

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4908018号  
(P4908018)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月20日(2012.1.20)

(51) Int.Cl. F 1  
H02H 3/28 (2006.01) H02H 3/28 X

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-54152 (P2006-54152)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年2月28日(2006.2.28)	(74) 代理人	100081961 弁理士 木内 光春
(65) 公開番号	特開2007-236097 (P2007-236097A)	(72) 発明者	嵯峨 正道 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
(43) 公開日	平成19年9月13日(2007.9.13)	(72) 発明者	首藤 逸生 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
審査請求日	平成20年3月28日(2008.3.28)	(72) 発明者	水野上 光章 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 本社事務所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流差動継電装置とその信号処理方法、および送電線保護システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送電線の一端に設置されるとともに、2つの伝送路を通じて送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置と互いに接続され、それぞれの端子から取得したデジタル形の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行う電流差動継電装置において、

前記2つの伝送路により並行して前記他端とそれぞれ通信を行う2つの伝送手段と、

前記2つの伝送手段にそれぞれ接続されて前記伝送路毎に独立した2系列の電流差動演算を行う2つの電流差動演算手段と、

前記2系列の電流差動演算結果からトリップ信号を生成する信号生成手段と、

アナログ量として検出された送電線の電気量データをデジタルデータに変換するアナログ/デジタル変換手段と、

このアナログ/デジタル変換手段に対してサンプリングパルスを供給するサンプリングパルス発生手段と、

前記サンプリングパルス発生手段に接続され、前記サンプリングパルス発生手段から出力されるサンプリングパルス信号と前記送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置のサンプリングパルス信号と同期を取る補正手段と、

前記2つの伝送手段にそれぞれ接続され伝送路毎にサンプリングパルス信号のタイミング差を測定するタイミング差測定手段と、

これら2つのタイミング差測定手段からのサンプリングパルス信号のタイミング差を切

10

20

り替えて、そのいずれか一方のみを前記補正手段に渡す切替手段と、  
を有することを特徴とする電流差動継電装置。

【請求項 2】

前記信号生成手段は、前記 2 系列の電流差動演算結果の論理和でトリップ信号を生成するように構成された

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電流差動継電装置。

【請求項 3】

前記信号生成手段は、前記 2 つの電流差動演算手段のうち、レディ状態にある方の電流差動演算結果を用いてトリップ信号を生成するように構成された

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電流差動継電装置。

10

【請求項 4】

前記信号生成手段は、前記 2 系列の電流差動演算結果の論理積でトリップ信号を生成するように構成された

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電流差動継電装置。

【請求項 5】

送電線の一端に設置されるとともに、2 つの伝送路を通じて送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置と互いに接続され、それぞれの端子から取得したデジタル形の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行う電流差動継電装置の信号処理方法において、

前記 2 つの電流差動継電装置の各々により、

20

前記 2 つの伝送路により並行して前記他端とそれぞれ通信を行い、

前記伝送路毎に独立した 2 系列の電流差動演算を行い、

前記 2 系列の電流差動演算結果からトリップ信号を生成するに当たり、

前記 2 つの伝送路毎にサンプリングパルス信号のタイミング差を測定し、

これら 2 つのサンプリングパルス信号のタイミング差を切り替えて、そのいずれか一方のデータに基づいてサンプリングパルス信号を補正し、

この補正されたサンプリングパルス信号に基づいて、アナログ量として検出された送電線の電気量データをデジタルデータに変換し、

前記送電線の一端に設置された電流差動継電装置のサンプリングパルスと、送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置のサンプリングパルスとの同期を取って、送電線の一端においてアナログ量として検出された電気量データをデジタルデータに変換する

30

ことを特徴とする電流差動継電装置の信号処理方法。

【請求項 6】

送電線の 2 つの端子にそれぞれ設置された 2 つの電流差動継電装置を 2 つの伝送路を通じて互いに接続し、それぞれの端子から取得したデジタル形の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行う送電線保護システムにおいて、

前記 2 つの電流差動継電装置の各々は、

2 つの伝送路により並行して前記他端とそれぞれ通信を行う 2 つの伝送手段と、

前記 2 つの伝送手段にそれぞれ接続されて前記伝送路毎に独立した 2 系列の電流差動演算を行う 2 つの電流差動演算手段と、

40

前記 2 系列の電流差動演算結果を用いてトリップ信号を生成する信号生成手段を有する

前記 2 つの伝送路により並行して前記他端とそれぞれ通信を行う 2 つの伝送手段と、

前記 2 つの伝送手段にそれぞれ接続されて前記伝送路毎に独立した 2 系列の電流差動演算を行う 2 つの電流差動演算手段と、

前記 2 系列の電流差動演算結果からトリップ信号を生成する信号生成手段と、

アナログ量として検出された送電線の電気量データをデジタルデータに変換するアナログ/デジタル変換手段と、

このアナログ/デジタル変換手段に対してサンプリングパルスを供給するサンプリングパルス発生手段とを備え、

前記 2 つの電流差動継電装置の一方は、

50

前記サンプリングパルス発生手段に接続され、前記サンプリングパルス発生手段から出力されるサンプリングパルス信号と前記送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置のサンプリングパルス信号と同期を取る補正手段と、

前記2つの伝送手段にそれぞれ接続され伝送路毎にサンプリングパルス信号のタイミング差を測定するタイミング差測定手段と、

これら2つのタイミング差測定手段からのサンプリングパルス信号のタイミング差を切り替えて、そのいずれか一方のみを前記補正手段に渡す切替手段を有する

ことを特徴とする送電線保護システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電力系統の送電線を保護する電流差動継電装置に関するものであり、特に、2つの伝送路を通じてデータ通信を行う電流差動継電装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電力系統の送電線を保護するために、電流差動継電装置を用いた各種のシステムが提案されている。図4はそのような従来の送電線保護システムとして、特に、伝送路を二重化した伝送路二重化方式のシステム例を示す構成図である。

【0003】

この図4に示す送電線保護システムにおいて、2つの電流差動継電装置1(1a, 1b)は、2端子送電線2の各端子3(従端3aと主端3b)にそれぞれ設置されており、各端子3の変流器4(4a, 4b)から系統の電気量データを取り込むとともに、2つの伝送路5, 6を通じて互いに接続され、それぞれの端子の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行う。

20

【0004】

なお、図4中の各構成要素を示す参照符号の末尾に付随させたアルファベット文字「a」、「b」は、2端子送電線2の従端3aと主端3bおよびこれらの端子3a, 3bにそれぞれ設置された2つの電流差動継電装置1a, 1bを区別するために使用されている。この場合、2つの電流差動継電装置1a, 1bの構成は、一部を除けばほとんど同一であり、また、付随アルファベット文字「a」、「b」を除いて同じ参照符号で示される構成要素は、同一の構成を有する。そのため、以下の説明中では、簡略化の観点から、そのような明確な区別が必要な場合にのみ、付随文字「a」、「b」を記載し、区別が不要な場合には適宜省略する。

30

【0005】

電流差動継電装置1は、まず、変流器4から系統の電気量データをアナログ入力に取り込み、アナログ/デジタル変換するアナログ/デジタル変換手段(A/D変換手段)11と、2つの伝送路5, 6の受信切替を行う受信切替手段12と、この受信切替手段12を通じて他端の電流差動継電装置1と通信を行う伝送手段13を有する。この伝送手段13には、伝送路5, 6の伝送不良を検出する擾乱検出部131が設けられている。

【0006】

40

この図4に示すような従来の伝送路二重化方式において、伝送手段13は、受信切替手段12による受信切替に応じた受信側の伝送路からのデータを受信するとともに、2つの伝送路5, 6に並行的にデータを送信する。そして、擾乱検出部131により、現在受信側の伝送路の伝送不良を検出した場合には、受信切替手段12にこの伝送不良を示す伝送不良検出信号を渡して受信切替を行わせる。なお、伝送路二重化方式の詳細については後述する。

【0007】

電流差動継電装置1はまた、アナログ/デジタル変換手段11から自端の電気量データを受取るとともに、伝送手段13により受信した他端の電気量データを受取り、これらの電気量データを用いて電流差動演算を行う電流差動演算手段14と、電流差動演算結果

50

を用いて、ロジックシーケンス処理を行い、トリップ信号を生成するシーケンス演算手段 15 と、生成したトリップ信号を、自端の遮断器 7 に向けて出力する出力手段 16 を有する。電流差動演算手段 14 としては、具体的には、87 継電器等が使用される。

【0008】

さらに、従端 3 a の電流差動継電装置 1 a は、サンプリングパルス信号タイミング差を測定するタイミング差測定手段 17 a と、測定したタイミング差に基づき、主端 3 b のサンプリングパルス信号と同期を取るための補正量を算出する補正手段 18 a と、主端 3 b とサンプリング同期させたサンプリングパルス信号を発生してアナログ/デジタル変換手段 11 a に渡すサンプリングパルス発生手段 19 a を有する。これに対して、主端 3 b の電流差動継電装置 1 b は、タイミング差測定手段 17 b と、サンプリングパルス発生手段 19 b のみを有する。

10

【0009】

このような図 4 の送電線保護システムにおいて、系統の電気量データを取り込むために、アナログ/デジタル変換手段 11 にはサンプリングパルス発生手段 19 からサンプリングパルス信号が渡されるが、従端 3 a の電流差動継電装置 1 a におけるサンプリングパルス信号は、補正手段 18 a によって、主端 3 b のサンプリングパルス信号と同期が取られる。受信切替手段 12 により接続される伝送路からのデータに応じて、タイミング差測定手段 17 a , 17 b により、サンプリングパルス信号タイミング差が算出される。

【0010】

ここで、従端 3 a の電流差動継電装置 1 a においては、従端 3 a と主端 3 b のタイミング差に基づき、補正手段 18 a により、主端 3 b のサンプリングパルス信号と同期を取るためのサンプリングパルス信号補正量を算出して、サンプリングパルス発生手段 19 a により、主端 3 b とサンプリング同期させたサンプリングパルス信号を発生させる。

20

【0011】

なお、具体的なサンプリング同期の方法としては、例えば、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の技術が提案されている。

【0012】

[ サンプリング同期の原理 ]

以下には、図 5 を用いて、主端と従端の電流差動継電装置におけるサンプリング同期の原理について説明する。なお、図中および以下の説明中における「主端」および「従端」は、簡略化の観点から、「主端の電流差動継電装置」および「従端の電流差動継電装置」を略称したものであり、同様に、「装置」は、「電流作動継電装置」を略称したものである。

30

【0013】

図 5 ( a ) は、一方の端子 ( 主端 ) と他方の端子 ( 従端 ) において、ともに一定のサンプリング周期  $T$  でサンプリングが行われているが、主端と従端とでは  $T$  のサンプリングパルス信号タイミング差が生じている状態を表している。

【0014】

図 5 ( a ) において、まず、従端では、電気量データとともに同期信号 ( サンプリング同期フラグ ) を主端へ送信する ( F 0 ) 。主端では、自装置のサンプリングタイミングからサンプリング同期フラグの含まれるデータの受信タイミングまでの受信タイミング差  $T_m$  を測定し、サンプリング同期フラグと測定した受信タイミング差  $T_m$  を、電気量データとともに従端へ返送する ( F 1 ) 。

40

【0015】

次に、従端は、主端と同様に、自装置のサンプリングタイミングからサンプリング同期フラグの含まれるデータの受信タイミングまでの受信タイミング差  $T_s$  を測定するとともに、主端で測定した受信タイミング差  $T_m$  を読み出す。

【0016】

ここで、従端の送信データが主端へ到着するまでの上りの伝送遅延時間と主端の送信データが従端へ到着するまでの下りの伝送遅延時間が、ともに  $T_d$  で等しいとすると、この

50

伝送遅延時間  $T_d$  は、主端または従端で測定した受信タイミング差  $T_m$  または受信タイミング差  $T_s$  と、サンプリングパルス信号タイミング差  $T$ 、およびサンプリング周期  $T$  を用いて、それぞれ次の式 (1)、(2) により表すことができる。

【0017】

$$T_d = T_m + T + i T \quad \dots (1)$$

$$T_d = T_s - T + j T \quad \dots (2)$$

$i, j$  はいずれも整数

図5の場合は、 $i = 1$ 、 $j = 2$

【0018】

ここで、式(1)と式(2)の差をとり、 $T$ について整理すると、次の式(3)が得られる。

$$2 T = T_s - T_m + (j - i) T \quad \dots (3)$$

【0019】

さらに、サンプリングパルス信号タイミング差  $T$  はその性質上、常にサンプリング周期  $T$  より小さいことから、式(3)中における  $(j - i) T$  の項(すなわち  $T$  の倍数)は削除できるため、式(3)から、次のようなサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  の算出式(4)が得られる。

$$T = (T_s - T_m) / 2 \quad \dots (4)$$

【0020】

したがって、従端では、この式(4)を計算し、サンプリングパルス信号タイミング差  $T$  がほぼ零となるように従端のサンプリングタイミングをずらしていくことで、主端と従端の互いに独立した2装置間のサンプリングタイミングを同一にすることができる。なお、主端では、求めたサンプリングパルス信号タイミング差をサンプリング同期が取れているかどうかの判定だけに使用し、サンプリングパルスの補正は行わない。

【0021】

図5(b)は、主端と従端のサンプリングタイミングが一致している状態を表している。この場合に、従端は、サンプリング同期フラグを送出してから主端によって返送されてくるまでのサンプリング周期数  $T_0$  を測定し、このサンプリング周期数  $T_0$  と、先に測定したタイミング差  $T_s$ 、およびサンプリング周期  $T$  から、伝送遅延時間  $T_d$  を次式にて算出する。

$$T_d = T_0 / 2 - T + T_s \quad \dots (5)$$

【0022】

従端では、この式(5)によって、主端より送られてくるデータが、自端のサンプリングタイミングに対し、どの程度遅れたデータであるかが判明するため、従端と主端で同一時刻にサンプリングしたデータ同士を使用した演算が可能となる。

【0023】

[伝送路二重化方式]

以下には、図4に示すような伝送路二重化方式の詳細について説明する。

【0024】

一般に、伝送路を利用して送電線を保護する電流差動継電装置において、その稼働率(保護機能が正常に機能している時間確率)は、伝送路の品質に大きく依存する。すなわち、伝送路において伝送不良が生じると、基本的に、電流差動継電装置は、電流差動演算手段をロックして誤動作を防止するため、保護機能が停止してしまい、その分だけ稼働率が低下してしまう。

【0025】

これに対して、伝送路二重化方式は、品質が理想的でない伝送路を利用している場合でも、電流差動継電装置の機能停止時間を短縮して、電流差動継電装置の稼働率を向上するために提案された方式であり、2つの端子に設けられた2つの電流差動継電装置を、二重化した伝送路を通じて互いに接続するものである。

【0026】

10

20

30

40

50

図4に示す従来の伝送路二重化方式においては、伝送路を、2つの伝送路5, 6により二重化し、片方の伝送路を常用、他方を待機用としている。ここでは、一例として、伝送路5を常用、伝送路6を待機用とした場合について説明する。なお、送信信号は、両方の伝送路5, 6へ並行的に出力される。

【0027】

この図4に示す電流差動継電装置1a, 1bにおいて、通常は、電流差動継電装置1a, 1bの受信切替手段12a, 12bを通じて伝送手段13a, 13bを常用の伝送路5に接続することにより、常用の伝送路5を通じて他端からのデータを受信するが、常用の伝送路5に伝送不良が生じると、電流差動演算手段14a, 14bがロックされる。

【0028】

常用の伝送路5に伝送不良が生じた際には、伝送路の過度な受信切替を防止するために例えば10秒程度の確認時間を設ける。この確認時間内において、伝送手段13a, 13bの擾乱検出部131a, 131bにより伝送路の擾乱を検出し、それが伝送路の受信切替を必要とするか否かを判断して、受信切替が必要な場合には伝送不良検出信号を受信切替手段12a, 12bに渡し、受信切替手段12a, 12bにより自動的に常用の伝送路5から待機用の伝送路6へと受信切替を行う。この受信切替により、電流差動演算手段14a, 14bのロックを解除して、電流差動演算を継続することができる。

【0029】

このような受信切替方式を用いた場合、単一の伝送路用の電流差動継電装置であっても、伝送制御および電流差動演算の仕組みを何等変更する必要なしに、伝送路の受信切替手段を設けるだけで、伝送路二重化方式に容易に対応可能であり、このことは実装上の大きな利点である。

【0030】

なお、前述したサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  の算出式(4)に示したように、サンプリングパルス信号タイミング差  $T$  は、伝送路の伝送遅延時間  $T_d$  には依存しない。このため、一方の伝送路5と他方の伝送路6の伝送遅延時間が、それぞれ、 $T_{d1}$ 、 $T_{d2}$ と異なっていたとしても、それぞれの受信タイミング  $T_{s1}$ 、 $T_{m1}$ 、および  $T_{s2}$ 、 $T_{m2}$ により、下記の式(6)~(13)に示すように、同一のサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  が算出される。

【0031】

したがって、伝送路の受信切替時において、2つの伝送路5, 6における伝送遅延時間が異なっても、サンプリング信号を引き込み直す必要はない。(例えば、サンプリングパルス信号タイミング差  $T = 0$  において伝送路の受信切替が行われた場合、伝送不良でサンプリング同期を中断していた間の滑りを除けば、切替後の伝送で新たに計算されるサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  もまた0である。)

【0032】

伝送路5選択時:

$$T_{d1} = T_{m1} + T + iT \quad \dots \quad (6)$$

$$T_{d1} = T_{s1} - T + jT \quad \dots \quad (7)$$

$$T = (T_{s1} - T_{m1}) / 2 \quad \dots \quad (8)$$

$$T_{d1} = T_0 / 2 - T + T_{s1} \quad \dots \quad (9)$$

【0033】

伝送路6選択時:

$$T_{d2} = T_{m2} + T + iT \quad \dots \quad (10)$$

$$T_{d2} = T_{s2} - T + jT \quad \dots \quad (11)$$

$$T = (T_{s2} - T_{m2}) / 2 \quad \dots \quad (12)$$

$$T_{d2} = T_0 / 2 - T + T_{s2} \quad \dots \quad (13)$$

【0034】

【特許文献1】特公平1-890号

【特許文献2】特公平1-24014号

10

20

30

40

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0035】

上記のような従来の伝送路二重化方式の送電線保護システムにおいては、前述したように、伝送路の過度な受信切替を防止するために伝送路の受信切替に確認時間を設ける必要があるが、常用の伝送路に伝送不良が生じた時、待機用の伝送路への受信切替を完了するまでの確認時間の間は、電流差動継電装置による送電線保護機能が停止する。

## 【0036】

すなわち、図4に示すような従来の送電線保護システムにおいて、常用の伝送路に伝送不良が生じた際には、前述したように、確認時間内において、伝送手段13a, 13bの擾乱検出部131a, 131bにより伝送路の擾乱を検出し、それが伝送路の受信切替を必要とすると判断した上で、受信切替手段12a, 12bにより伝送路の受信切替をする必要があり、この場合の確認時間は、例えば10秒程度を要する。そのため、伝送路の受信切替完了までの確認時間の間は、電流差動継電装置による送電線保護機能が停止することになり、電流差動継電装置の稼働率が低下してしまう。

## 【0037】

また、間欠的な伝送不良が生じた場合には、伝送路の受信切替が行われず、電流差動継電装置による送電線保護機能の停止・運用が繰り返されることがあり、この場合にも、電流差動継電装置の稼働率が低下してしまう。

## 【0038】

本発明は、以上のような従来技術の課題を解決するために提案されたものであり、その目的は、二重化された伝送路の一方が伝送不良であっても、送電線保護機能を停止することなく継続可能な、稼働率および信頼性の高い電流差動継電装置とその信号処理方法、および送電線保護システムを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0039】

本発明は、上記の目的を達成するために、伝送路だけでなく、伝送手段および電流差動演算手段についても二重化して伝送路毎に独立した2系列の電流差動演算を行い、2系列の電流差動演算結果からトリップ信号を生成することにより、二重化された伝送路の一方が伝送不良であっても、送電線保護機能を停止することなく継続可能としたものである。

## 【0040】

すなわち、本発明の電流差動継電装置は、送電線の一端に設置されるとともに、2つの伝送路を通じて送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置と互いに接続され、それぞれの端子の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行う電流差動継電装置において、2つの伝送手段、2つの電流差動演算手段、および信号生成手段を有することを特徴としている。

## 【0041】

ここで、2つの伝送手段は、前記2つの伝送路により並行して前記他端とそれぞれ通信を行う手段である。2つの電流差動演算手段は、前記2つの伝送手段にそれぞれ接続されて前記伝送路毎に独立した2系列の電流差動演算を行う手段である。信号生成手段は、前記2系列の電流差動演算結果からトリップ信号を生成する手段である。

また、アナログ量として検出された送電線の電気量データをデジタルデータに変換するアナログ/デジタル変換手段と、このアナログ/デジタル変換手段に対してサンプリングパルスを供給するサンプリングパルス発生手段と、前記サンプリングパルス発生手段に接続され、前記サンプリングパルス発生手段から出力されるサンプリングパルス信号と前記送電線の他端に設置された他の電流差動継電装置のサンプリングパルス信号と同期を取る補正手段と、前記2つの伝送手段にそれぞれ接続され伝送路毎にサンプリングパルス信号のタイミング差を測定するタイミング差測定手段と、これら2つのタイミング差測定手段からのサンプリングパルス信号のタイミング差を切り替えて、そのいずれか一方のみを前記補正手段に渡す切替手段を有することも、本発明の特徴である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

また、本発明の信号処理方法は、上記電流差動継電装置の特徴を方法の観点から把握したものであり、送電線保護システムは、上記電流差動継電装置の特徴を、2つの当該装置を用いたシステム全体の観点から把握したものである。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 4 3 】

本発明によれば、二重化された伝送路の一方が伝送不良であっても、送電線保護機能を停止することなく継続可能な、稼働率および信頼性の高い電流差動継電装置とその信号処理方法、および送電線保護システムを提供することができる。

10

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 4 4 】

以下には、本発明に係る送電線保護システムの複数の実施形態について、図1～図3を参照して具体的に説明する。なお、図4に示した従来技術と同一部分には同一符号を付している。

## 【 0 0 4 5 】

また、図1～図3中の各構成要素を示す参照符号の末尾に付随させたアルファベット文字「a」、「b」が、2端子送電線2の従端3aと主端3bおよびこれらの端子3a、3bにそれぞれ設置された電流差動継電装置1a、1bを区別するために使用されている点、および、2つの電流差動継電装置1a、1bの構成が、一部を除けばほとんど同一である点は、図4と同様である。さらに、図1～図3中では、1つの電流差動継電装置1内に、複数の同一の構成要素が設けられている関係から、参照符号の末尾に、端子間の区別および同一の構成要素間の区別を示す付随文字列「a1」、「a2」、「b1」、「b2」が使用されている。

20

## 【 0 0 4 6 】

そのため、以下の説明中では、簡略化の観点から、そのような明確な区別が必要な場合にのみ、付随文字「a」、「b」または付随文字列「a1」、「a2」、「b1」、「b2」を記載する。そして、区別が不要な場合には、それらの付随文字または付随文字列を適宜省略するか、あるいは、付随文字列を一般的に示す代用的な付随文字列として、「a1」、「b1」については「\*1」を使用し、「a2」、「b2」については「\*2」を使用する。

30

## 【 0 0 4 7 】

## [ 第1の実施形態 ]

## [ 構成 ]

図1は、本発明を適用した第1の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図である。この図1に示す送電線保護システムの基本的な構成は、図4に示した従来システムと同様である。すなわち、2つの電流差動継電装置1(1a、1b)は、2端子送電線2の各端子3(従端3aと主端3b)にそれぞれ設置されており、2つの伝送路5、6を通じて互いに接続され、それぞれの端子の電気量データを互いに送受信して電流差動演算を行うようになっている。

40

## 【 0 0 4 8 】

本実施形態の電流差動継電装置1においてはまず、従来の伝送路二重化方式ではいずれも単一の手段のみが使用されていた伝送手段、電流差動演算手段、およびタイミング差測定手段として、2つの伝送手段13\*1、13\*2(\*=a、b)、2つの電流差動演算手段14\*1、14\*2(\*=a、b)、および2つのタイミング差測定手段17\*1、17\*2(\*=a、b)が設けられている。

## 【 0 0 4 9 】

ここで、2つの伝送手段14\*1、14\*2は、通常時には、2つの伝送路5、6により並行して他端の電流差動継電装置1とそれぞれ通信を行う手段であり、個々の伝送手段

50

14\*1, 14\*2は、従来と同様、擾乱検出部131\*1, 131\*2を有している。ここで、擾乱検出部131\*1, 131\*2は、伝送路の伝送不良を検出した場合に、伝送不良検出信号をタイミング差測定手段17\*1, 17\*2および電流差動演算手段14\*1, 14\*2にそれぞれ渡すようになっている。また、2つの電流差動演算手段14\*1, 14\*2は、2つの伝送手段14\*1, 14\*2にそれぞれ接続されて伝送路5, 6毎に独立した2系列の電流差動演算を行う手段である。

【0050】

本実施形態の電流差動継電装置1においてはまた、このように、2つの電流差動演算手段14\*1, 14\*2により2系列の電流差動演算を行うことに伴い、従来と同様のシーケンス演算手段15の前段に、論理和手段(OR)21を加えた信号生成手段20が設けられている。この信号生成手段20は、論理和手段21により、2系列の電流差動演算結果の論理和を取り、この論理和で、シーケンス演算手段15によりトリップ信号を生成する手段である。

10

【0051】

一方、2つのタイミング差測定手段17\*1, 17\*2は、2つの伝送手段14\*1, 14\*2により2つの伝送路5, 6からのデータを並行的に受信することに伴い、伝送路5, 6毎にサンプリングパルス信号タイミング差を測定するタイミング差測定手段としてそれぞれ設けられたものである。さらに、従端の電流差動継電装置1aにおいては、これらのタイミング差測定手段17a1, 17a2により得られる2つのサンプリングパルス信号タイミング差を切り替えて、いずれか一方のみを補正手段18に渡す切替手段31a

20

【0052】

なお、その他の構成については、図4に示した従来の送電線保護システムの構成と同様である。

【0053】

[作用]

以上のような構成を有する第1の実施形態に係る送電線保護システムにおいて、電流差動継電装置1は、サンプリングパルス発生手段19から出力されるサンプリングパルス信号にしたがって、アナログ/デジタル変換手段11で電力系統の電氣量をサンプリングして電氣量データを得る。

30

【0054】

各端の電流差動継電装置1で得られた電氣量データは、伝送手段13s1, 13s2により対向する端子の電流差動継電装置1と互いに伝送される。このとき、伝送路5に対しては伝送手段13\*1(13a1, 13b1)および電流差動演算手段14\*1(14a1, 14b1)が、伝送路6に対しては伝送手段13\*2(13a2, 13b2)および電流差動演算手段14\*2(14a2, 14b2)がそれぞれ独立に対応して動作する。したがって、伝送路5と伝送路6の伝送遅延時間は同一でなくても構わない。

【0055】

この場合、2つの電流差動演算手段14\*1, 14\*2による2系列の電流差動演算結果は、信号生成手段20の論理和手段(OR)21によりその論理和が取られてシーケンス演算手段15に渡される。そのため、シーケンス演算手段15では、基本的には、伝送遅延時間が短い伝送路の方の電流差動演算結果にてトリップ信号が生成され、出力手段16から出力される。したがって、両方の伝送路5, 6が同時に伝送不良とならない限り、正常な伝送路からのデータを用いていずれかの電流差動演算手段14\*1, 14\*2で送電線保護機能を継続可能である。

40

【0056】

なお、従端の差動電流継電装置1aにおいて、サンプリングパルス信号は、補正手段18aによって主端のサンプリングパルス信号と同期が取られる。この場合、両端の差動電流継電装置1aにおいて、伝送路5, 6毎にタイミング差測定手段17\*1, 17\*2によりサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  が算出されるが、前記式(8)および式(

50

12)により、2つの伝送路5, 6からのデータに対して同一のサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  をそれぞれのタイミング差測定手段17\*1, 17\*2から得ることができる。

【0057】

そのため、どちらの伝送路5, 6のサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  を使用した場合でも、正しいサンプリング同期を維持することができるので、従端の差動電流継電装置1aにおいては、切替手段31aにより、伝送不良でない方の演算結果を選択し、補正手段18aにより、この演算結果を使用してサンプリングパルスを補正すればよい。

【0058】

具体的には、片方の伝送路、例えば伝送路5を優先としておき、伝送路5の伝送不良がなくサンプリングパルス信号タイミング差  $T$  の算出を継続できる限りは、タイミング差測定手段17a1から得られる  $T$  をサンプリングパルス補正に用いることが考えられる。この場合、伝送路5に伝送不良が生じてタイミング差測定手段17a1の  $T$  算出停止、タイミング差測定手段17a2の  $T$  算出継続となったときには、タイミング差測定手段17a2の  $T$  をサンプリングパルス補正に用いられればよい。なお、切替手段31aによる伝送不良の有無の判定は、擾乱検出部131\*1, 131\*2からタイミング差測定手段17\*1, 17\*2に渡される伝送不良検出信号に基づいて行われる。

【0059】

[効果]

以上のような構成を有する第1の実施形態によれば、二重化された伝送路の一方が伝送不良であっても、電流差動演算を一時的にも全く停止することなく、送電線保護機能を確実に継続できるため、電流差動継電装置の稼働率および信頼性を向上できる。

【0060】

[第2の実施形態]

[構成]

図2は、本発明を適用した第2の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図である。この図2に示す送電線保護システムの基本的な構成は、図1に示した第1の実施形態と同様であるが、次の点で、第1の実施形態と異なる。

【0061】

すなわち、第2の実施形態の差動電流継電装置1において、電流差動演算手段14\*1, 14\*2からは電流差動演算結果に加えて、現在の状態がロック状態であるかレディ状態であるかを示すレディフラグが出力されるようになっており、また、信号生成手段20においては、論理和手段21の代わりに、レディフラグに応じて使用する電流差動演算結果を選択する選択手段22が設けられている。なお、その他の構成については、第1の実施形態の構成と同様である。

【0062】

[作用]

以上のような構成を有する第2の実施形態に係る送電線保護システムにおいて、第1の実施形態と異なる作用は、差動電流継電装置1における2つの電流差動演算手段14\*1, 14\*2と信号生成手段20の処理のみである。

【0063】

すなわち、本実施形態の差動電流継電装置1において、2つの電流差動演算手段14\*1, 14\*2は、一般的な電流差動演算手段と同様に、伝送不良や同期不良、自動監視不良等の何らかの不良が発生するとロックされる。本実施形態の電流差動演算手段14\*1, 14\*2においては、電流差動演算結果に加えて、現在の状態がロック状態かレディ状態かを表すレディフラグを出力する。

【0064】

このように電流差動演算手段14\*1, 14\*2から出力されるレディフラグを、信号生成手段20の選択手段22に導入し、レディ状態である方の電流差動演算結果を選択して後段のシーケンス演算手段15に導入する。そして、2つの独立な電流差動演算結果の

10

20

30

40

50

うち、レディ状態にある方の電流差動演算結果を使用してシーケンス演算手段 15 によりトリップ信号を生成し、出力手段 16 からトリップ出力を行う。

【0065】

この場合の、具体的な選択方式としては、例えば、初期状態においては電流差動演算手段 14 \* 1 の電流差動演算結果を優先的に選択するように設定しておき、電流差動演算手段 14 \* 1 のレディフラグがオフ、つまりロック状態になった場合に、他方の電流差動演算手段 14 \* 2 のレディフラグがオンであれば、この電流差動演算手段 14 \* 2 の電流差動演算結果を選択することが考えられる。つまり、優先側の電流差動演算手段がロック状態で非優先側がレディ状態の場合には他方を選択し、優先側・非優先側共にレディ状態もしくはロック状態の場合は優先側の電流差動演算手段を選択すればよい。

10

【0066】

[効果]

以上のような構成を有する第 2 の実施形態によれば、第 1 の実施形態とほぼ等価な効果が得られる。すなわち、二重化された伝送路の一方が伝送不良であっても、電流差動演算を一時的にも全く停止することなく、送電線保護機能を確実に継続できるため、電流差動継電装置の稼働率および信頼性を向上できる。

【0067】

[第 3 の実施形態]

[構成]

図 3 は、本発明を適用した第 3 の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図である。この図 2 に示す送電線保護システムの基本的な構成は、図 1 に示した第 1 の実施形態と同様であるが、次の点で、第 1 の実施形態と異なる。

20

【0068】

すなわち、第 3 の実施形態の差動電流継電装置 1 において、信号生成手段 20 においては、論理和手段 21 の代わりに、2 系列の電流差動演算結果の論理積を取る論理積手段 (AND) 23 が設けられている。なお、その他の構成については、第 1 の実施形態の構成と同様である。

【0069】

[作用]

以上のような構成を有する第 3 の実施形態に係る送電線保護システムにおいて、第 1 の実施形態と異なる作用は、信号生成手段 20 の処理のみである。

30

【0070】

すなわち、本実施形態の差動電流継電装置 1 において、2 つの電流差動演算手段 14 \* 1, 14 \* 2 による 2 系列の電流差動演算結果は、信号生成手段 20 の論理積手段 (AND) 23 によりその論理積が取られてシーケンス演算手段 15 に渡される。そのため、シーケンス演算手段 15 では、2 系統の独立な電流差動演算結果の論理積でトリップ信号が生成され、出力手段 16 から出力される。

【0071】

なお、このように 2 系列の電流差動演算結果の論理積を取る場合、2 つの電流差動演算手段 14 \* 1, 14 \* 2 が共に動作判定に至って初めてトリップ信号が生成されることになるため、本実施形態を適用するに当たっては、適用する 2 つの伝送路 5, 6 が十分高品質であることが前提条件である。本実施形態においては、このような十分高品質な 2 つの伝送路 5, 6 を用いた上で、2 つの伝送路 5, 6 からのデータに基づく 2 系列の電流差動演算結果の論理積を取ることで、伝送不良による誤判定に起因するトリップ出力の誤出力の可能性を極力排除することができる。

40

【0072】

なお、伝送データにおける伝送不良の検出方式としては、CRC 符号などを付加して伝送不良を確実に見つける方式が存在するが、CRC チェックによる伝送不良の検出信頼性は 100% ではない。したがって、一般的には、過電流リレー要素などのアルゴリズムが異なるリレー要素を併用するなどの手法により、トリップ出力の誤出力を防止することが

50

望ましい。

【 0 0 7 3 】

以上のような構成を有する第3の実施形態によれば、第1の実施形態とほぼ等価な効果に加えて、さらに次のような効果が得られる。すなわち、二重化された伝送路の一方の伝送不良により、一方の電流差動演算手段が誤動作した場合でも、他方の電流差動演算手段の正不動作によってトリップ出力の誤出力を確実に防止できるため、送電線保護機能の信頼性をより向上できる。

【 0 0 7 4 】

[他の実施形態]

なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で他にも多種多様な変形例が実施可能である。すなわち、図面に示したシステム構成や装置構成は、一例にすぎず、具体的な構成は適宜選択可能である。

【 0 0 7 5 】

例えば、前記実施形態においては、伝送手段 1 3 \* 1 , 1 3 \* 2 の擾乱検出部 1 3 1 \* 1 , 1 3 1 \* 2 からの伝送不良検出信号を、タイミング差測定手段 1 7 \* 1 , 1 7 \* 2 に渡す代わりに、切替手段 3 1 に渡してサンプリングパルス信号タイミング差を切り替えることも可能である。

【 0 0 7 6 】

また、前記実施形態においては、2端子送電線について説明したが、本発明は、3以上の端子を有する送電線に設置する差動電流継電装置に対しても同様に適用可能であり、同様に優れた効果が得られるものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 7 】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図。

【図3】本発明の第3の実施形態に係る送電線保護システムを示す構成図。

【図4】従来の伝送路二重化方式の送電線保護システム例を示す構成図。

【図5】公知のサンプリング同期方法を説明する原理図。

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

1 a , 1 b ... 差動電流継電装置

2 ... 送電線

3 a ... 従端

3 b ... 主端

4 a , 4 b ... 変流器

5 , 6 ... 伝送路

7 a , 7 b ... 遮断器

1 1 a , 1 1 b ... アナログ / デジタル変換手段 ( A / D 変換手段 )

1 2 a , 1 2 b ... 受信切替手段

1 3 a , 1 3 b , 1 3 a 1 , 1 3 a 2 , 1 3 b 1 , 1 3 b 2 ... 伝送手段

1 3 1 a , 1 3 1 b , 1 3 1 a 1 , 1 3 1 a 2 , 1 3 1 b 1 , 1 3 1 b 2 ... 擾乱検出部

1 4 a , 1 4 b , 1 4 a 1 , 1 4 a 2 , 1 4 b 1 , 1 4 b 2 ... 電流差動演算手段

1 5 a , 1 5 b ... シーケンス演算手段

1 6 a , 1 6 b ... 出力手段

1 7 a , 1 7 b , 1 7 a 1 , 1 7 a 2 , 1 7 b 1 , 1 7 b 2 ... タイミング差測定手段

1 8 a , 1 8 b ... 補正手段

1 9 a , 1 9 b ... サンプリングパルス発生手段

2 0 a , 2 0 b ... 信号生成手段

2 1 a , 2 1 b ... 論理和手段 ( O R )

2 2 a , 2 2 b ... 選択手段

10

20

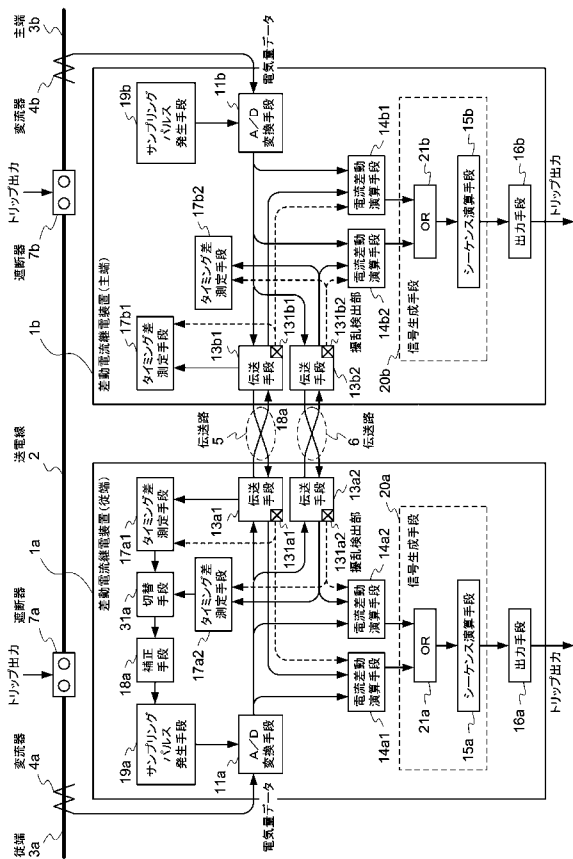
30

40

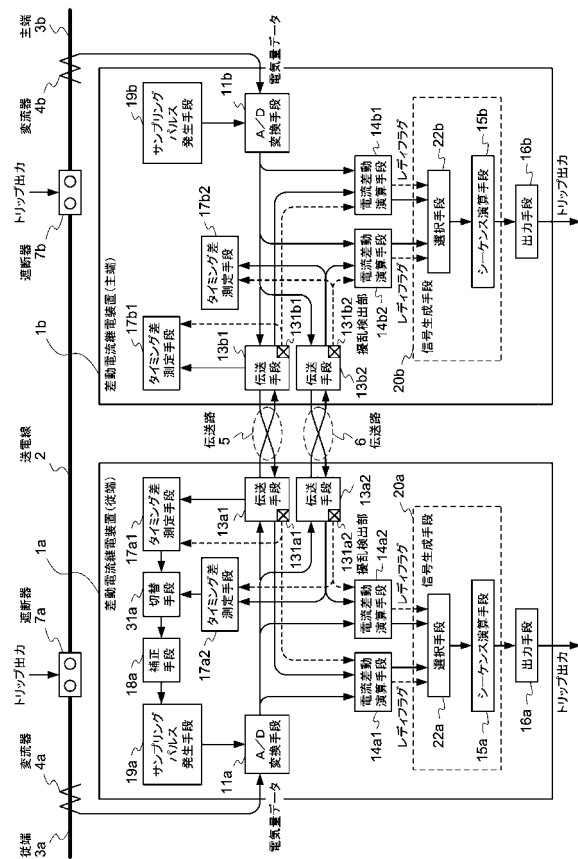
50

2 3 a , 2 3 b ... 論理積手段 ( A N D )  
3 1 a , 3 1 b ... 切替手段

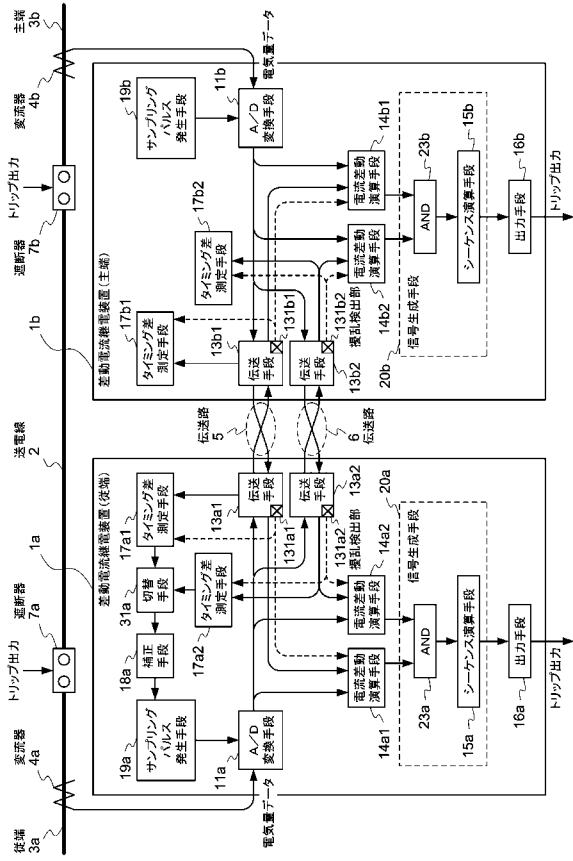
【 図 1 】



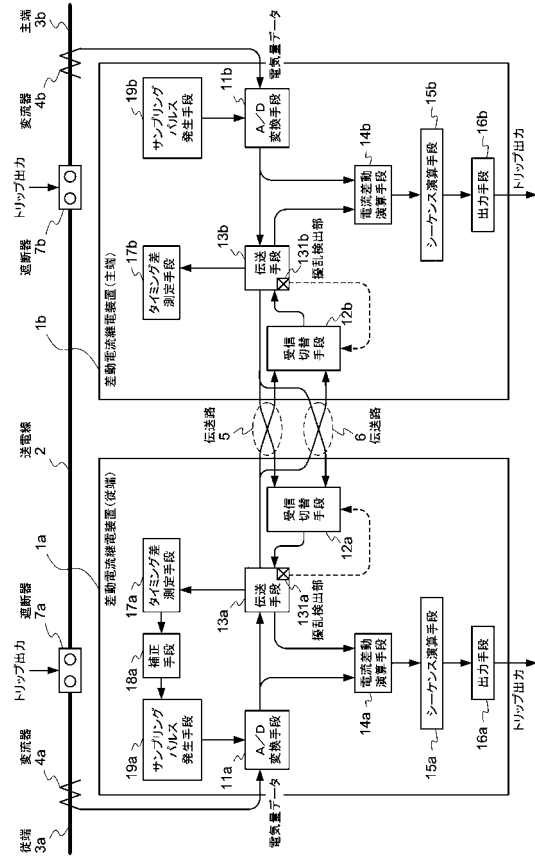
【 図 2 】



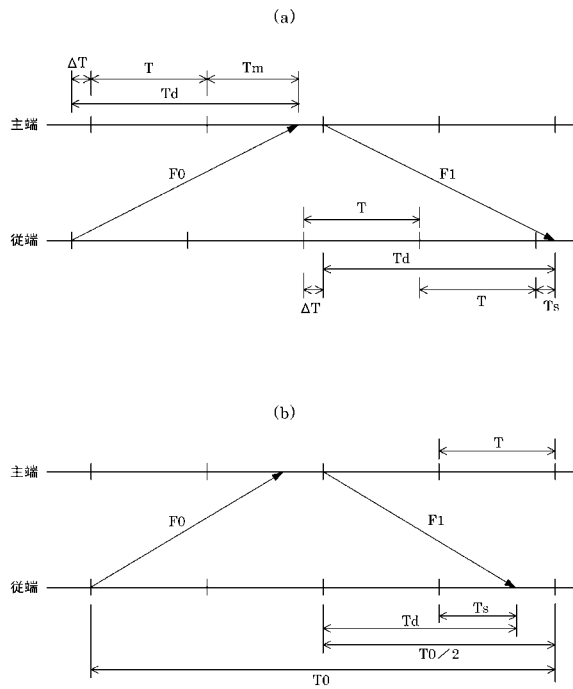
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 特開昭60-055823(JP,A)  
特開昭61-247214(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02H 3/28