(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3704532号
(P3704532)
(45)発行日　平成17年10月12日(2005.10.12)　(24)登録日　平成17年8月5日(2005.8.5)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01R 31/02　G01R 31/02

請求項の数 7　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平6-188212
(22)出願日　平成6年8月10日(1994.8.10)
(65)公開番号　特開平7-83987
(43)公開日　平成7年3月31日(1995.3.31)
審査請求日　平成13年6月28日(2001.6.28)
(31)優先権主張番号　P4329382:4
(32)優先日　平成5年9月1日(1993.9.1)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

前置審査

(73)特許権者　500412356
アーベーベー　シュヴァイツ　アクチェンゲゼルシャフト
スイス　ツェーハー　５４００　バーデン　ブラウン　ボヴェリ　シュトラーセ　６
(74)代理人　100059959
弁理士　中村　稔
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100082005
弁理士　熊倉　禎男
(74)代理人　100065189
弁理士　宍戸　嘉一
(74)代理人　100074228
弁理士　今城　俊夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気機械の導体上の地絡を決定する方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

（ａ）導体は、周波数ｆ１の低周波数注入電圧信号（U_i）によって地電位に関してバイアスされ、かつ測定信号電圧（U_{RE}）が前記導体に接続された接地抵抗器（ＲＥ）を介して測定されかつ評価され、

（ｂ）前記注入電圧（U_i）及び前記測定電圧（U_{RE}）の直交成分（U_{ix}，U_{iy}，U_{REx}，U_{REy}）は、前記測定信号（U_{RE}）に接続された数値評価部で計算され、及び

（ｃ）接地故障抵抗（R_f）は、前記数値評価部において前記直交成分から数値的に計算されることを特徴とする電気機械の導体上の地絡を検出する方法。

【請求項２】

前記導体は、星形に接続された固定子巻線（Ｒ，Ｓ，Ｔ）であり、

前記方法は、

（ａ）電圧U_iの注入、

（ｂ）電圧U_{RE}の測定、

（ｃ）前記数値評価部（７）における直交成分（U_{ix}，U_{iy}、U_{REx}、U_{REy}）への前記注入及び測定電圧（U_i、U_{RE}）の分割、

（ｄ）次式により前記数値評価部における故障抵抗の計算

【数１】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix} - U_{REx})^2 + (U_{iy} - U_{REy})^2}{U_{ix} \cdot U_{REx} + U_{iy} \cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備することを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記導体は、その端子（＋，－）に注入信号（U_i）がカップリングコンデンサ（C_{k1}，C_{k2}）を介して供給される回転子巻線であり、

前記方法は、

（ａ）電圧U_iの注入、

（ｂ）前記カップリングコンデンサ（C_{k1}，C_{k2}）を介して電圧U_{RE}及び電圧U_{Ck}の測定、

（ｃ）前記数値評価部における直交成分（U_{ix}，U_{iy}、U_{REx}、U_{REy}、U_{Ckx}、U_{Cky}）への前記注入及び測定電圧（U_i、U_{RE}、U_{Ck}）の分割、及び

（ｄ）次式により前記数値評価部における故障抵抗の計算

【数２】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix} - U_{REx} - U_{Ckx})^2 + (U_{iy} - U_{REy} - U_{Cky})^2}{U_{ix} \cdot U_{REx} + U_{iy} \cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備することを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項４】

請求項２に記載された方法を実行する装置であって、

（ａ）注入信号は、出力が注入変圧器の一次側に接続される注入信号源から星形地点に供給され、該注入変圧器の２次側は、並列抵抗器（Ｒｐ）と並列であり、かつ接地抵抗器（ＲＥ）と直列であり、

（ｂ）出力が前記数値評価部の入力に接続される測定用変圧器は、前記接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられることを特徴とする装置。

【請求項５】

前記接地抵抗器（ＲＥ）及び前記並列抵抗器（Ｒｐ）は、接地用変圧器（ＴＲ）を介して前記星形地点に接続されることを特徴とする請求項４に記載の装置。

【請求項６】

請求項２に記載された方法を実行する装置であって、

（ａ）注入信号は、出力が注入変圧器の一次側に接続される注入信号源から導体に供給され、該注入変圧器の２次側は、並列抵抗器（Ｒｐ）と並列であり、接地抵抗器（ＲＥ）と直列であり、かつ接地用変圧器（ＴＲ）と並列であり、

（ｂ）出力が数値評価部の入力に接続される測定用変圧器は、前記接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられることを特徴とする装置。

【請求項７】

請求項３に記載された方法を実行する装置であって、

（ａ）注入信号は、出力が注入変圧器の一次側に接続される注入信号源から回転子端子（＋、－）に供給され、該注入変圧器の２次側は、並列抵抗器（Ｒｐ）と並列であり、接地抵抗器（ＲＥ）と直列であり、かつ二つの並列接続カップリングコンデンサ（C_{k1}，C_{k2}）と直列であり、

（ｂ）出力が前記数値評価部の入力に接続される測定用変圧器は、前記接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、保護継電（protective relaying ）に関する。より特定的には、本発明は、請求項１のプリアンブルにより電気機械の導体上の地絡を検出する方法から生ずる。
【０００２】
【従来の技術】
電気機械の導体上の地絡を検出する従来の方法は、例えば、ＡＢＢ　継電器ＡＧ、バデン「大型ＧＩＸ１０４発電機に対する１００％固定子及び回転子地絡保護」の装置説明書に記載されている。関連する方法は、同社からの「１００％発電機／固定子地絡保護ＧＩＸ１０３」の装置説明書に記載されている。
地絡は、電気機械においてにおいて発生し、主として導体と鉄の部分の間の絶縁に対する機械的損傷により、特に比較的高出力の発電機において発生する。そのような地絡は、その大きさが故障の形式により異なる値を想定する漏電の流れの原因となる。既知の電圧を与えて、その大きさが故障を査定（評価）するのに用いられうる故障抵抗（fault resistance）は、オームの法則を用いて既知の電圧から決定されうる。通常の場合、故障抵抗は、ＭΩの範囲の値を有し、故障が発生した場合、それは、一桁小さい値に降下する。
星形に接続された、例えば発電機の固定子の、導体における星形地点は、定義によって消勢されるので、故障は、導体が地電位に関してバイアスされるときにのみ、星形地点の近傍で検出されうる。これは、二つの既知の保護装置及び導体に供給される低周波数電圧による方法の場合に実行される。
【０００３】
小さな電流が導体の接地リアクタンスを介して動作中に接地に流れる。地絡の発生において、これらのリアクタンスは、短絡され、そして電流は、地絡がない場合の動作中よりも大きくなる。ＧＩＸ１０３において、その位相位置が変化なしに維持される注入信号（injection signal）によって使用が構成される。しかしながら、注入電圧（injection voltage ）のそれと同じ周波数を有する、回転子回路のコンデンサを介して循環している電流が発生するということがこの方法において不利な点である。これは、誤りの指示を生起しうる。
注入電圧の位相を二つの値の間で前後に連続的に切り替えることによってＧＩＸ１０４においてこれ（誤りの指示の生起）を回避することが試みられた。漏電を他の電流から識別することは、この方法において可能である。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述した従来の方法では、故障抵抗が、各機械に対して異なる実験値（empirical values）を用いてまたは記録された特性を用いてのみその後決定されうることは、両方の保護装置の共通な特徴である。更に、漏電の測定は、エージング（老朽化）、温度、注入電圧レベルにおける変動等によって影響される。二つのシステムは、更に、アナログ方式に固有な既知の欠点を有する。
従って、本発明の一つの目的は、既知のアナログ方法の不利益が回避されうる電気機械の導体上の地絡を検出する新規な方法及び新規な装置を提供することである。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
本発明の上記目的は、ａ）導体は、周波数ｆ１の低周波数注入電圧信号（Ｕｉ）によって地電位に関してバイアスされ、測定用信号電圧（ＵＲＥ）は、導体に接続された接地抵抗器（ＲＥ）を介して測定されかつ評価され、ｂ）地絡抵抗（Ｒｆ）は、測定用信号電圧（ＵＲＥ）に接続された数値評価部（７）において注入電圧（Ｕｉ）及び測定用信号電圧（ＵＲＥ）から計算されかつ数値的に表示される電気機械の導体上の地絡を検出する方法によって達成される。
本発明の方法では、導体は、星形に接続された固定子巻線（Ｒ，Ｓ，Ｔ）であり、該方法は、ａ）電圧Ｕｉの注入、ｂ）電圧ＵＲＥの測定、ｃ）数値評価部（７）において直交成

分（Ｕｉｘ，Ｕｉｙ）及び直交成分（ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ）への注入電圧（Ｕｉ）及び測定電圧（ＵＲＥ）の分割、ｄ）次式により数値評価部（７）において故障抵抗の計算

【０００６】

【数３】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix}-U_{REx})^2 + (U_{iy}-U_{REy})^2}{U_{ix}\cdot U_{REx} + U_{iy}\cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備するように構成してもよい。

本発明の方法では、導体は、その端子（＋，－）に注入信号（Ｕｉ）がカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して供給される回転子巻線（８）であり、該方法は、ａ）電圧Ｕｉの注入、ｂ）カップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して電圧ＵＲＥ及び電圧ＵＣｋの測定、ｃ）数値評価部（７）において直交成分（Ｕｉｘ，Ｕｉｙ）及び直交成分（ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ及びＵＣｋｘ，ＵＣｋｙ））への注入電圧（Ｕｉ）及び測定電圧（ＵＲＥ，ＵＣｋ）の分割、ｄ）次式により数値評価部（７）において故障抵抗の計算

【０００７】

【数４】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix}-U_{REx}-U_{Ckx})^2 + (U_{iy}-U_{REy}-U_{Cky})^2}{U_{ix}\cdot U_{REx} + U_{iy}\cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備するように構成してもよい。

また、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）及び接地抵抗器（ＲＥ）を介して注入信号源（４）から星形地点（２）に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。

本発明の装置では、接地抵抗器（ＲＥ）及び並列抵抗器（Ｒｐ）は、接地用変圧器（ＴＲ）を介して星形地点（２）に接続されるように構成してもよい。

更に、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）、接地抵抗器（ＲＥ）及び接地用変圧器（ＴＲ）を介して注入信号源（４）から導体に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。

【０００８】

更に、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）、接地抵抗器（ＲＥ）及び二つのカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して注入信号源（４）から回転子端子（＋，－）に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。

【０００９】

【作用】

本発明の中核は、それゆえに、測定用信号が数値的に評価されること、即ち、地絡抵抗が注入された電圧及び測定された電圧から評価部で直接計算されることである。

以下の詳細の説明で明らかなように、本発明の第１の実施例は、電気機械の導体が、星形に接続された、例えば発電機の、固定子巻線であるということで特徴付けられる。注入信号は、地電位に関して巻線の星形地点をバイアスする。故障抵抗は、測定された電圧及び注入された電圧を用いていま計算されうる。計算は、それが注入周波数で回転している座標系においてベクトル的に実行されたときに、特に簡単になる。

また、本発明の第２の実施例は、導体が、例えば発電機の、回転子巻線であるということで特徴付けられる。この場合、注入電圧は、二つのカップリングコンデンサを介して導体に供給される。故障抵抗の計算は、第１の実施例におけるように、ベクトル的に実行される。
更に、方法を実行するための一つの装置がそれぞれ、これら二つの実施例に対して特定される。一つの変圧器がそれぞれ、注入及び測定のために設けられる。注入信号は、結合抵抗器を介して導体に供給され、そして回転子の場合、更にカップリングコンデンサを介して供給される。測定は、測定用変圧器によって基準抵抗器を介して実行される。最後に、数値評価部が評価のために設けられる。故障抵抗の計算は、特定の数式を用いてこの評価部において実行される。

【００１０】
更なる実施例は、サブクレームから示される。
本発明による設計の利点は、故障抵抗が、測定された電圧及び注入された電圧から直接的に計算されうるということに特に存する。もはや特性が決定される必要はなく、そして計算された値は、接地リアクタンス及び注入信号の振幅から独立している。
本発明のより完全な認識（評価）及び付随の利点の多くは、添付した図面に関して以下の詳細の説明を参照することにより同じように容易に取得されるであろう。
図面に用いられる基準信号は、指定の一覧表（「符号の説明」の欄）にそれらの重要性と共にまとめて列挙される。

【００１１】
【実施例】
以下、本発明による方法及び装置は、三相機械、特に発電機の援助を有する実施例によって説明される。しかしながら、本発明は、発電機に限定されるものではなく、一般に電気機械、例えば、変圧器（変成器：transformers）のようなもの、にも同様に用いうる。
ここで図面を参照すると、同様な参照番号は、多数の図面を通じて等しいかまたは対応する部分を指定する。
図１は、三相機械の固定子巻線（Ｒ，Ｓ，Ｔ）上の地絡を検出する回路構成の原理を示す。固定子巻線は、星形に接続され、かつ接地抵抗器（ＲＥ）を介して並列抵抗器（Ｒｐ）で接地される。全巻線上の地絡を検出することが可能であるために、巻線の星形地点は、注入信号（Ｕｉ）によってバイアスされる。この注入信号（Ｕｉ）は、注入信号源（４）において生成され、そして注入変圧器（５）及び接地用抵抗器（ＲＥ）を介して星形地点（２）に供給される。地絡を検出するために、接地用抵抗器（ＲＥ）の両端の電圧（ＵＲＥ）が測定され、かつ測定用変圧器（６）を介して評価部（７）へ供給される。故障抵抗（Ｒｆ）は、注入された電圧（Ｕｉ）及び測定された電圧を用いて評価部（７）で計算される。

【００１２】
図７は、図１による回路構成の等価回路図を示す。注入電圧（Ｕｉ）は、理想電圧源として表される。基準抵抗（ＲＥ）が固定子の故障抵抗（Ｒｆ）と接地リアクタンス（ＸＥ）の間に存在する。接地リアクタンスは、接地静電容量（ＣＥ）と接地インダクタンス（ＬＥ）の並列回路から形成される。通常の場合、故障抵抗は、無限大の値を有する。しかしながら、機械的欠陥により、それ（故障抵抗）は、降下しえ、それゆえに電流が流れうる。
関連するベクトル図が、図５及び図６に示される。以下の説明は、注入信号の周波数（ｆ１）で回転している座標系におけるベクトル的アプローチに基づくものである。即ち、注入信号（Ｕｉ）のスペクトルの第１高調波だけが考慮される。下線が引かれた変数は、周波数（ｆ１）で回転する下方ベクトル（below vectors ）を常に意味する。
通常の場合（図５）、接地インダクタ（$\underline{I}$ＸＥ）を通る電流が、対応する電圧（$\underline{U}$Ｒｆ）に正確に直角であるという結果を伴って、電流は、故障抵抗を通って流れない。地絡の場合、故障抵抗（Ｒｆ）を通る電流は、もはやゼロではない。その結果、総電流（$\underline{I}$ＲＥ）は、無効（reactive）（$\underline{I}$ＸＥ）及びオーム（$\underline{I}$Ｒｆ）構成部分で構成され、かつ電圧（

$\underline{U}$Ｒｆ）は、対応して変化する。それは、
【００１３】
【数５】
$\underline{U}_{Rf}=\underline{U}_{i}-\underline{U}_{RE}$
ということをキルヒホッフ（の法則）により保持する。Ｒｆ及びＣＥを通って接地に流れる電流（$\underline{I}$ＲＥ）は、次式に示すように、
【００１４】
【数６】

$$\underline{I}_{RE}=\frac{\underline{U}_{RE}}{R_E}$$

電圧$\underline{U}$ＲＥに比例する。
この電流は、二つの直交構成部分$\underline{I}$Ｒｆ及び$\underline{I}$ＸＥに分割される。$\underline{I}$Ｒｆは、この場合、$\underline{U}$Ｒｆに並行である。その結果、$\underline{I}$Ｒｆの絶対値、即ちＩＲｆは、次式のように、電流$\underline{I}$ＲＥとスカラ積及び$\underline{U}$Ｒｆの方向における単位ベクトルのスカラ積（＊）として計算されうる：
【００１５】
【数７】

$$I_{Rf}=\frac{\underline{I}_{RE}*\underline{U}_{Rf}}{U_{Rf}}$$

そして、

$$R_f=\frac{U_{Rf}}{I_{Rf}}=\frac{U_{Rf}^2}{(\underline{I}_{Rf}*\underline{U}_{Rf})}=R_E\frac{(U_i-U_{RE})^2}{\underline{U}_i*U_{RE}-U_{RE}^2}$$

或いは構成部分で、
【００１６】
【数８】

$$R_f=R_E\frac{(U_{ix}-U_{REx})^2+(U_{iy}-U_{REy})^2}{U_{ix}\cdot U_{REx}+U_{iy}\cdot U_{REy}-(U_{REx}^2+U_{REy}^2)}$$

数式から容易にわかるように、故障抵抗は、接地リアクタンスから独立であり、注入された電圧（Ｕｉ）及び測定された電圧（ＵＲＥ）にのみ依存する。それゆえに、各機械に対する別々の特性を記録することは、もはや必要ない。それよりも、上記数式は、故障抵抗を計算するためのアルゴリズム（演算法）として用いることができる。しかしながら、この測定方法が、注入電圧が周波数ｆ１の唯一の発生源であるときにのみ機能するということは、心に留めておくべきである。その結果、システムは、注入休止に間にｆ１構成部分をインタフェーリングするために連続的に試験される。もしｆ１構成部分が特定の値を越えるならば、故障抵抗の前述の計算は、破棄される。
条件は、回転子において実質的に異ならない。唯一の添え物は、もし必要であるならば、二つのカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）である。図２は、対応する回路図を示す。等価回路図は、図８に示される構成として与えられる。

【００１７】
固定子と全く同じ手順が、故障抵抗を計算すべく採用されえ、必要なことの全ては、電圧ＵＲＥを（ＵＲＥ＋ＵＣＫ）で分子において等価回路図により置換することである：
【００１８】
【数９】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix} - U_{REx} - U_{Ckx})^2 + (U_{iy} - U_{REy} - U_{Cky})^2}{U_{ix} \cdot U_{REx} + U_{iy} \cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

周期的方形波が注入信号（Ｕｉ）として用いられることが好ましい。加えて、もし注入信号（Ｕｉ）が巡回的に割り込まれかつ数期間の休止が挿入されるならば、誤りトリガ（erroneous triggering）の原因となることから過渡（非定常）処理（transient processes）を防ぐことが可能である。
本発明による方法は、それゆえに、次の段階を具備する：
－　電圧Ｕｉの注入、
－　電圧ＵＲＥの測定、回転子の場合には、加えて電圧ＵＣｋを伴う、
－　直交成分（Ｕｉｘ，Ｕｉｙ）及び直交成分（ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ及びＵＣｋｘ，ＵＣｋｙ））への注入（された）電圧（Ｕｉ）及び測定（された）電圧（ＵＲＥ，ＵＣｋ）の分割、
－　次式によりそれぞれ故障抵抗の計算
【００１９】
【数１０】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix} - U_{REx})^2 + (U_{iy} - U_{REy})^2}{U_{ix} \cdot U_{REx} + U_{iy} \cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

及び

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix} - U_{REx} - U_{Ckx})^2 + (U_{iy} - U_{REy} - U_{Cky})^2}{U_{ix} \cdot U_{REx} + U_{iy} \cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

方法を実行する装置は、例えば、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）及び接地抵抗器（ＲＥ）を介して一方で、固定子巻線の星形地点（２）に接続され、他方で、回転子巻線のカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）に接続される注入信号源（４）を有する。注入信号（Ｕｉ）は、この構成を介して導体に供給される。更に、測定用変圧器（６）は、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられる。測定用変圧器（６）の出力は、評価部（７）に接続される。地絡が存在するか否かが評価部（７）で周期的に検査される。これ（検査）は、上記数式を用いて故障抵抗（Ｒｆ）を計算することによって実行される。もし故障抵抗が特定の、自由に設定可能なしきい値に届かないならば、警告信号がすぐに作動される。
【００２０】
しかしながら、方法は、注入信号における供給の他の方法に用いることができる。それゆえに、例えば、それは、接地抵抗または並列抵抗が変圧器を介して星形地点に接続される（図３）通称第２注入方法に用いることができる。更なる変形（図４）は、注入信号が多相変圧器を介して導体に直接供給されるということにおいて特徴付けられる。この変形は、特に、星形地点が利用可能でない機械に用いられる。

総括として、本発明は、それゆえに、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を利用可能にする。加えて、故障抵抗の計算は、接地リアクタンス、注入レベルの大きさ、及び可能なエージング（老化）の影響から独立している。
本発明による方法は、それゆえに、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する。
明らかに、上記教示に照らして本発明の多数の変更や変形が可能である。添付された特許請求の範囲内で、本発明は、ここに特定的に記載された以外に実施されうるということが従って理解される。

【００２１】

【発明の効果】
本発明の電気機械の導体上の地絡を検出する方法は、ａ）導体は、周波数ｆ１の低周波数注入電圧信号によって地電位に関してバイアスされ、測定用信号電圧は、導体に接続された接地抵抗器を介して測定されかつ評価され、ｂ）地絡抵抗は、測定用信号電圧に接続された数値評価部において注入電圧及び測定用信号電圧から計算されかつ数値的に表示されるので、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を利用可能にする。加えて、故障抵抗の計算は、接地リアクタンス、注入レベルの大きさ、及び可能なエージングの影響から独立している。また、本発明の方法は、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する。
本発明の方法では、導体は、星形に接続された固定子巻線（Ｒ，Ｓ，Ｔ）であり、該方法は、ａ）電圧Ｕｉの注入、ｂ）電圧ＵＲＥの測定、ｃ）数値評価部（７）において直交成分（Ｕｉｘ，Ｕｉｙ）及び直交成分（ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ）への注入電圧（Ｕｉ）及び測定電圧（ＵＲＥ）の分割、ｄ）次式により数値評価部（７）において故障抵抗の計算

【００２２】

【数１１】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix}-U_{REx})^2 + (U_{iy}-U_{REy})^2}{U_{ix}\cdot U_{REx} + U_{iy}\cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備するように構成してもよい。これにより、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を利用可能にする。また、故障抵抗の計算は、接地リアクタンス、注入レベルの大きさ、及び可能なエージングの影響から独立している。更に、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する。
本発明の方法では、導体は、その端子（＋，－）に注入信号（Ｕｉ）がカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して供給される回転子巻線（８）であり、該方法は、ａ）電圧Ｕｉの注入、ｂ）カップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して電圧ＵＲＥ及び電圧ＵＣｋの測定、ｃ）数値評価部（７）において直交成分（Ｕｉｘ，Ｕｉｙ）及び直交成分（ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ及びＵＣｋｘ，ＵＣｋｙ））への注入電圧（Ｕｉ）及び測定電圧（ＵＲＥ，ＵＣｋ）の分割、ｄ）次式により数値評価部（７）において故障抵抗の計算

【００２３】

【数１２】

$$R_f = R_E \cdot \frac{(U_{ix}-U_{REx}-U_{Ckx})^2 + (U_{iy}-U_{REy}-U_{Cky})^2}{U_{ix}\cdot U_{REx} + U_{iy}\cdot U_{REy} - (U_{REx}^2 + U_{REy}^2)}$$

の各段階を具備するように構成してもよい。これにより、特別に測定された曲線を用いる

ことなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を利用可能にする。また、故障抵抗の計算は、接地リアクタンス、注入レベルの大きさ、及び可能なエージングの影響から独立している。更に、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する。

また、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）及び接地抵抗器（ＲＥ）を介して注入信号源（４）から星形地点（２）に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。これにより、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を用いた装置が利用可能になる。更に、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する装置が利用可能になる。

【００２４】

本発明の装置では、接地抵抗器（ＲＥ）及び並列抵抗器（Ｒｐ）は、接地用変圧器（ＴＲ）を介して星形地点（２）に接続されるように構成してもよい。

更に、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）、接地抵抗器（ＲＥ）及び接地用変圧器（ＴＲ）を介して注入信号源（４）から導体に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。これにより、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を用いた装置が利用可能になる。更に、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する装置が利用可能になる。

更に、本発明の目的は、上記方法を実行する装置であって、注入信号が、注入変圧器（５）、並列抵抗器（Ｒｐ）、接地抵抗器（ＲＥ）及び二つのカップリングコンデンサ（Ｃｋ１，Ｃｋ２）を介して注入信号源（４）から回転子端子（＋，－）に供給され、出力が評価部（７）の入力に接続される測定用変圧器（６）が、接地抵抗器（ＲＥ）と並列に設けられている装置によって達成される。これにより、特別に測定された曲線を用いることなしに故障抵抗が連続的に計算されかつ直接表示されうる地絡を検出する方法を用いた装置が利用可能になる。更に、より信頼性が高くかつ地絡に対してより正確な保護を提供する装置が利用可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図１】三相機械の固定子における地絡検出用回路構成の原理を示す概略図である。

【図２】三相機械の固定子における地絡検出用回路構成の原理を示す他の概略図である。

【図３】三相機械の回転子における地絡検出用回路構成の原理を示す他の概略図である。

【図４】三相機械の回転子における地絡検出用回路構成の原理を示す他の概略図である。

【図５】固定子に対する電流と電圧のベクトル図である。

【図６】回転子に対する電流と電圧のベクトル図である。

【図７】固定子における地絡の場合の等価回路図である。

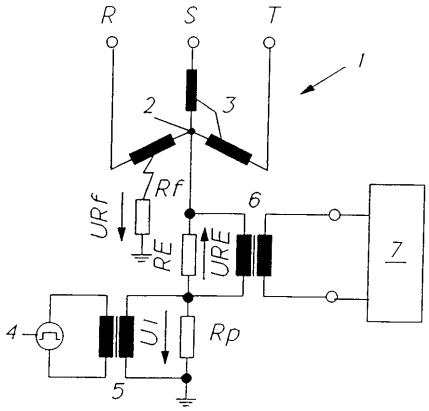
【図８】回転子における地絡の場合の等価回路図である。

【符号の説明】

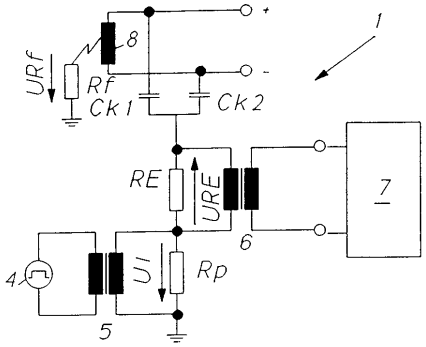
１　固定子
２　星形地点
３　固定子巻線
４　注入信号源
５　注入変圧器
６　測定用変圧器
７　評価部
８　回転子巻線
Ｒ，Ｓ，Ｔ　固定子端子
＋，－　回転子端子
Ｒｆ　故障抵抗

ＲＥ　接地用抵抗器
Ｒｐ　並列抵抗器
ＣＥ　接地静電容量
ＬＥ　接地インダクタンス
ＸＥ　接地リアクタンス
Ｃｋ１，Ｃｋ２　カップリングコンデンサ
ＴＲ　接地用変圧器
Ｕｉ　注入信号
ＵＲＥ　測定用電圧
Ｕｉｘ，Ｕｉｙ　注入信号Ｕｉの直交成分
ＵＲＥｘ，ＵＲＥｙ　測定用電圧ＵＲＥの直交成分
ＵＲｆ　故障抵抗Ｒｆにかかる電圧
ＵＣｋ　カップリングコンデンサＣｋ１，Ｃｋ２にかかる電圧
ＩＲＥ　接地用抵抗器ＲＥを通る電流
ＩＲｆ　故障抵抗Ｒｆを通る電流
ＩＸＥ　接地リアクタンスＸＥを通る電流
ｆ１　注入信号の周波数

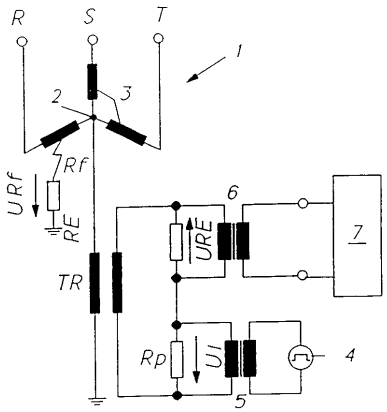
【図１】



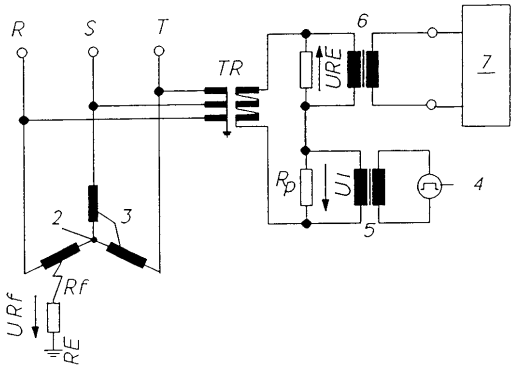
【図２】



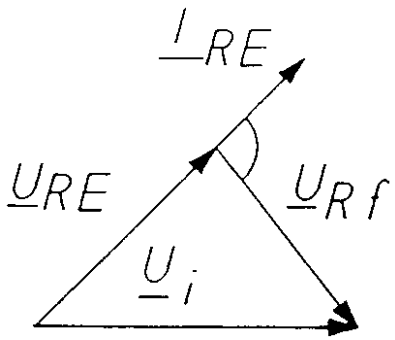
【図３】



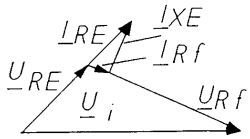
【図４】



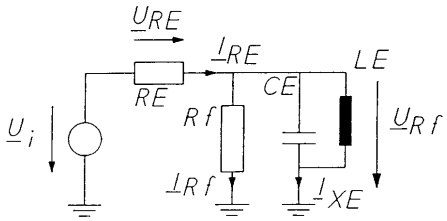
【図５】



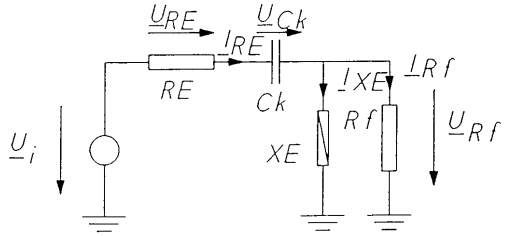
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
(74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
(74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
(72)発明者 ミハエル プフィッフナー
スイス ８９０６ ボンシュテッテン ヘレンホルツヴェーク ５３

審査官 関根 洋之

(56)参考文献 米国特許第４２２４６５２（ＵＳ，Ａ）
特開昭５３－７３１７８（ＪＰ，Ａ）
特開平５３－７４２５７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01R 31/02-31/06
G01R 31/34
G01R 27/00-27/32
H02K 11/00