

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-521980

(P2014-521980A)

(43) 公表日 平成26年8月28日(2014.8.28)

(51) Int.Cl.  
G01R 15/04 (2006.01)

F I  
G O 1 R 15/04

テーマコード (参考)  
2 G O 2 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

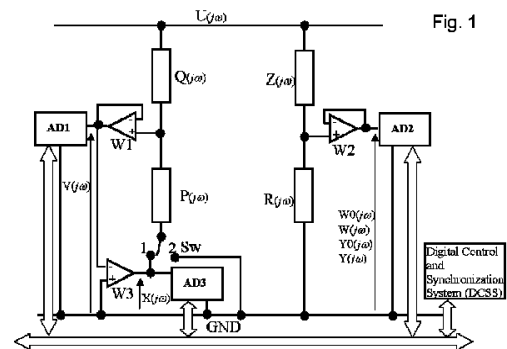
(21) 出願番号 特願2014-525467 (P2014-525467)  
 (86) (22) 出願日 平成24年8月17日 (2012.8.17)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年4月4日 (2014.4.4)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/066147  
 (87) 国際公開番号 W02013/026805  
 (87) 国際公開日 平成25年2月28日 (2013.2.28)  
 (31) 優先権主張番号 P.396031  
 (32) 優先日 平成23年8月19日 (2011.8.19)  
 (33) 優先権主張国 ポーランド (PL)

(71) 出願人 514033448  
 アカデミア ゴルニツォーハットニツァ  
 アイエム. スタニスラワ スタシツァ  
 ダブリュー クラクフィ  
 ポーランド共和国、ピーエル-30-05  
 9 クラクフ エーエル. ミツキエビツ  
 ア 30  
 (74) 代理人 110000877  
 龍華国際特許業務法人  
 (72) 発明者 ナビエック、イエジー  
 ポーランド共和国、ピーエル-30-05  
 9 クラクフ エーエル. ミツキエビツ  
 ア 30 アカデミア ゴルニツォーハッ  
 トニツァ アイエム. スタニスラワ ス  
 タシツァ ダブリュー クラクフィ内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高電圧を測定する補正済み周波数特性を有する適応型分圧器

(57) 【要約】

グラウンド端子GNDと測定端子Uとの間の高電圧を測定する適応型分圧器。この適応型分圧器は第1の分岐部を備え、この第1の分岐部は、グラウンド端子GNDと測定端子Uとの間に接続される分圧器回路を形成するインピーダンス素子Z、Rの第1のセットと、第1の分岐部のインピーダンス素子Z、Rの一方の電圧を測定するように構成される電圧計AD2を備える。さらに、適応型分圧器は第2の分岐部を備え、この第2の分岐部は、インピーダンス素子Q、Pの第2のセットであって、グラウンド端子GNDと測定端子Uとの間に接続され、複数の構成の間で切換え可能であり、少なくとも1つの構成において、このインピーダンス素子Q、Pの第2のセットは分圧器回路を形成する、インピーダンス素子Q、Pの第2のセットと、第2の分岐部のインピーダンス素子Q、Pの少なくとも一方の電圧を測定するように構成される電圧計AD1、AD3とを備える。さらに、制御回路DCSSは、第2の分岐部の構成を第2の分岐部の複数の構成の間で連続的に切換え、それにより、第1の分岐部のインピーダンス素子Z、Rの値と第2の分岐



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

グラウンド端子 ( G N D ) と測定端子 ( U ) との間の高電圧を測定する適応型分圧器であって、

第 1 の分岐部であって、該第 1 の分岐部は、前記グラウンド端子 ( G N D ) と前記測定端子 ( U ) との間に接続される分圧器回路を形成するインピーダンス素子 ( Z 、 R ) の第 1 のセットと、前記第 1 の分岐部の前記インピーダンス素子 ( Z 、 R ) の一方の電圧を測定するように構成される電圧計 ( A D 2 ) とを有する、第 1 の分岐部と、

第 2 の分岐部であって、該第 2 の分岐部は、インピーダンス素子 ( Q 、 P ) の第 2 のセットであって、前記グラウンド端子 ( G N D ) と前記測定端子 ( U ) との間に接続され、複数の構成の間で切換え可能であり、少なくとも 1 つの構成において、該インピーダンス素子 ( Q 、 P ) の第 2 のセットは分圧器回路を形成する、インピーダンス素子 ( Q 、 P ) の第 2 のセットと、前記第 2 の分岐部の前記インピーダンス素子 ( Q 、 P ) の少なくとも一方の電圧を測定するように構成される電圧計 ( A D 1 、 A D 3 ) を有する、第 2 の分岐部と、

制御回路 ( D C S S ) であって、該制御回路 ( D C S S ) は、該第 2 の分岐部の構成を前記第 2 の分岐部の前記複数の構成の間で連続的に切換えることで、前記第 1 の分岐部のインピーダンス素子 ( Z 、 R ) の値と前記第 2 の分岐部のインピーダンス素子 ( Q 、 P ) の値との間の関係が、前記電圧計 ( A D 1 、 A D 2 、 A D 3 ) の出力の関数として前記第 2 の分岐部の連続的な構成について決定されることができ、且つ、前記適応型分圧器の総合トランスミタンスが、前記電圧計 ( A D 1 、 A D 2 、 A D 3 ) の出力の関数として任意の時点に決定されることができるよう構成される、制御回路と、  
を備える適応型分圧器。

## 【請求項 2】

前記第 1 の分岐部は、ボルテージフォロアー ( W 2 ) が接続される第 2 のインピーダンス素子 ( R ) と直列に接続される第 1 のインピーダンス素子 ( Z ) を有し、前記ボルテージフォロアー ( W 2 ) は電圧計 ( A D 2 ) に更に接続され、

前記第 2 の分岐部は、ボルテージフォロアー ( W 1 ) が接続される第 2 のインピーダンス素子 ( P ) と直列に接続される第 1 のインピーダンス素子 ( Q ) を有し、前記ボルテージフォロアー ( W 1 ) は電圧計 ( A D 1 ) に更に接続され、前記第 2 の分岐部は、前記インピーダンス素子 ( P ) の第 2 の端子を、前記グラウンド端子 ( G N D ) 又は増幅器 ( W 3 ) の出力に切換え可能に接続するスイッチ ( S w ) を更に有し、前記増幅器 ( W 3 ) の前記出力は電圧計 ( A D 3 ) に接続される、請求項 1 に記載の適応型分圧器。

## 【請求項 3】

前記第 2 の分岐部は、

前記スイッチ ( S w ) が前記インピーダンス素子 ( P ) を前記グラウンドに接続する第 1 の構成と、

前記スイッチ ( S w ) が前記インピーダンス素子 ( P ) を前記増幅器 ( W 3 ) の前記出力に接続する第 2 の構成と、

の間で切換え可能である、請求項 2 に記載の適応型分圧器。

## 【請求項 4】

前記第 1 の分岐部は、電圧計 ( A D 2 ) が接続される第 2 のインピーダンス素子 ( R ) と直列に接続される第 1 のインピーダンス素子 ( Z ) を有し、

前記第 2 の分岐部は、スイッチ ( S q 、 S t p 、 S w ) によって少なくとも 3 つの構成に接続可能な少なくとも 3 つのインピーダンス ( Q 、 T 、 P ) を有し、第 1 の構成は、前記第 1 のインピーダンス ( Q ) と前記第 2 のインピーダンス ( T ) との直列接続を含み、第 2 の構成は、前記第 1 のインピーダンス ( Q ) と第 3 のインピーダンス ( P ) との直列接続を含み、第 3 の構成は、前記少なくとも 3 つのインピーダンス ( Q 、 T 、 P ) の全ての直列接続を含む、請求項 1 に記載の適応型分圧器。

## 【請求項 5】

前記第2の分岐部は、第2のスイッチ(Sw)によって前記グラウンド端子(GND)に接続される共通端子を有する第2のインピーダンス(T)と第3のインピーダンス(P)との間で切換え可能なセクタ端子を有する第1のセクタスイッチ(Sq)と直列接続される第1のインピーダンス(Q)を有し、前記第2の分岐部は、前記第1のセクタスイッチ(Sq)の前記セクタ端子と前記グラウンド端子(GND)との間に第3のスイッチ(Stp)を更に有する、請求項4に記載の適応型分圧器。

【請求項6】

CMRRの影響を最小にするように、前記第2のインピーダンス(T)と前記第3のインピーダンス(P)との直列接続と並列に前記第3の構成で接続可能な回路(Ww、Wi、T1、P1)を更に備える、請求項5に記載の適応型分圧器。

10

【請求項7】

前記第1の分岐部及び前記第2の分岐部はそれぞれ、複数の相互ロード式分圧器で形成するチェーンを有する、請求項1から6の何れか1項に記載の適応型分圧器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高電圧を測定する補正済み周波数特性を有する適応型分圧器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来に分圧器(抵抗性、誘導性、又は容量性)は、以下で更に論じるように幾つかの欠点を有する。

20

【0003】

第1に、分圧比は、部品経年変化又は温度、湿度若しくは環境汚染等の周囲条件によって時間的に変動する。例えば、空気湿度の変化は、分圧器インピーダンスを短絡する漏洩抵抗の変化を引起し、それにより、制御されない分圧比の変化をもたらす。同様に、分圧器素子を短絡する外部汚染物質(埃、脂質)は、制御されない分圧比の変化をもたらす。さらに、分圧器に有限インピーダンスをロードすることもまた、分圧比を変化させる。

【0004】

同様に、分圧器の動的特性が変化し易い。抵抗部品以外に、各分圧器は、寄生リアクタンス要素を含む。誘導性分圧器は、本質的にリアクタンス素子を備える。寄生キャパシタンスの容量は、分圧器近傍における外部の導体の存在又は再配置によって制御されない方法で変動している。分圧器の素子の熱膨張による分圧器幾何形状の変化は、分圧器内に存在する容量の変化をもたらす。制御されない容量の変化は、温度及び湿度によって、又は更に、空気誘電率に対する空気圧力の影響によって引起され得る。

30

【0005】

さらに、誘電体材料の経年変化もまた、制御されないキャパシタンスの変化をもたらす。それぞれの伝導素子がインダクタンスを有するため、主回路と主回路の近傍の伝導素子との間で未決定の寄生磁気結合が常に発生する。寄生キャパシタンス又はインダクタンスは、共振回路を形成し、共振回路は、特に高調波を含む信号について、分圧器計量特性を実質的に変化させる。分圧器の振幅及び周波数特性を実質的に歪ませる誘導性分圧器における鉄共振の発生についての知られている事例が存在する。

40

【0006】

したがって、これらの欠点の少なくとも一部を回避する適応型分圧器を開発することが目的になかった。

【0007】

特許文献1の明細書から、高電圧オシロスコープ試験プローブが知られており、そのプローブの高品質の絶縁は、分圧器がその中に閉鎖される容器を部分的に充填する誘電性流体によって提供される。使用されるフロン誘電性流体の沸点が+4.1であるため、容器の残りの部分は、所定圧力下の誘電性流体蒸気を充填される。そのため、分圧器周囲の絶縁強度は、空気の絶縁強度に対して数倍増加する。プローブは、周波数範囲DC~70

50

MHz 内で最大 30 kV の高電圧及び約 3.3 ナノ秒の立上り時間を測定することを可能にする。

【0008】

特許文献 2 から、電気トラクションライン内の電圧及び電流歪因子を無接触で測定する方法が知られており、電気トラクションライン内で、電界センサ及び磁界センサが、2メートルのロッドの端部に固定され、トロリーワイヤの下に設置される。両方のセンサの信号は、同期した記録及び信号のスペクトル解析がそれによって実施されるコンピュータに接続された 2 チャネルオシロスコープの入力に印加される。

【0009】

特許文献 1 によるプローブの欠点は、プローブ内に指定量のフロンを維持する必要性である。一方、ポリマ絶縁材料は、不可避的な表面電流のため、変動する周囲条件（湿度、埃）下で、安定したキャパシタンス及びコンダクタンスパラメータを保証しない。これは、プローブの静的特性と周波数計量特性の両方の制御されない変化をもたらす。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】米国特許第 3,256,484 号

【特許文献 2】露国特許出願第 2399920 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

本発明の目的は、グラウンド端子 (GND) と測定端子 (U) との間の高電圧を測定する適応型分圧器である。この分圧器は第 1 の分岐部を備え、この第 1 の分岐部は、グラウンド端子 (GND) と測定端子 (U) との間に接続される分圧器回路を形成するインピーダンス素子 (Z、R) の第 1 のセットと、第 1 の分岐部のインピーダンス素子 (Z、R) の一方の電圧を測定するように構成される電圧計 (AD2) とを備える。さらに、この分圧器は第 2 の分岐部を備え、この第 2 の分岐部は、インピーダンス素子 (Q、P) の第 2 のセットであって、グラウンド端子 (GND) と測定端子 (U) との間に接続され、複数の構成の間で切換え可能であり、少なくとも 1 つの構成において、このインピーダンス素子 (Q、P) の第 2 のセットは分圧器回路を形成する、インピーダンス素子 (Q、P) の第 2 のセットと、第 2 の分岐部のインピーダンス素子 (Q、P) の少なくとも一方の電圧を測定するように構成される電圧計 (AD1、AD3) とを備える。さらに、この分圧器は制御回路 (DCSS) を備え、この制御回路 (DCSS) は、第 2 の分岐部の構成を第 2 の分岐部の複数の構成の間で連続的に切換え、それにより、第 1 の分岐部のインピーダンス素子 (Z、R) の値と第 2 の分岐部のインピーダンス素子 (Q、P) の値との間の関係が、電圧計 (AD1、AD2、AD3) の出力の関数として第 2 の分岐部の連続的な構成について決定されることができ、また、分圧器の総合トランスミタンスが、電圧計 (AD1、AD2、AD3) の出力の関数として任意の時点に決定されることができるよう構成される。

30

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

第 1 の分岐部は、ボルテージフォロアー (W2) が接続される第 2 のインピーダンス素子 (R) と直列に接続される第 1 のインピーダンス素子 (Z) を備えることができ、ボルテージフォロアー (W2) は電圧計 (AD2) に更に接続され、

第 2 の分岐部は、ボルテージフォロアー (W1) が接続される第 2 のインピーダンス素子 (P) と直列に接続される第 1 のインピーダンス素子 (Q) を備えることができ、ボルテージフォロアー (W1) は電圧計 (AD1) に更に接続され、第 2 の分岐部は、インピーダンス素子 (P) の第 2 の端子を、グラウンド端子 (GND) 又は増幅器 (W3) の出力に切換え可能に接続するスイッチ (Sw) を更に備え、増幅器 (W3) の出力は電圧計 (AD3) に接続される。第 2 の分岐部は、スイッチ (Sw) がインピーダンス素子 (P

50

)をグラウンドに接続する第1の構成と、スイッチ(Sw)がインピーダンス素子(P)を増幅器(W3)の出力に接続する第2の構成との間で切換え可能とすることができる。

【0013】

第1の分岐部は、電圧計(AD2)が接続される第2のインピーダンス素子(R)と直列に接続される第1のインピーダンス素子(Z)を備えることができ、

第2の分岐部は、スイッチ(Sq、Stp、Sw)によって少なくとも3つの構成に接続可能な少なくとも3つのインピーダンス(Q、T、P)を備えることができ、第1の構成は、第1のインピーダンス(Q)と第2のインピーダンス(T)との直列接続を備え、第2の構成は、第1のインピーダンス(Q)と第3のインピーダンス(P)との直列接続を備え、第3の構成は、3つ全てのインピーダンス(Q、T、P)の直列接続を備える。

10

【0014】

第2の分岐部は、第2のスイッチ(Sw)によってグラウンド端子(GND)に接続される共通端子を有する第2のインピーダンス(T)と第3のインピーダンス(P)との間で切換え可能なセクタ端子を有する第1のセクタスイッチ(Sq)と直列接続される第1のインピーダンス(Q)を備え、第2の分岐部は、第1のセクタスイッチ(Sq)のセクタ端子とグラウンド端子(GND)との間に第3のスイッチ(Stp)を更に備える。分圧器は、CMRRの影響を最小にするために、第2のインピーダンス(T)と第3のインピーダンス(P)との直列接続と並列に第3の構成で接続可能な回路(Ww、Wi、T1、P1)を更に備えることができる。

20

【0015】

第1の分岐部及び第2の分岐部はそれぞれ、相互ロード式分圧器のチェーンを備えることができる。

【0016】

本発明による分圧器のそれぞれの実施形態についての切換え可能な分岐部の比の決定は、分圧器の従来(切換え不能な)分岐部の比の決定と第1の実施形態の説明で与えられる関係の使用を同時に可能にする。

【0017】

例示的な実施形態の本発明による適応型分圧器が図面以示される。

【図面の簡単な説明】

30

【0018】

【図1】本発明による適応型分圧器の第1の例示的な実施形態を示す図である。

【図2】本発明による適応型分圧器の第2の例示的な実施形態を示す図である。

【図3】本発明による適応型分圧器の第3の例示的な実施形態を示す図である。

【図4】本発明による適応型分圧器の第4の例示的な実施形態を示す図である。

【図5】第4の実施形態においてCMRRの悪い影響をなくす概念を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の第1の実施形態

第1の例示的な実施形態による、高電圧を測定する補正済み周波数特性を有する適応型分圧器が図1に示される。適応型分圧器は2つの分岐部を備え、第1の分岐部では、分圧器は、第1のボルテージフォロアーに接続されるインピーダンスQ(j)及びインピーダンスP(j)を有し、第1のボルテージフォロアーの出力は第1のアナログ-デジタルコンバータに更に接続され、一方、分圧器の第2の分岐部では、分圧器は、第2のボルテージフォロアーに接続される直列接続されるインピーダンスZ(j)及びインピーダンスR(j)を有し、第2のボルテージフォロアーの出力は第2のアナログ-デジタルコンバータに更に接続される。適応型分圧器は、インピーダンスP(j)をゼロ電位端子から外すことを可能し、インピーダンスP(j)を増幅器出力に接続するスイッチSwを更に備え、増幅器の出力は第3のアナログ-デジタルコンバータに接続される。

40

【0020】

50

適応型分圧器は、インピーダンス  $Q(j)$  を備え、インピーダンス  $Q(j)$  の一端は、高入力抵抗を有する演算増幅器を使用する第1のボルテージフォロア  $W1$  の非反転入力に接続され、さらに、インピーダンス  $Q(j)$  はインピーダンス  $P(j)$  の第1の端部に接続される。第1のボルテージフォロア  $W1$  の出力は、第1の電圧計、すなわちアナログ - デジタルコンバータ  $AD1$  に接続される。インピーダンス  $P(j)$  を、スイッチ  $Sw$  によって、スイッチ  $Sw$  の第2の位置ではゼロ電位端子に、又は、スイッチ  $Sw$  の第1の位置では増幅器  $W3$  の出力に接続することができる。増幅器  $W3$  の非反転入力ゼロ電位端子と同様に接続され、一方、上記増幅器  $W3$  の反転入力が増幅器  $W1$  の出力に接続されるため、スイッチ  $Sw$  の第1の位置では、出力がインピーダンス  $P(j)$  に接続される増幅器  $W3$  は、反転増幅器として機能し、反転増幅器の出力は第3のアナログ - デジタルコンバータ  $AD3$  に接続される。第2の分岐部では、インピーダンス  $Z(j)$  は、その電圧が測定される導体、インピーダンス  $R(j)$ 、及び、その出力が第2のアナログ - デジタルコンバータ  $AD2$  に接続される第2のボルテージフォロア  $W2$  の入力に同様に接続される。

10

## 【0021】

交流電圧が、インピーダンス  $Z(j)$ 、 $R(j)$  を有するインピーダンス分圧器によって測定され、使用されるインピーダンスの比が、反転増幅器  $W3$  の出力電圧の更なる測定から計算される。そのため、分圧器回路で使用される両方のインピーダンスの値を知ることには必要でない。

20

## 【0022】

4フェーズからなる測定シーケンスの実行の結果として、未知の値のインピーダンス  $Z(j)$ 、 $R(j)$  の構成を含む分圧器の実際の伝達関数が決定される。

## 【0023】

測定プロセスは、以下のフェーズを含む。

## 【0024】

## フェーズ1

スイッチ  $Sw$  は位置2にセットされる。

アナログ - デジタルコンバータ  $AD1$  は、指定数  $N$  の電圧サンプルを採取し、指定数  $N$  の電圧サンプルから、 $V(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルが決定される。

アナログ - デジタルコンバータ  $AD2$  は、指定数  $N$  の電圧サンプルを採取し、指定数  $N$  の電圧サンプルから、 $W(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルが決定される。

30

これらの測定は同時に実施される。すなわち、両方の測定経路内の電圧サンプルは、同じ瞬間に採取される。

両方のアナログ - デジタルコンバータ  $AD1$  及び  $AD2$  は、同期して動作する。

残りの電圧  $X(j)$ 、 $Y(j)$ 、 $W0(j)$ 、及び  $Y0(j)$  は、このフェーズでは重要でない。 $N$  は、デジタル制御及び同期化システムによってソフトウェアで決定されるパラメータである。

採取されるサンプルの数  $N$  は、サンプリングされる信号の少なくとも1サイクル内に存在する全ての調波についてフーリエ解析を可能にすべきである。例えば、信号サンプリング周波数  $50\text{kHz}$  は、 $50\text{Hz}$  信号の単一サイクル中に  $1000$  サンプルを採取することを可能にする。

40

## 【0025】

## フェーズ2

スイッチ  $Sw$  は位置1に切換えられる。

このフェーズでは、 $AD2$  によって  $N$  個の電圧サンプルを記録すること及び  $W0(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルを決定することが重要である。

## 【0026】

## フェーズ3

スイッチ  $Sw$  は位置1にセットされる。

アナログ - デジタルコンバータ  $AD3$  は、指定数  $N$  の電圧サンプルを採取し、指定数  $N$

50

の電圧サンプルから、 $X(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルが決定される。

アナログ - デジタルコンバータ A D 2 は、指定数 N の電圧サンプルを採取し、指定数 N の電圧サンプルから、 $Y(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルが決定される。

これらの測定は同時に実施される。すなわち、両方の測定経路内の電圧サンプルは、同じ瞬間に採取される。

残りの電圧  $V(j)$ 、 $W(j)$ 、 $W_0(j)$ 、及び  $Y_0(j)$  は、このフェーズでは重要でない。

【0027】

フェーズ 4

スイッチ S w は位置 2 に切換えられる。

このフェーズでは、A D 2 によって N 個の電圧サンプルを記録すること及び  $Y_0(j)$  で表示される電圧周波数スペクトルを決定することが重要である。

電圧  $X(j)$ 、 $Y(j)$ 、 $V(j)$ 、及び  $W(j)$  の記録されたサンプルに関する数値演算の結果は、複素数として表現される、分圧器右分岐部総合インピーダンスの、右分岐部低電圧部  $R(j)$  による商としての分圧器定数の決定である。

複素変数  $j$  のドメイン内での最終的な関係は、

【数 1】

$$G(j\omega) = \frac{Z(j\omega) + R(j\omega)}{R(j\omega)} = \frac{V(j\omega)}{W(j\omega) + V(j\omega)} \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)}$$

である。

分圧器トランスミタンスの決定は、分圧器動作の最初のサイクル後に実施される。

【0028】

そのため、分圧器構築の場合には、未決定パラメータを有する部品が使用されるが、後続の動作サイクルでは、分圧器計量特性は既に決定されている。

【0029】

更なるサイクルでは、システムは、測定の連続性を妨げることなく、変動する天候（周囲）条件又は経年変化によって変化する場合があるシステムの部品のパラメータのゆっくりした変動に追従する。そのため、トランスミタンスは、実験室ではなくオンサイトで決定される。識別のために必要とされる唯一の起動信号は、測定される未知電圧である。

【0030】

分圧器のトランスミタンスは、複素数として決定される。これは、測定される電圧  $U(j)$  内の検出される各調波の減衰及び位相偏移を決定することを可能にする。

【0031】

これらのトランスミタンスを使用して、電圧波形  $U(j)$  は、電圧  $X(j)$ 、 $Y(j)$ 、 $V(j)$ 、 $V_0(j)$ 、 $W(j)$ 、及び  $W_0(j)$  の記録されたサンプルから決定される。

【0032】

測定された電圧の値は、分圧器動作フェーズに応じて、アナログ - デジタルコンバータ A D 2 から得られる測定結果から決定される。

【0033】

$U(j) = G(j) W(j)$  フェーズ 1 の場合

$U(j) = G(j) W_0(j)$  フェーズ 2 の場合

$U(j) = G(j) Y(j)$  フェーズ 3 の場合

$U(j) = G(j) Y_0(j)$  フェーズ 4 の場合

【0034】

測定プロセスは、デジタル制御及び同期化システムによって管理され、デジタル制御及び同期化システムは、アナログ - デジタルコンバータ A D 1、A D 2、A D 3 による測定シーケンスを設定し、スイッチ S w の適切な位置決めによって分圧器構成を変更し、ソフ

10

20

30

40

50

トウェアによって、分圧器周波数特性の補正を実行し、計算を実施する。

【0035】

分圧器動作の連続サイクル中に、アナログ - デジタルコンバータ A D 2 に並列に接続されたインピーダンスは、この分岐部の比が、選択された周波数について複素数ではなく実数になるように調節され得る。

【0036】

本発明の第 2 の実施形態

本発明による適応型分圧器の第 2 の例示的な実施形態の構成が図 2 に示される。

【0037】

説明及び図を簡潔にするために、インピーダンスは、以降で、 $P(j)$ 、 $Q(j)$  等の代わりに、文字 P、Q でそれぞれ表示されるであろう。

10

【0038】

インピーダンス Q は、スイッチ  $S_q$  を通して、インピーダンス T とアナログ - デジタルコンバータ A D 1 との並列接続と直列に、又は、インピーダンス P とアナログ - デジタルコンバータ A D 3 との並列接続と直列に接続され、一方、インピーダンス P 及び T の共通ノードは、スイッチ  $S_w$  に接続される。スイッチ  $S_{tp}$  は、インピーダンス Q のグラウンド電位への接続を提供する。

【0039】

適応型分圧器では、測定信号は、その測定特性が測定品質に影響を及ぼすことになる演算増幅器等の能動素子を通過しない。測定信号は、その動的特性が測定システムによって識別される受動素子を通過するだけである。分圧器素子に関する全ての動作は、 $-10V \sim +10V$  範囲内にある電圧の低電圧回路内で排他的に実施される。

20

【0040】

インピーダンス P、Q、Z、R、及び T の値は、測定信号が、アナログ - デジタルコンバータ入力電圧の許容可能な範囲内にあることを保証するように推定されるべきである。

【0041】

アナログ - デジタルコンバータ A D 1 及び A D 3 は、差動モードで動作する。アナログ - デジタルコンバータの入力インピーダンスは、インピーダンス R、P、及び T をそれぞれ決定するときに考慮される。

【0042】

インピーダンス R 及び T は、実質的に互いに異なる。

30

【0043】

適応型分圧器の動作フェーズ

フェーズ 1

スイッチ  $S_q$  は位置 2 にセットされ、スイッチ  $S_{tp}$  は開き、スイッチ  $S_w$  は閉位置である。電圧測定は、アナログ - デジタルコンバータ A D 2 及び A D 3 によって実施される。このフェーズでは、インピーダンス Q と P との関係及び Z と R との関係が決定される。

【0044】

フェーズ 2

スイッチ  $S_q$  は位置 1 にセットされ、スイッチ  $S_{tp}$  は開き、スイッチ  $S_w$  は閉位置である。電圧測定は、アナログ - デジタルコンバータ A D 1 及び A D 2 によって実施される。このフェーズでは、インピーダンス Q と T との関係及び Z と R との関係が決定される。

40

【0045】

フェーズ 3

スイッチ  $S_q$  は位置 2 にセットされ、スイッチ  $S_{tp}$  は閉じ、スイッチ  $S_w$  は開位置である。電圧測定は、アナログ - デジタルコンバータ A D 1、A D 2 及び A D 3 によって実施される。このフェーズでは、インピーダンス T と P の関係が決定される。先行するフェーズで決定された関係を考慮すると、インピーダンス P と Q との関係が決定され得る。

【0046】

50



測定される電圧値は、第1の実施形態の説明で述べたように同様に、連続する動作フェーズ中の後処理モードにおいて提供された関係から決定され得る。

この実施形態は、以下の用途に特に適する。以下の用途とは、

電力システム、電気計器、スペクトル分析器、電力品質分析器等で使用される測定用計装器、

電力電子システム、電気駆動制御、高速遠心磁気軸受制御、

電気機器の動的特性の検証のために使用される測定用計装における入力回路、

である。

【0047】

本発明の第3の実施形態

10

本発明による適応型分圧器の第3の例示的な実施形態の構成が図3に示される。

【0048】

この例示的な実施形態は、以下の修正を有する図2に示す例示的な実施形態の拡張である。

【0049】

インピーダンス $T_1$ の値は、数%の許容誤差でインピーダンス $T$ の値に近くあるべきであり、同様に、インピーダンス $P_1$ の値は、数%の許容誤差でインピーダンス $P$ の値に近くあるべきである。

【0050】

適応型分圧器の動作フェーズ

20

フェーズ1

スイッチ $S_a$ は位置1にセットされ、スイッチ $S_q$ は位置2にセットされ、スイッチ $S_{pt}$ は開き、スイッチ $S_w$ は閉位置である。電圧測定は、アナログ-デジタルコンバータ $AD_2$ 及び $AD_3$ によって実施される。このフェーズでは、インピーダンス $Q$ と $P$ との関係及び $Z$ と $R$ との関係が決定される。

【0051】

フェーズ2

スイッチ $S_a$ は位置1にセットされ、スイッチ $S_q$ は位置1にセットされ、スイッチ $S_{pt}$ は開き、スイッチ $S_w$ は閉位置である。電圧測定は、アナログ-デジタルコンバータ $AD_1$ 及び $AD_2$ によって実施される。このフェーズでは、インピーダンス $Q$ と $T$ との関係及び $Z$ と $R$ との関係が決定される。

30

【0052】

フェーズ3

スイッチ $S_a$ は位置2にセットされ、スイッチ $S_q$ は位置1にセットされ、スイッチ $S_{pt}$ は閉じ、スイッチ $S_w$ は開位置である。電圧測定は、アナログ-デジタルコンバータ $AD_1$ 、 $AD_2$ 及び $AD_3$ によって実施される。このフェーズでは、増幅器 $W_w$ 及び $W_i$ が、インピーダンス $T$ 及び $P$ を分極させるため、インピーダンス $T$ と $P$ との間の関係が決定され得る。インピーダンス $T$ と $P$ との間の共通点の電位は、このフェーズでは、グラウンド電位に近く、したがって、 $CMRR$  (コモンモード除去比 (Common Mode Rejection Ratio)) の悪い影響を最小にする。先行するフェーズで決定された関係を考慮すると、インピーダンス $P$ と $Q$ との間の関係が決定され得る。

40

【0053】

測定される電圧値は、第1の実施形態の説明で述べたように同様に、連続する動作フェーズ中の後処理モードにおいて提供された関係から決定され得る。

【0054】

本発明の第4の実施形態

本発明による適応型分圧器の第4の例示的な実施形態の構成が図4に示される。

【0055】

この例示的な実施形態は、相互ロード式分圧器のチェーンを使用して、測定用計装器入力に印加される電圧を減少させる。

50

【 0 0 5 6 】

動作原理及び計算は、テブナンの定理に基づく。

【 0 0 5 7 】

アナログ - デジタルコンバータ A D 1、A D 2、A D 3 の入力インピーダンスが、それぞれインピーダンス  $T(j)$ 、 $R(j)$ 、及び  $P(j)$  において考慮されることが仮定される。

【 0 0 5 8 】

分圧器構成を変更する前に、補助スイッチ  $S_w$  が閉じて、インピーダンス  $Q(j)$ 、 $T(j)$ 、及び  $P(j)$  の共通ノードをアナロググラウンド  $GND$  に短絡し、変更プロセスの終了後に、補助スイッチ  $S_w$  が開く。補助スイッチ  $S_w$  の目的は、位置 1 と位置 2 との間で切換えながら、スイッチ未決定状態中に発生する場合がある高過ぎる電圧からアナログ - デジタルコンバータを保護することである。

10

【 0 0 5 9 】

アナログ - デジタルコンバータは、同期して動作する。すなわち、サンプルは、同じ瞬間に採取される。アナログ - デジタルコンバータ A D 2 は、分圧器構成と無関係に、同様に構成の変更中に、常に測定を実施する。そのため、オーバヘッドライン導体電圧測定の結果が常に利用可能である。

【 0 0 6 0 】

適応型分圧器の動作フェーズ

フェーズ 1

20

オーバヘッドラインの未知電圧  $U_{x1}(j)$  が、アナロググラウンド  $GND$  に対して測定され、スイッチ  $S_w$  が位置 1 にセットされる。記録されるのは、アナログ - デジタルコンバータ A D 1 及び A D 2 によってそれぞれ測定される  $U_{11}(j)$  及び  $U_{12}(j)$  で表示される電圧である。

【 0 0 6 1 】

【数 2】

$$U_{11}(j\omega) = \frac{X(j\omega)}{X(j\omega) + V(j\omega)} U_{x1}(j\omega) \frac{T(j\omega)}{T(j\omega) + Q(j\omega) + \frac{X(j\omega)V(j\omega)}{X(j\omega) + V(j\omega)}}$$

30

$$U_{12}(j\omega) = \frac{S(j\omega)}{S(j\omega) + W(j\omega)} U_{x1}(j\omega) \frac{R(j\omega)}{R(j\omega) + Z(j\omega) + \frac{S(j\omega)W(j\omega)}{S(j\omega) + W(j\omega)}}$$

第 1 の方程式のそれぞれの辺を、第 2 の方程式の対応する辺で割り、その項を再配置すると、

【数 3】

$$\frac{U_{11}(j\omega)}{U_{12}(j\omega)} = \frac{\frac{T(j\omega)X(j\omega)}{[T(j\omega) + Q(j\omega)][X(j\omega) + V(j\omega)] + X(j\omega)V(j\omega)}}{R(j\omega)S(j\omega)}}{\frac{[R(j\omega) + Z(j\omega)][S(j\omega) + W(j\omega)] + S(j\omega)W(j\omega)}{R(j\omega)S(j\omega)}}$$

40

になる。

【 0 0 6 2 】

フェーズ 2

スイッチ  $S_w$  は位置 2 にセットされる。オーバヘッドラインの別の電圧  $U_{x2}(j)$  が測定される。記録されるのは、アナログ - デジタルコンバータ A D 2 及び A D 3 によってそれぞれ測定される  $U_{22}(j)$  及び  $U_{23}(j)$  で表示される電圧である。分圧器のこの構成を記述する方程式は、同一の構造を有し、インピーダンス  $P(j)$  が、インピーダンス  $T(j)$  の代わりに採用される。

50

【数4】

$$\frac{U_{23}(j\omega)}{U_{22}(j\omega)} = \frac{\frac{P(j\omega)X(j\omega)}{[P(j\omega)+Q(j\omega)][X(j\omega)+V(j\omega)]+X(j\omega)V(j\omega)}}{R(j\omega)S(j\omega)}}{\frac{[R(j\omega)+Z(j\omega)][S(j\omega)+W(j\omega)]+S(j\omega)W(j\omega)}}{}}$$

【0063】

フェーズ3

スイッチ  $S_w$  は位置 2 にセットされる。測定されるオーバヘッドラインでは、異なる電圧  $U_{x3}(j)$  が発生する場合がある。インピーダンス  $T(j)$  は、インピーダンス  $Q(j)$  と  $P(j)$  との間で直列に接続される。これらのインピーダンスの構成は、第 2 の実施形態のフェーズ 3 の場合と同一である。  $U_{31}(j)$ 、  $U_{32}(j)$ 、及び  $U_{33}(j)$  で表示される電圧は、アナログ - デジタルコンバータ  $AD1$ 、  $AD2$ 、及び  $AD3$  によってそれぞれ測定される。

10

【0064】

代替的に、第 3 フェーズにおける  $CMRR$  の悪い影響をなくすために、図 5 に示すように、直列接続されたインピーダンス  $P(j)$  および  $T(j)$  が、  $GND$  電位とインピーダンス  $Q(j)$ 、  $X(j)$ 、  $V(j)$  の共通点との間で接続される 1 次巻き線を有する小電力  $Tr$  変圧器の 2 次巻き線に接続される。

20

【数5】

$$\frac{U_{33}(j\omega)}{U_{31}(j\omega)} = \frac{P(j\omega)}{T(j\omega)}$$

変換後、分圧器比が、記録された電圧の各調波についての方程式によって複素数  $a(j)$  として一意に決定される。

【数6】

$$a(j\omega) = \frac{T(j\omega)}{T(j\omega)+Q(j\omega)+\frac{X(j\omega)V(j\omega)}{X(j\omega)+V(j\omega)}} = \frac{\frac{U_{22}(j\omega)U_{11}(j\omega)U_{33}(j\omega)}{U_{23}(j\omega)U_{12}(j\omega)U_{31}(j\omega)} - 1}{\frac{U_{33}(j\omega)}{U_{31}(j\omega)} - 1}}$$

30

【0065】

それ以降、分圧器計量特性が、所与のサイト及び動作条件について決定される。

【0066】

フェーズ 1、2、3 の第 1 のサイクルの終了後、これらのフェーズは、分圧器部品特性の考えられる変化を検出するために循環的に繰返されるべきである。

【0067】

要約

アナログ - デジタルコンバータの 1 つが分圧器の古典的構成における電圧を測定し、一方、2 つの他のアナログ - デジタルコンバータが同じ交流電圧を測定して、アナログ - デジタルコンバータ自身の特性の相互補正を決定する、考えられる他の例示的な実施形態も存在する。これらのアナログ - デジタルコンバータの 1 つは、基準コンバータと見なされる。

40

【0068】

後続のフェーズでは、基準コンバータが、測定用コンバータとして以前に使用されたコンバータに並列に接続され、一方、以前にチェックされたコンバータが、古典的な分圧器構成の機能を引き継ぐ。

【0069】

残りのコンバータが古典的な構成で動作しながら、比較されるアナログ - デジタルコンバータの対の自動ゼロ化フェーズを実装することも可能である。

50

## 【0070】

本発明の全ての実施形態についての共通の基本的特徴は、管理中央制御ユニットによって制御されるスイッチ（例えば、リードスイッチ）によって分圧器分岐部構成の一方の構成を変更することである。分圧器構成のこの変更は、低電圧側で実施され、また、分圧器インピーダンスの接続点が、アナロググラウンド電位GNDへの接触によって安全に短絡されるときの行われるべきである。

## 【0071】

本発明による適応型分圧器は、サイト固有の動作条件下で、かつ、識別プロシージャについての起動信号として測定信号を排他的に使用する分圧器動作中にその数学的モデル係数のオンサイトでの決定を可能にする。モデル係数の決定は、測定信号のDC成分について、また、記録信号のフーリエ解析によって検出可能な周波数を有するそれぞれの交流成分について実施される。識別プロシージャは、測定信号周期の整数倍である周期で循環的に実施される。電圧瞬時値測定の結果の不確実性は、アナログ-デジタルコンバータの測定の不確実性に主に依存する。電圧測定の不確実性は、分圧器部品の値とは完全に無関係である。

10

## 【0072】

分圧器部品のパラメータが、例えば経年変化又は環境因子によって変化することになる場合、新しい値が、即座に決定されることになる。これらの値は、数値プロシージャに即座に入力され、数値プロシージャは、電圧瞬時値測定の結果を計算する。静的及び動的（モジュラス及び角度）の両方の分圧器誤差は、即座に計算的に補正される。測定プロシージャに関連する全ての動作（分圧器構造の変更）は、低電圧回路内で排他的に実施される。こうした解決策は、定期的なメンテナンス作業を容易にする。

20

## 【0073】

分圧器計量特性の定期的検証は、アナログ-デジタルコンバータ動作の品質をチェックすることに帰することができる。このプロシージャは、さらに、その動作サイトから測定システムを分解することなく実施され得る。プロシージャは、他の分岐部を外す必要性なしに、各分圧器分岐部について別々に実施され得る。

## 【0074】

健全でかつ安全な規制によって許容される場合、分圧器メンテナンスは、分圧器を、電圧がその中で測定される回路から外すことなく実施され得る。

30

## 【0075】

1つの分岐部のインピーダンス間の共通点の接地は、メンテナンス作業の安全な実行にとって十分である。分圧器の一方の分岐部内で実施されるメンテナンス作業中に、他の分岐部が動作され得る。明らかに、こうした状況では、適応型プロシージャが停止され、動作中の分岐部の補正のために、以前に決定されたパラメータが使用される。記録結果の補正はまた、分圧器モデル係数を更新した後に、後処理モードで可能である。

## 【0076】

分圧器のアナログ低電圧（約10V）測定部は、高電圧部から遠くに移動され得る。

## 【0077】

これらの部品を接続するケーブル（例えば、同軸ケーブル又はツイストペア）の寄生インピーダンス要素は、測定結果に影響を及ぼさない。その理由は、これらの要素が、自動識別プロセスで決定され、最終的な関係において考慮されるからである。

40

## 【0078】

標準的な分圧器の場合、測定用計装器に信号を送信するケーブルの最大許容可能長が指定される。本発明による適応型分圧器の場合、こうした接続の長さは重要でない。

## 【0079】

適応型分圧器の計量特性は、非常に正確な直流計装器によって精密に検証され得る。交流信号についての計量特性は、計算的に決定される。同様のプロシージャは、電流力計型電力計の検証に対して使用される。

## 【0080】

50

本発明による分圧器の構築の場合、安価な抵抗性、容量性、又は誘導性部品で十分であり、それらのパラメータを精密に決定する必要はない。使用されるアナログ - デジタルコンバータの入力範囲の約 80% を分圧器の出力電圧がカバーすることを保証するために、分圧器インピーダンスの粗い推定だけが必要とされる。集積化された半導体デバイス、例えば 24 ビットアナログ - デジタルコンバータは、益々安価になり、よりよい測定特性を提供する。分圧器の計量特性は、アナログ - デジタルコンバータの精度及びそれらの特性の同一性に主に依存する。したがって、分圧器の動作は、アナログ - デジタルコンバータの計量特性が、選択されたコンバータに関してその間に循環的に検証されるステージを組込む。

【 0 0 8 1 】

分圧器ルゴリズムは、自己診断プロシージャを同時に実行することができる。分圧器の急激に変化するパラメータはシステム故障を示す場合がある。こうした事象に関する情報は、メンテナンスサービスに迅速に転送され得る。

【 0 0 8 2 】

本発明による適応型分圧器の更なる有利な特徴は、分圧器を電力システム制御機器と統合することを可能にする光ファイバ通信リンクの容易な接続である。

【 0 0 8 3 】

本発明による適応型分圧器は、以下の用途分野で使用され得る。以下の用途分野とは、電気エネルギー消費を計り、電力品質を測定し、電力ライン内の外乱伝播を記録するために使用される測定用計装器の電圧回路、

考えられる最小位相誤差を有する瞬時電圧値の測定を主に必要とするフェーザ測定ユニット ( P M U : phasor measurement unit ) の電圧回路、

伝送ライン内の瞬時電圧値の精密な測定を必要とする、その目的が電力システムの振動の減衰である電力安定化システム、

高速磁気軸受のリアルタイム制御、

電力電子システム、

規定された信号変化レートを有する試験信号を生成する計装器、

である。

【 0 0 8 4 】

適応型分圧器は、費用がかかりかつ扱いにくい、抵抗、インダクタンス、又はキャパシタンスの測定基準の使用を必要とすることなく、信号の動的特性を測定することを可能にする。

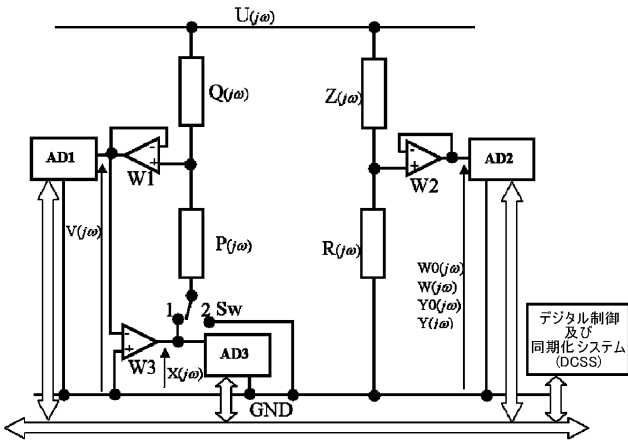
適応型分圧器は、低電圧回路内で 1 つの基準素子だけを使用する、シェーリングブリッジに対する代替法として使用され得る。

10

20

30

【 図 1 】



【 図 2 】

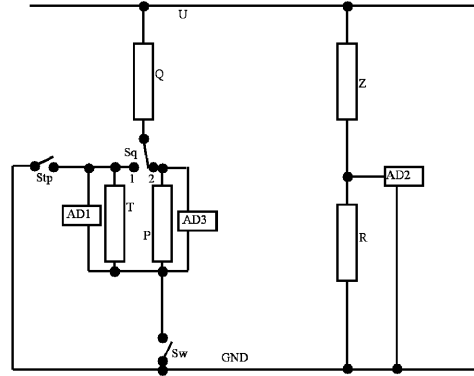


Fig. 2

【 図 3 】

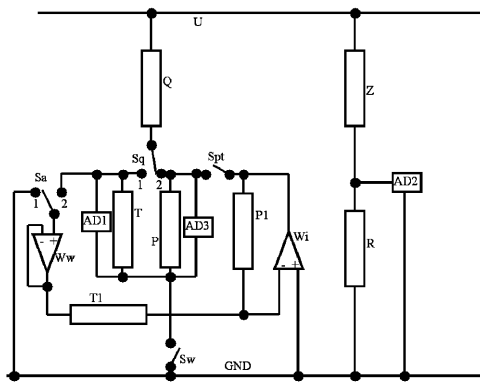


Fig. 3

【 図 5 】

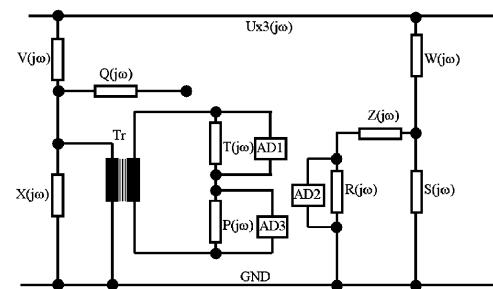


Fig. 5

【 図 4 】

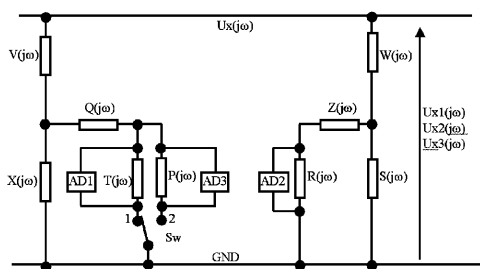


Fig. 4

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2012/066147
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01R1/067 G01R15/04 H03H7/24 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03H G01R  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 100 750 A (VAN DER ZEE PIETER [NL]) 8 August 2000 (2000-08-08) column 3, line 1 - column 5, line 16 -----	1-7
A	US 4 489 270 A (DILLER CALVIN D [US]) 18 December 1984 (1984-12-18) column 1, line 53 - column 4, line 22 -----	1-7
A	DE 21 22 917 A1 (BROWN, BOWERI) 23 November 1972 (1972-11-23) the whole document -----	1-7
A	US 3 256 484 A (TERRY PAUL V) 14 June 1966 (1966-06-14) cited in the application column 4, line 3 - column 7, line 15 -----	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
17 December 2012		02/01/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Meggyesi, Zoltán

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/066147

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6100750	A	08-08-2000	EP 0860050 A1 26-08-1998
			JP 2000500240 A 11-01-2000
			US 6100750 A 08-08-2000
			WO 9809376 A1 05-03-1998
US 4489270	A	18-12-1984	DE 3404191 A1 16-08-1984
			FR 2540689 A1 10-08-1984
			GB 2134738 A 15-08-1984
			JP 1604094 C 22-04-1991
			JP 2026882 B 13-06-1990
			JP 59147519 A 23-08-1984
			NL 8400289 A 03-09-1984
			US 4489270 A 18-12-1984
DE 2122917	A1	23-11-1972	NONE
US 3256484	A	14-06-1966	NONE



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

Fターム(参考) 2G025 AB06

## 【要約の続き】

部のインピーダンス素子 $Q$ 、 $P$ の値との間の関係が、電圧計AD1、AD2、AD3の出力の関数として第2の分岐部の連続的な構成について決定されることができ、また、分圧器の総合トランスミタンスが、電圧計AD1、AD2、AD3の出力の関数として任意の時点に決定されることができるよう構成される。

【選択図】図1