

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4733987号
(P4733987)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 R 31/08 (2006.01) GO 1 R 31/08
B 6 O M 1/28 (2006.01) B 6 O M 1/28 R

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-2568 (P2005-2568)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成17年1月7日(2005.1.7)		公益財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2005-315842 (P2005-315842A)		東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(43) 公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成19年4月12日(2007.4.12)		弁理士 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特願2004-94623 (P2004-94623)	(74) 代理人	100089037
(32) 優先日	平成16年3月29日(2004.3.29)		弁理士 渡邊 隆
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	安喰 浩司
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	鬼束 哲夫
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人鉄道総合技術研究所内
		審査官	武田 知晋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 故障点標定方法、装置、プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の回線と第2の回線の一端に第1の電源を接続し、他端に第2の電源を接続した並列き電区間の第2の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定方法であって、

短絡故障発生時に、第1の回線に第1の電源から流入する電流値を I_{14} 、第2の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第2の回線に第1の電源から流入する電流値を I_{13} 、第2の電源から流入する電流値を I_{11} とし、第1及び第2の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} がベクトル値であり、これら電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} の位相の位相基準を前記第1又は第2の電源の電圧に統一し、第1の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$$X = D \cdot \left| \frac{(I_{11} + I_{14})}{(I_{11} + I_{13})} \right|$$

により求めることを特徴とする故障点標定方法。

【請求項2】

第1の回線と第2の回線の一端に第1の電源を接続し、他端に第2の電源を接続した並列き電区間の第2の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定方法であって、

短絡故障発生時に、第1の回線に第1の電源から流入する電流値を I_{14} 、第2の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第2の回線に第1の電源から流入する電流値を I_{13} 、第2の電源から流入する電流値を I_{11} とし、第1及び第2の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} が同期測定された瞬時値であり、各電流値の電流波形の波高値により、第1の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$X = D \cdot | (I_{11} + I_{14}) / (I_{11} + I_{13}) |$
により求めることを特徴とする故障点標定方法。

【請求項 3】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定方法であって、
短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とし、第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりの抵抗値をそれぞれ R 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりのリアクタンスをそれぞれ L とし、同期測定された瞬時値である前記電流値 I_{11} 、 I_{13} 及び I_{14} の各々の変化率を $d i_{11} / d t$ 、 $d i_{13} / d t$ 、 $d i_{14} / d t$ を求め、各電流値の電流波形の波高値を用い、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

【数 1】

$$X = D \frac{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{14} + L \frac{d i_{11}}{d t} + L \frac{d i_{14}}{d t}}{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{13} + L \frac{d i_{11}}{d t} + L \frac{d i_{13}}{d t}}$$

により求めることを特徴とする故障点評定方法。

【請求項 4】

前記第 1 の回線は上り線又は下り線であり、前記第 2 の回線は下り線又は上り線であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項記載の故障点標定方法。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の回線は、前記並列き電区間のトロリー線又はき電線であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項記載の故障点標定方法。

【請求項 6】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定装置であって、
短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定手段と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} がベクトル値であり、これら電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} の位相の位相基準を前記第 1 又は第 2 の電源の電圧に統一し、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$$X = D \cdot | (I_{11} + I_{14}) / (I_{11} + I_{13}) |$$

により求める演算手段と

を備えたことを特徴とする故障点標定装置。

【請求項 7】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定装置であって、
短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定手段と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} が瞬時値であり、各電流値の電流波形の波高値により、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$$X = D \cdot | (I_{11} + I_{14}) / (I_{11} + I_{13}) |$$

により求める演算手段と

10

20

30

40

50

を備えたことを特徴とする故障点標定装置。

【請求項 8】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定装置であって、

短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定手段と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりの抵抗値をそれぞれ R 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりのリアクタンスをそれぞれ L とし、瞬時値である前記電流値 I_{11} 、 I_{13} 及び I_{14} の各々の変化率を di_{11}/dt 、 di_{13}/dt 、 di_{14}/dt を求め、各電流値の電流波形の波高値を用い、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

【数 2】

$$X = D \frac{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{14} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{14}}{dt}}{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{13} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{13}}{dt}}$$

により求める演算手段と

を備えることを特徴とする故障点標定装置。

【請求項 9】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定するプログラムであって、

短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定処理と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} がベクトル値であり、これら電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} の位相の位相基準を前記第 1 又は第 2 の電源の電圧に統一し、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$$X = D \cdot \left| (I_{11} + I_{14}) / (I_{11} + I_{13}) \right|$$

により求める演算処理と

をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 10】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定するプログラムであって、

短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定処理と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D とするとき、前記電流値 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 及び I_{14} が瞬時値であり、電流波形の波高値により、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

$$X = D \cdot \left| (I_{11} + I_{14}) / (I_{11} + I_{13}) \right|$$

により求める演算処理と

をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 11】

第 1 の回線と第 2 の回線の一端に第 1 の電源を接続し、他端に第 2 の電源を接続した並列き電区間の第 2 の回線に発生した短絡故障点を標定するプログラムであって、

短絡故障発生時に、第 1 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{14} 、第 2 の電源か

10

20

30

40

50

ら流入する電流値を I_{12} とし、第 2 の回線に第 1 の電源から流入する電流値を I_{13} 、第 2 の電源から流入する電流値を I_{11} とを測定する測定処理と、

前記第 1 及び第 2 の回線の長さをそれぞれ D 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりの抵抗値をそれぞれ R 、第 1 及び第 2 の回線の単位長さ当たりのリアクタンスをそれぞれ L とし、瞬時値である前記電流値 I_{11} 、 I_{13} 及び I_{14} の各々の変化率を di_{11}/dt 、 di_{13}/dt 、 di_{14}/dt を求め、各電流値の電流波形の波高値を用い、第 1 の電源から短絡故障点までの距離 X を、

【数 3】

$$X = D \frac{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{14} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{14}}{dt}}{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{13} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{13}}{dt}}$$

10

により求める演算処理と
をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 1 2】

請求項 9 から請求項 1 1 のいずれか 1 項記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、並列き電区間における T 相 - F 相間の短絡故障点を標定するのに用いて好適な故障点標定方法、装置、これらに用いられるプログラム及びこのプログラムを記録した記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、並列き電区間における故障点標定方式として、並列電源である二つの SS (サブステーション・変電所) の電流値が故障点までの距離に反比例することを利用した電流比例方式や、故障回線電圧・電流から故障点までのリアクタンスを算出して距離に換算するリアクタンス方式等がある。しかしこれらの方式は、次の原因により標定値に誤差を生じるという問題があった。

30

・横流による誤差：対向する 2 つの変電所から同一き電区間電力を送る並列き電区間においては、変電所間に横流が流れる。き電回路の短絡故障時において、故障点の短絡抵抗が 0 であれば、故障回線に横流は流れないが、短絡抵抗が存在し、変電所電圧間に電圧差 (ベクトル的な) が存在する場合には故障回線にも横流が流れる。この場合の故障回線電流は横流を含むため、2 つの変電所の故障回線電流は故障点までの距離に反比例した電流とはならず、電流比例方式では誤差が発生する。

【0003】

40

・短絡抵抗による誤差：並列き電区間で短絡故障が発生した場合、故障点に流れる電流は両方の変電所から供給される。短絡抵抗が存在し、両変電所から供給される電流間に位相差が存在すると、短絡抵抗で発生する電圧の一部は、抵抗による電圧であるのにリアクタンス分で発生した電圧のように見える。このことによりリアクタンス標定方式では誤差が生じる。

・電源インピーダンスによる誤差：電流比方式の場合は、変電所から故障点までの距離に比例した線路インピーダンスの他に、電源側のインピーダンスを含む総合インピーダンスにより電流比が決まる。従って、並列き電区間の場合は、2 つの変電所の電源インピーダンスの差により生じる誤差を補正する処理が必要となる。

【0004】

50

また、新幹線等における並列き電区間の故障点標定方式として全般的に採用されているAT吸上電流比方式があるが、T相 - F相間の短絡故障に対しては、原理的に標定不能であった。

また、き電区間の故障点標定方式としてフィード電流の方向が故障区間を挟む両ポストで反転したことを以って、当該区間のき電線とトロリー線間に短絡故障が発生したことを標定する方式が提案されている（例えば、特許文献1参照）。しかしながらこの方式は、並列き電区間におけるT相 - F相間の短絡故障に対しては標定不能であった。

【特許文献1】特開2003-72431号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

従って、本発明は上記の問題を解決し、並列き電区間におけるT相 - F相間の短絡故障点を精度よく安定に標定できる故障点標定方法及び装置を実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による故障点標定方法は、第1の回線と第2の回線の一端に第1の電源を接続し、他端に第2の電源を接続した並列き電区間の第2の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定方法であって、短絡故障発生時における第1の回線に第1の電源から流入する電流値をI1、第2の電源から流入する電流値をI2とし、第2の回線に第1の電源から流入する電流値をI3、第2の電源から流入する電流値をI4とし、第1及び第2の回線の長さをそれぞれDとするとき、第1の電源から短絡故障点までの距離Xを $X = D \cdot \left| \frac{I4 + I1}{I4 + I2} \right|$ により求めることを特徴とするものである。

20

【0007】

また、本発明は、請求項1に記載の故障点標定方法において、前記電流値がベクトル値であることを特徴としている。

また、本発明は、請求項2に記載の故障点標定方法において、位相基準を前記第1又は第2の電源の電圧に統一することを特徴としている。

また、本発明は、請求項1に記載の故障点標定方法において、前記電流値が瞬時値であることを特徴としている。

また、本発明は、前記電流値の瞬時値のみでなく、該瞬時値の変化率を含め、

30

【数1】

$$X = D \frac{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{14} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{14}}{dt}}{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{13} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{13}}{dt}}$$

により、前記距離Xを求めることを特徴としている。

【0008】

40

また、本発明は、請求項4に記載の故障点標定方法において、前記電流値の測定は前記第1及び第2の電源において測定時間の同期をとることを特徴としている。

また、本発明は、請求項1～5のいずれか1項記載の故障点標定方法において、前記第1の回線は上り線又は下り線であり、前記第2の回線は下り線又は上り線であることを特徴としている。

また、本発明は、請求項1～6のいずれか1項記載の故障点標定方法において、前記第1及び第2の回線が、前記並列き電区間のトロリー線又はき電線であることを特徴としている。

【0009】

また、本発明による故障点標定装置は、第1の回線と第2の回線の一端に第1の電源を

50

接続し、他端に第2の電源を接続した並列き電区間の第2の回線に発生した短絡故障点を標定する短絡故障点標定装置であって、短絡故障発生時に、第1の回線に第1の電源から流入する電流値I1及び第2の電源から流入する電流値I2、第2の回線に第1の電源から流入する電流値I3及び第2の電源から流入する電流値I4を測定する測定手段と、

第1及び第2の回線の長さをそれぞれDとするとき、第1の電源から短絡故障点までの距離Xを、 $X = D \cdot \left| \frac{I4 + I1}{I4 + I2} \right|$ により求める演算手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明によるプログラムは、第1の回線と第2の回線の一端に第1の電源を接続し、他端に第2の電源を接続した並列き電区間の第2の回線に発生した短絡故障点を標定するプログラムにおいて、短絡故障発生時に、第1の回線に第1の電源から流入する電流値I1及び第2の電源から流入する電流値I2、第2の回線に第1の電源から流入する電流値I3及び第2の電源から流入する電流値I4を測定する測定処理と、第1及び第2の回線の長さをそれぞれDとするとき、第1の電源から短絡故障点までの距離Xを $X = D \cdot \left| \frac{I4 + I1}{I4 + I2} \right|$ により求める演算処理とをコンピュータに実行させるものである。

10

また、本発明によるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、前記プログラムを記録したものである。

【0011】

なお、本発明は、第1の電源と第2の電源のどちらか一方の電源が存在しない場合を含む。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、並列き電区間におけるT相 - F相間の短絡故障点を、横流や短絡抵抗、電源インピーダンス等の影響を受けることなく、精度よく安定に標定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。

<第1の実施形態>

30

図1は本発明の第1の実施形態による並列き電区間における故障点標定装置を示す構成図である。

図1において、トロリー線T、レールR、き電線Fの一端はA変電所の電源1Aに共通に接続され、各線の他端はB変電所の電源1Bに共通に接続されている。また、各線は複数の単巻変圧器2に図示のように接続され、2つの電源1A、1Bから電力が供給されることにより並列き電回路が構成される。本実施の形態は、トロリー線Tとき電線F間(T相 - F相)の短絡故障を標定するものである。

【0014】

子局3Aは、電源1A側の電圧及び電流を測定する。子局3Bは、電源1B側の電圧及び電流を測定する。子局3A、3Bは、それぞれA/D変換部、事故検出部、波形記録部を備えている。事故検出部は、短絡故障発生時に保護リレー(図示略)からの短絡検出信号を検出して故障発生を検出する。波形記録部は、故障発生時の電圧・電流の波形を測定し記録する。A/D変換部は、上記検出信号及び記録波形等のアナログ信号をデジタルデータに変換して親局4に送信する。また、子局3A及び子局3BはGPSシステムから時刻情報を得て同期を取るよう構成されている。親局4は、子局3A、3Bからのデータに基づいて上記記録波形から故障点を標定する演算を行う中央装置を備えている。

40

【0015】

図2は並列き電回路の構成図である。

図2において、上り線5と下り線6はそれぞれ両端を電源1Aと電源1Bに接続されて電源を供給されている。尚、図示では上り線5及び下り線6は1相の回線のみが示されて

50

いるが、実際にはそれぞれ3相の回線がある。また、図示の回線は、例えばトロリー線Tであり、別に同じ構成のき電線Fがあるものとする。

A変電所側においては、上り線5の14回線の電流I14と下り線6の13回線の電流I13を計器用変流器CTにより測定すると共に、13回線の電圧V13を計器用変圧器PTにより測定している。また、B変電所側においては、上り線5の12回線の電流I12と下り線6の11回線の電流I11を計器用変流器CTで測定すると共に、14回線の電圧V14を計器用変圧器PTにより測定している。尚、特許請求の範囲においては、 $I1 = I14$ 、 $I2 = I12$ 、 $I3 = I13$ 、 $I4 = I11$ である。

【0016】

図3は本実施の形態の回線電流標定方式による故障点標定方法の原理を説明するためのT相-F相短絡故障時における図2の等価回路図である。

図3において、電源1Aは、上り線5に電流I14を供給し、下り線6にI13を供給する。電源1Bは、上り線5に電流I12を供給し、下り線6にI11を供給する。電源1A、1Bはそれぞれ電源インピーダンス7A、7Bを有し、上り線5は線路インピーダンス8を有する。下り線6は短絡故障点の両側に線路インピーダンス9、10を有すると共に、短絡故障点との間に短絡抵抗11を有する。

【0017】

上記構成において、上り線5及び下り線6の全長をD(km)とし、短絡故障点がA変電所の回線接続点からX(km)の距離にあるとすると、Xは次の故障点標定式(1)で求めることができる。

$$X = D \cdot | (I11 + I14) / (I11 + I13) |$$

$$\text{又は } X = D \cdot | (I11 - I12) / (I11 + I13) | \quad (I14 = -I12) \dots (1)$$

本実施の形態によるこの方式を回線電流標定方式というものとする。

【0018】

上記故障点標定式(1)に代入する電流値としては、I11、I12、I13、I14をベクトル値とする方式と、瞬時値とする方式とがある。ベクトル値方式とする場合は、基準位相を定める必要があるため、A変電所とB変電所の子局3A、3Bにおいて電圧と各回線電流との位相差を記録する必要がある。また、位相基準を電源1A又は電源1Bの電圧位相に統一する処理が必要である。瞬時値方式とする場合は、A変電所とB変電所との正確な同期測定が必要となる。その場合、同期に必要な時間精度は50μs程度と考えられる。現実には、保護リレーから故障時の信号を得るが、それまでの短絡故障状態が継続している50~100msで3波程度の波形を得ることができ、これから標定を行う。

【0019】

ベクトル値方式と瞬時値方式における各変電所A、Bで測定すべき値、即ち故障点標定に必要な入力要素を下記の表に示す。

	入力要素	ベクトル値方式	瞬時値方式
・ A 変電所	き電電圧 V13 又は V14		×
	き電電流 I13		
	き電電流 I14		
	き電電圧 V11 又は V12		×
・ B 変電所	き電電流 I11		
	き電電流 I12		

この表から分かるように瞬時値方式の場合は、電圧値は入力不要である。

【0020】

前記標定式(1)は、下り線6(11回線、13回線)で短絡故障が発生した場合であるが、上り線5で短絡故障が発生した場合は、I13をI14に、I11をI12に入れ替えることにより計算することができる。従って、故障回線の判別を行う必要がある。この判別方法としては次の2つの方法がある。

(1) 電流が最も大きい回線を故障回線とする。

(2) A変電所とB変電所の電流のベクトル和が0(A)となる回線を故障回線とする

10

20

30

40

50

。

【 0 0 2 1 】

次に、ベクトル値方式及び瞬時値方式による故障点標定算出手順を説明する。各方式は、保護リレーからの短絡故障検出信号をトリガとして手順が開始されるものとする。なお、故障点標定装置自体が故障を検知するようにし、この故障点標定装置による故障の検知をトリガとして下記の手順を開始することもできる。

【 0 0 2 2 】

・ベクトル値方式による算出手順

図 4 に短絡故障時の回路の略図を示す。ここでは、V 13をVAで示し、V 11をVBで示す。また、上り線 5 の線路インピーダンス 8 の値をZとする。

10

【 0 0 2 3 】

1 . 図 4 において、子局 3 A、子局 3 B は、電圧・電流波形を取り込み、電圧・電流のベクトル値を求める。求めたベクトルを図 5 に電圧基準で示す。

2 . 各回線の電圧・電流のベクトル値を子局 3 A , 3 B から親局 4 に送信する。図 6 に A 変電所と B 変電所の電圧の位相差を示す。

3 . 親局 4 の中央装置は、既知である A 変電所 ~ B 変電所間の線路インピーダンスに健全回線の電流 I 14 (又は I 12) を乗じ、図 6 のベクトル関係から A 変電所電圧 VA と B 変電所電圧 VB 間の位相差角 AB を求める。

4 . 上記 AB で補正して I 11 の位相角を、図 7 のように A 変電所電圧 VA (V 13) 基準にする。

20

5 . 図 7 のベクトル図における I 11 , I 13 , I 14 を故障点標定式 (1) に代入して故障点標定値 X を算出する。

【 0 0 2 4 】

・瞬時値方式による算出手順

1 . 時間同期されている子局 3 A と子局 3 B は波形を記録する。記録サンプリング周波数は 2 0 kHz 程度以上、時間同期の誤差は 5 0 μ sec 程度以下とする。

2 . 記録した各回線の瞬時値電流データを 2 ~ 3 波長程度親局 4 に送信する。

3 . 親局 4 の中央装置は、上記瞬時値電流データを故障点標定式 (1) に代入して標定値を算出する。

4 . 算出結果のうち最も値が大きい電流波形の波高値付近での標定値を故障点標定値として採用する。

30

【 0 0 2 5 】

図 8 は瞬時値方式による故障点標定結果を示す。

同図 (a) に示す電流が 0 に近づくに従って、(b) に示すように標定値の誤差が大きくなり、0 点では標定不能となる。しかし、図 8 の点線で示すように、故障回線電流波高値付近の瞬時値での標定値は安定し、実用上は十分な精度が得られる。

以上のように、本実施の形態によれば、並列き電区間における T 相 - F 相間の短絡故障点を、横流、短絡抵抗及び電源インピーダンス等の影響を受けることなく、精度よく安定に標定することができる。

【 0 0 2 6 】

40

< 第 2 の実施形態 >

次に、第 2 の実施形態の回線電流標定方式による短絡故障点の標定方法の原理を図 9 を用いて説明する。図 9 は本発明の第 2 の実施形態の回線電流標定方法の原理を説明する、図 3 と同様な T 相 - F 相短絡故障時における図 2 の等価回路である。

瞬時値方式において、各回線の電流については、すでに述べた図 1 , 図 2 及び図 3 の説明と同様であるが、図 9 に示す第 2 の実施形態においては、線路インピーダンス 8 , 線路インピーダンス 9 , 線路インピーダンス 1 0 により、回線 1 4 , 回線 1 2 , 回線 1 3 及び回線 1 1 にそれぞれ流れる電流値 I 14 , I 12 , I 13 , I 11 だけでなく、各回線の線路リアクタンス L 8 , 線路リアクタンス L 9 , 線路リアクタンス L 1 0 による電流の瞬時値の変化率 (微分値) を考慮すると、以下の (2) 式に示す微分方程式が求められる。

50

【 0 0 2 7 】

【 数 2 】

$$DR \cdot i_{14} + DL \frac{di_{14}}{dt} = XR \cdot i_{13} + XL \frac{di_{13}}{dt} - (D-X)R \cdot i_{11} - (D-X)L \frac{di_{11}}{dt} \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 8 】

10

上記(2)式において、図に示すように、図3と同様に、子局3A及び子局3Bとの間の距離がDであり、T-F短絡の起こった故障点Cの変電所からの距離がXである。また、各回線を接続している線路の単位(例えば、km)あたりのインピーダンスの抵抗成分をR(/ km)とし、同様に単位(例えば、km)あたりのリアクタンス成分をL(H / km)としている。

そして、14回線及び12回線の間には短絡箇所がないため、電流値I14及び電流値I12が線路インピーダンス8の抵抗値D・R()によって決定し、電流値I14及び電流値I12の変化率が線路リアクタンスL8のリアクタンスD・L(H)によって決定される。

【 0 0 2 9 】

また、13回線及び11回線の間故障点CにおいてT-F短絡の故障が起こっているため、13回線及び11回線を接続する線路の間の線路インピーダンス及び線路リアクタンスが分割される。

20

線路インピーダンスが回線13側の線路インピーダンス9(抵抗値X・R())と回線11側の線路インピーダンス10(抵抗値(D-X)・R())とに分割され、線路リアクタンスが回線13側の線路リアクタンスL9(リアクタンスX・L(H))と回線11側の線路リアクタンスL10(リアクタンス(D-X)・L(H))とに分割される。

【 0 0 3 0 】

また、(2)式において、線路リアクタンスL8に流れる電流i14の瞬時値の変化率が「di14/dt」であり、線路リアクタンスL9に流れる電流i13の瞬時値の変化率が「di13/dt」であり、線路リアクタンスL10に流れる電流i11の瞬時値の変化率が「di11/dt」である。

30

そして、(2)式の微分方程式を整理して、距離Xを求める構成とすると、以下に示す(3)式となる。

【 0 0 3 1 】

【 数 3 】

$$X = D \frac{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{14} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{14}}{dt}}{R \cdot i_{11} + R \cdot i_{13} + L \frac{di_{11}}{dt} + L \frac{di_{13}}{dt}} \quad \dots (3)$$

40

【 0 0 3 2 】

上記(3)式の標定式を用い、電流の瞬時値を用いて、以下のように故障点の標定を行う。

・(3)式の標定式を用いた瞬時値方式による算出手順

1. 時間同期されている子局3Aと子局3Bは波形を記録する。記録サンプリング周波数は20kHz程度以上、時間同期の誤差は50µsec程度以下とする。

2. 記録した各回線の瞬時値電流データを2~3波長程度親局4に送信する。

3. 親局4の中央装置は、上記瞬時値電流データ及びその変化率(微分値)を故障点標

50

定式(3)に代入して標定値を算出する。

4. 算出結果のうち最も値が大きい電流波形の波高値付近での標定値を故障点標定値として採用する。

【0033】

上述したように、第2の実施形態による故障点標定方法は、すでに述べた第1の実施形態における瞬時値方式と図1及び図2の構成が同様であり、他の標定方法の概念も同様であるが、第1の実施形態と異なる点は、各回線における電流の瞬時値の変化率をパラメータとして(1)式に加えて(3)式を構成していることである。

そして、故障発生時の任意の時刻における、故障点を挟む4回線(回線11, 12, 13, 14)の電流の瞬時値及びその変化率を(3)式に代入することにより、故障点の位置(第2の実施形態においては子局3Aからの距離)を標定することができる。

10

【0034】

また、第2の実施形態による故障点標定方法は、第1の実施形態の効果に加えて、(1)式を用いたベクトル値方式と比較すると、ベクトル値を用いる標定方法が、正弦波の故障電流に対してのみ対応可能であるのに対し、(3)式の瞬時値による標定式が瞬時値の微分方程式の解であるため、原理的に波形歪の影響を受け難くなっている。

そして、実際の故障電流には過渡的な直流成分が重畳することがあり、直流成分が重畳した場合に、第2の実施形態による故障点標定方法のほうが、第1の実施形態に比較して故障点(例えば、T-F短絡点)の標定における精度を高くすることができる。

【0035】

20

さらに、図2に示す並列き電区間においては、故障点を挟む両変電所(A, B)のき電用遮断器が開放となるが、その開放時刻には時間差があるため、一方の変電所の遮断器が開放となると、故障回路が変化することにより、故障電流も変化することとなる。

この結果、故障発生直後(20~30m秒後)の電流波形データを用いることが、故障点の標定においては望ましいが、ベクトル値による標定においては過渡現象の影響を受け、標定する故障点に誤差が発生する可能性がある。

しかしながら、第2の実施形態によれば、(3)式の瞬時値による標定値が過渡現象による波形歪みに対しても有効であるため、故障直後の波形瞬時値を用いても高い精度により、故障点の標定を行うことができる。

【0036】

30

次に、本発明の第1の実施形態及び第2の実施形態によるプログラム及びこのプログラムを記録する記録媒体について説明する。

本実施の形態の前述した動作に基づく処理を、本発明による故障点標定装置におけるコンピュータシステムのCPUが実行するためのプログラムは、本発明によるプログラムを構成する。

【0037】

また、このプログラムを記録するための記録媒体は、本発明によるコンピュータ読み取り可能な記録媒体を構成する。この記録媒体としては、光磁気ディスク、光ディスク、半導体メモリ、磁気記録媒体等を用いることができ、これらをROM, RAM, CD-ROM, フレキシブルディスク、メモリカード等に構成して用いてよい。

40

またこの記録媒体は、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部のRAM等の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持するものも含まれる。

【0038】

また上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから伝送媒体を介して、あるいは伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されるものであってよい。上記伝送媒体とは、インターネット等のネットワーク(通信網)や電話回線等の通信回線(通信線)のように、情報を伝送する機能を有する媒体をいうものとする。

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためであってもよい。さらに、

50

前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であってもよい。

【0039】

従って、このプログラム及び記録媒体を図1のシステム又は装置とは異なるシステム又は装置において用い、そのシステム又は装置のコンピュータがこのプログラムを実行することによっても、実施の形態で説明した機能及び効果と同等の機能及び効果を得ることができ、本発明の課題を解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の実施の形態による故障点標定装置を示すブロック図である。

10

【図2】故障点標定装置の並列き電回路を示す構成図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における故障点標定方法の原理を説明するための短絡故障時の並列き電回路の等価回路を示す構成図である。

【図4】短絡故障時の回路の略図である。

【図5】短絡故障時のベクトル図である。

【図6】A変電所とB変電所の電圧の位相差を示すベクトル図である。

【図7】A変電所の電圧を基準とするベクトル図である。

【図8】瞬時値方式による標定結果の一例を示すグラフである。

【図9】本発明の第2の実施形態における故障点標定方法の原理を説明するための短絡故障時の並列き電回路の等価回路を示す構成図である。

20

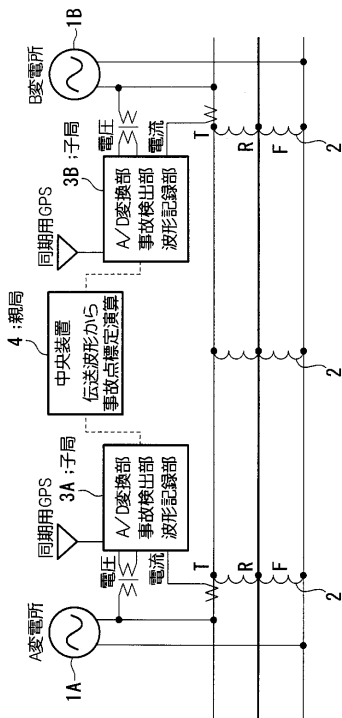
【符号の説明】

【0041】

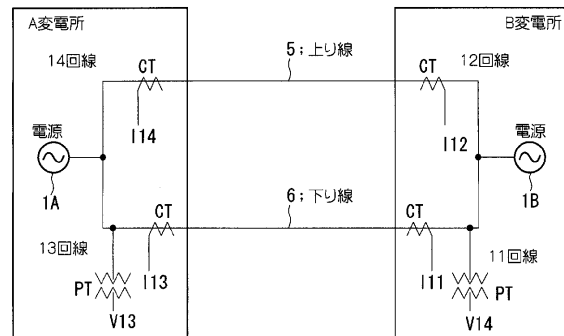
1 A、1 B...電源 3 A、3 B...子局 4...親局 5...上り線 6...下り線 7 A、7 B...電源インピーダンス 8, 9, 10...線路インピーダンス 11...短絡抵抗 L8, L9, L10...線路リアクタンス

【図1】

【図2】



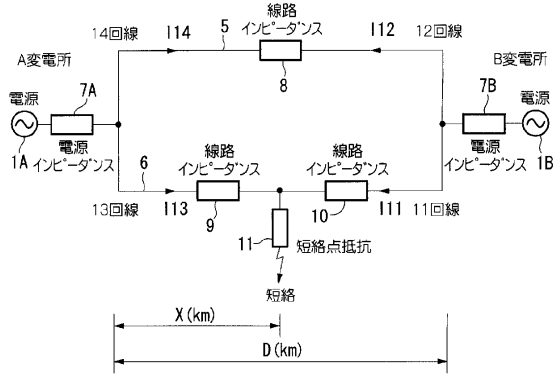
故障点標定装置(回線電流標定方式)の構成



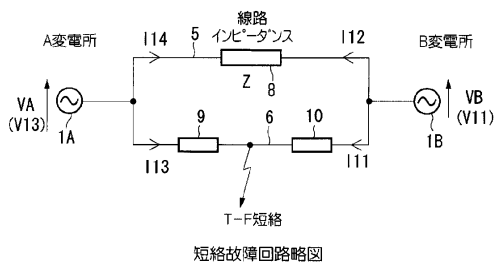
※ 瞬時値方式の場合はV13、V14は不要

故障点標定装置へのデータ入力要素

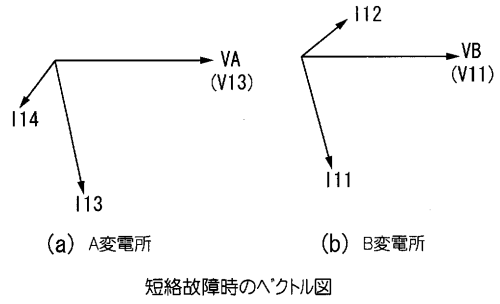
【図3】



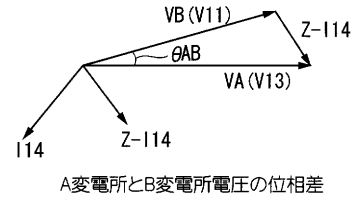
【図4】



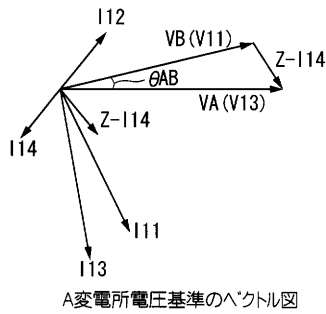
【図5】



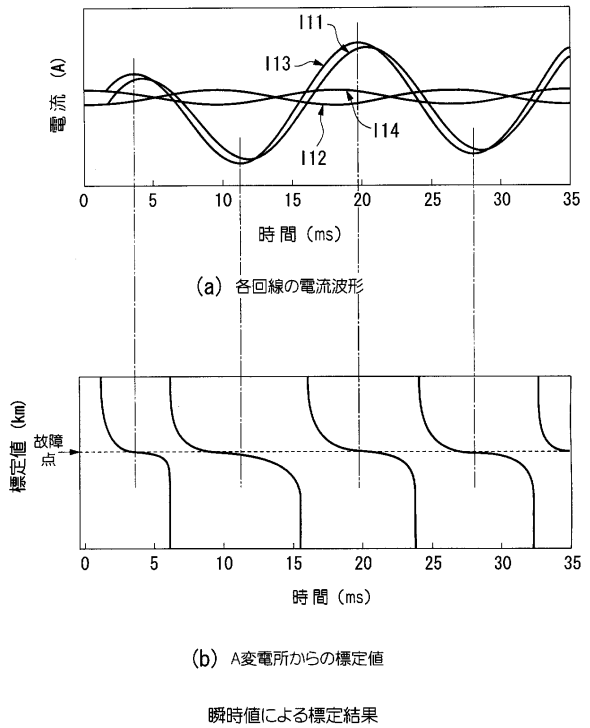
【図6】



【図7】



【図8】

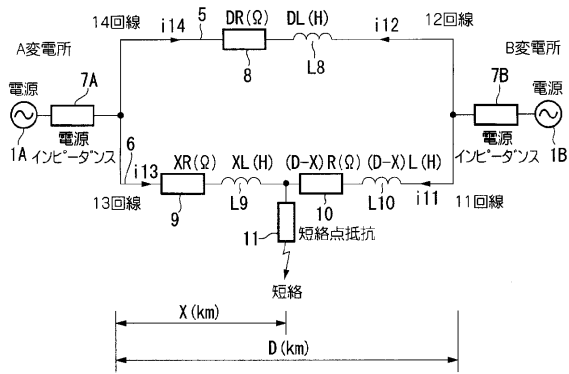


(a) 各回線の電流波形

(b) A変電所からの標定値

瞬時値による標定結果

【図9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 R 3 1 / 0 8

B 6 0 M 1 / 2 8