワークアナライザ102を、コネクタ板106を介して接続する。このコネクタ板106は、被測定回路101に接続される伝送線路107が平衡線路である一方、前記ベクトルネットワークアナライザ102に接続される伝送線路108が不平衡線路（同軸ケーブル）であるため、両者間を変換する機能を果たす。

【0021】

前記ベクトルネットワークアナライザ102は、前記被測定回路101の通過電力と反射電力を位相と同時にSパラメータ（散乱パラメータ）の周波数特性として測定し、その測定値（Sパラメータ）を、通信ケーブル109を介して演算装置105へ出力する。

【0022】

なお、前記被測定回路101の各ポートのうち、前記ベクトルネットワークアナライザ102に未接続のポートについては、線路インピーダンスと等価な終端インピーダンス（ Z_0 ）103で線間を終端する。

【0023】

前記演算装置105は、前記ベクトルネットワークアナライザ102から入力された測定結果のSパラメータを、Zパラメータ（インピーダンスパラメータ）に変換する。そして、前記変換されたZパラメータと、前記被測定回路101の測定系を平衡度の高い理想的なLC Lプローブにより構成したと仮定して当該測定系を等価回路で表した場合のLC Lの定義式に基づいて、LC L（縦電圧変換損）を算出して推定し、算出されたLC Lを、通信ケーブル109を介して出力装置110へ出力する。

【0024】

図2は、被測定回路101の測定系をLC Lプローブ（デファレンシャルモードチョーク）により構成したと仮定した当該測定系の等価回路を示す図である。

【0025】

前記出力装置110は、前記演算装置105から入力されたLC L（縦電圧変換損）を

10

20

30

40

50

、前記被測定回路 101 の平衡度として周波数特性の表示やプリント等により出力する。

【0026】

次に、前記構成による平衡度推定装置の動作について説明する。

【0027】

前記平衡度推定装置による被測定回路 101 の測定系において、ベクトルネットワークアナライザ 102 により被測定回路 101 のポート間の S パラメータの周波数特性を測定し、測定された S パラメータの周波数特性を演算装置 105 へ出力する。

【0028】

前記演算装置 105 は、前記ベクトルネットワークアナライザ 102 から入力された S パラメータの測定値から、LCL（縦電圧変換損）を以下の手順で算出して推定する。

10

【0029】

まず、図 2 に示すように、LCL 測定系の等価回路において、 $Z_a = Z_T / 4$ とし、被測定回路 101 の等価回路を T 型回路で表した場合、前記式 (1) で定義されている LCL は、式 (2) で表される。

【0030】

【数 2】

$$LCL = 20 \log \left| -\frac{(Z_1 - Z_2)}{2Z_T} + \frac{[Z_1 + Z_2 + 4(Z_a + Z_L)](Z_1 + Z_2 + Z_T)}{2Z_T(Z_1 - Z_2)} \right| \quad [\text{dB}] \quad \text{式 (2)}$$

20

【0031】

次に、前記ベクトルネットワークアナライザ 102 により測定されて入力された S パラメータを、式 (3) により Z パラメータに変換する。

【0032】

【数 3】

$$\begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} = \frac{Z_0}{\Delta S} \begin{pmatrix} (1 + S_{11})(1 - S_{22}) + S_{12}S_{21} & 2S_{12} \\ 2S_{21} & (1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21} \end{pmatrix} \quad \text{式 (3)}$$

ここで、 $\Delta S = (1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}$ である。

30

【0033】

ここで、前記変換された Z パラメータから、前記図 2 で示した被測定回路（等価回路）101 のインピーダンス Z_1 、 Z_2 、 Z_L を、式 (4) により算出する。

【0034】

【数 4】

$$\begin{aligned} Z_1 &= Z_{11} - Z_{12} \\ Z_2 &= Z_{22} - Z_{12} \\ Z_L &= Z_{12} \end{aligned} \quad \text{式 (4)}$$

40

【0035】

そして、前記式 (4) により算出された被測定回路（等価回路）101 のインピーダンス Z_1 、 Z_2 、 Z_L と前記 LCL 測定系（等価回路）のインピーダンス Z_T 、 Z_a とを、前記式 (2) に代入して LCL（縦電圧変換損）を算出する。

【0036】

前記演算装置 105 により算出されて推定された LCL は、出力装置 110 により LCL の周波数特性として表示やプリントにより出力される。

【0037】

図 3 は、被測定回路としてインピーダンス安定化回路網（LCL：65dB）を対象とし

50

、本実施形態の平衡度測定装置により推定したLC Lの推定値とLC Lプローブを用いて測定したLC Lの実測値とを対比して示す例示図である。

【0038】

図3に示すように、本実施形態の平衡度測定装置によるLC Lの推定結果とLC LプローブによるLC Lの実測結果とはほぼ同じ特性を示しており、本実施形態の平衡度測定装置による平衡度推定方法が実質的に有効であることを確認できる。

【0039】

したがって、前記構成の平衡度推定装置によれば、金属板104を介して接地した被測定回路101の未接続ポートを線路インピーダンスに等価の終端インピーダンス(Z_0)103により終端し、前記被測定回路101の通過電力と反射電力の周波数特性をベクトルネットワークアナライザ102によりSパラメータとして測定する。そして、前記ベクトルネットワークアナライザ102により測定されたSパラメータ(散乱パラメータ)を、演算装置105によりZパラメータ(インピーダンスパラメータ)に変換し、前記被測定回路101をLC L測定系の等価回路として仮定した場合の当該LC Lの定義式に基づいて、前記変換されたZパラメータから縦電圧変換損(LC L)を算出して推定する。

【0040】

これにより、平衡度の高い極めて高価な中点タップ付きバランやLC Lプローブを用いる必要なく、簡易な測定系で高精度に伝送線路の平衡度の推定および評価が可能になる。

【0041】

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。さらに、前記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されたり、幾つかの構成要件が異なる形態にして組み合わせられても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除されたり組み合わせられた構成が発明として抽出され得るものである。

【符号の説明】

【0042】

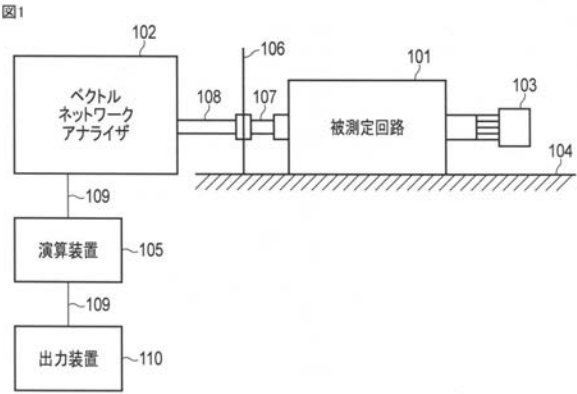
- 101 …被測定回路
- 102 …ベクトルネットワークアナライザ
- 103 …終端インピーダンス
- 104 …金属板
- 105 …演算装置
- 106 …コネクタ板
- 107 …伝送線路(平衡線路)
- 108 …同軸ケーブル(不平衡線路)
- 109 …通信ケーブル
- 110 …出力装置

10

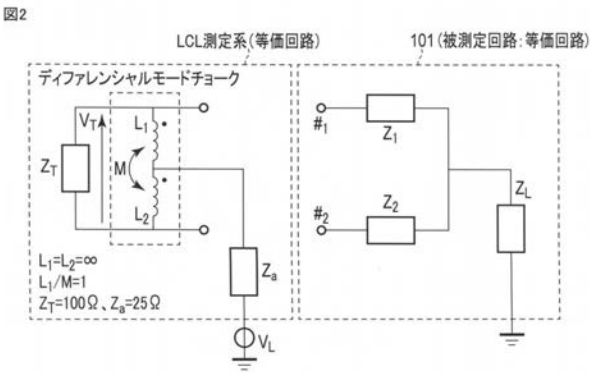
20

30

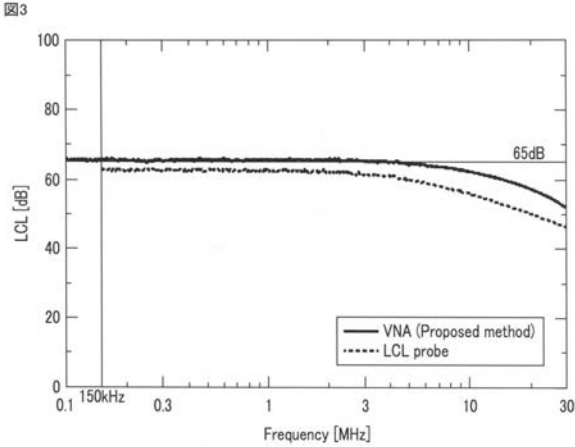
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 高谷 和宏
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 奥川 雄一郎
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 岡本 健
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 和田 修己
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- (72)発明者 松嶋 徹
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- (72)発明者 杉浦 行
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- Fターム(参考) 2G028 AA01 BF06 CG22 DH14 LR09