

(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2013-255355

(P2013-255355A)

(43) 公開日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H02H 3/093 (2006.01) H02H 3/093 D 5G004

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-129930 (P2012-129930)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成24年6月7日(2012.6.7)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	松木 史朗
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		Fターム(参考)	5G004 AA01 AB01 BA03 DA01 DC01 DC14

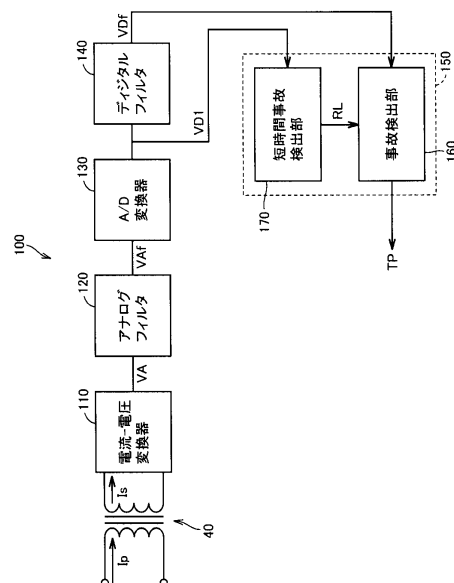
(54) 【発明の名称】 デジタル保護リレー装置

(57) 【要約】

【課題】短時間の系統事故に対して不要な遮断器トリップの発生を回避可能な保護リレー装置を簡易な構成で実現する。

【解決手段】送電線の電流 I_s を一次電流とする変流器40の二次電流 I_s は、電圧信号に変換された後、アナログフィルタ120、A/D変換器130およびデジタルフィルタ140を通過して、事故検出部160へ入力される。事故検出部160は、入力信号によって示される電流の大きさに基づいて、電力系統の事故発生を検出するとともに、事故検出時に送電線に設けられた遮断器のトリップ指令TPを発生する。短時間事故検出部170は、デジタルフィルタ140をバイパスした入力信号に基づいて電力系統の事故発生を検出するとともに、当該事故発生時における事故継続時間が所定の閾値よりも短い場合には、トリップ指令TPの発生を禁止するための禁止フラグRLをオンする。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定周波数の電力を伝達するための送電線に設けられた変流器からの入力に基づくアナログ信号をデジタル信号に変換するためのアナログ/デジタル変換器と、

前記デジタル信号によって示される交流電流から前記所定周波数の成分を抽出するためのデジタルフィルタと、

前記デジタルフィルタから出力されたデジタル信号によって示される電流の大きさに基づいて電力系統の事故発生を検出するとともに、事故検出時に前記送電線に設けられた遮断器のトリップ指令を発生するための第 1 の検出手段と、

前記デジタルフィルタをバイパスした前記デジタル信号に基づいて前記電力系統の事故発生を検出するとともに、当該事故発生時における事故継続時間が所定の閾値よりも短い場合には、前記第 1 の検出手段による前記トリップ指令の発生を一時的に禁止するための第 2 の検出手段とを備える、デジタル保護リレー装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 の検出手段は、

前記事故継続時間が所定の閾値よりも短い場合には、前記第 2 の検出手段による事故発生の検知から所定時間が経過するまでの間、前記第 1 の検出手段による前記事故発生の検出を禁止するための手段を含み、

前記所定時間は、前記デジタルフィルタによって生じる遅れ時間よりも長く、前記所定周波数の逆数である所定周期の 2 倍よりも短い、請求項 1 記載のデジタル保護リレー装置。

20

【請求項 3】

前記電力系統は、三相交流電流を送電し、

前記第 2 の検出手段は、

三相の各々において、前記所定周波数に従った同一位相の周期間での電流差が閾値を連続的に超えた時間に基づいて、前記事故継続時間として検出するための手段を含む、請求項 1 または 2 に記載のデジタル保護リレー装置。

【請求項 4】

前記電力系統は、三相交流電流を送電し、

前記第 2 の検出手段は、

前記三相交流電流をクラーク座標法に従って変換して得られた β 成分および 0 成分のそれぞれについて、前記所定周波数に従った周期間の同一位相での電流差が閾値を連続的に超えた時間に基づいて、前記事故継続時間として検出するための手段を含む、請求項 1 または 2 に記載のデジタル保護リレー装置。

30

【請求項 5】

前記電力系統は、三相交流電流を送電し、

前記第 2 の検出手段は、

前記三相交流電流を対称座標法に従って変換して得られた正相分または逆相分と零相分とのそれぞれについて、前記所定周波数に従った周期間の同一位相での電流差が閾値を連続的に超えた時間に基づいて、前記事故継続時間として検出するための手段を含む、請求項 1 または 2 に記載のデジタル保護リレー装置。

40

【請求項 6】

前記第 2 の検出手段による前記短時間事故の発生履歴を記憶するための記憶手段と、

前記短時間事故の発生検出頻度が所定値を超えたときにユーザに警告するための警告手段とをさらに備える、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のデジタル保護リレー装置。

【請求項 7】

前記第 2 の検出手段による前記短時間事故の発生履歴を記憶するための記憶手段と、

前記短時間事故の発生検出頻度が所定値を超えたときに、前記第 1 の検出手段による前記短時間事故の発生の検出を禁止するための手段とをさらに備える、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のデジタル保護リレー装置。

50

【請求項 8】

前記アナログ／デジタル変換器に入力される前記アナログ信号から高周波成分を除去するためのアナログフィルタをさらに備え、

前記アナログ／デジタル変換器は、前記アナログフィルタを通過したアナログ信号を変換した第 1 のデジタル信号と、前記アナログフィルタをバイパスしたアナログ信号を変換した第 2 のデジタル信号とを出力し、

前記第 1 のデジタル信号は、前記デジタルフィルタに入力され、

前記第 2 の検出手段は、

前記第 2 のデジタル信号に基づいて、前記短時間事故の発生を検出するための手段を含む、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のデジタル保護リレー装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力系統を保護する目的で設置されるデジタル保護リレー装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

通常、電力系統には、落雷等の事故が発生した場合に、遮断器を開放して事故区間を系統から切り離すための保護リレー装置が設けられる。保護リレー装置は、送電線の電圧・電流を入力として事故発生を検出し、事故発生時には遮断器に対して遮断指令（トリップ指令）を出力するように構成される。

20

【0003】

特開 2005 - 6407 号公報（特許文献 1）には、事故検出処理をデジタル演算で行なうデジタル保護リレー装置の一例が記載される。特許文献 1 に記載されたデジタル保護リレー装置では、電力系統の状態量である各アナログ信号を 2 チャンネルずつ入力し、サンプリング周期内でこれらの信号をマルチプレクサにより切換えながら順にサンプリングする。そして、サンプリングされたデータ変化量がしきい値（通常の交流波形としての予測値）を超えれば異常データとみなし、1 周期前のサンプリングデータに置き換えるように、サンプリングデータを補正することが記載される。

【先行技術文献】

30

【特許文献】**【0004】**

【特許文献 1】特開 2005 - 6407 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 にも記載されるように、デジタル保護リレー装置には、不要な遮断器トリップを引起すことがないように、事故を誤検出しないことが求められている。特許文献 1 では、異常データの排除機能によって、瞬間的なデータ異常に起因した不要な遮断器トリップ（誤動作）を回避することが期待できる。

40

【0006】

一方、実際に系統事故が発生しても、数 ms 程度の短時間しか継続しない事故、たとえば鳥獣や樹木の接触による瞬間的な短絡に対して、遮断器トリップを発生させるべきではない。このような短時間事故では、デジタル保護リレー装置がトリップ指令を発生することにより、事故発生後に短時間で電力系統が正常状態に戻ったにもかかわらず、不要な遮断器トリップによって停電が引起される虞がある。

【0007】

特許文献 1 に記載されたデジタル保護リレー装置は、異常データを破棄して事故検出を実行することができるものの、発生した事故が短時間のものであるか否かを判断する機能を有するものではない。

50

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 1 による瞬間的なデータ異常の排除機能によれば、事故態様によっては、短時間事故に対してトリップ指令を発生しないように対処できる可能性がある。しかしながら、特許文献 1 のデジタル保護リレー装置では、アナログ信号を 2 チャンネルずつ入力してマルチプレクサにより切換を行なうため、通常のデジタル保護リレー装置と比較してマルチプレクサを追加配置することが必要となる。すなわち、特許文献 1 によるデジタル保護リレー装置では、ハードウェア要素の追加によるコスト上昇、および、短時間事故への対処の確実性の点で問題が残る。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、短時間の系統事故に対して不要な遮断器トリップの発生を回避可能な保護リレー装置を簡易な構成で実現することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この発明に係る保護リレー装置は、アナログ/デジタル変換器と、デジタルフィルタと、第 1 の検出手段と、第 2 の検出手段とを含む。アナログ/デジタル変換器は、所定周波数の電力を伝達するための送電線に設けられた変流器からの入力に基づくアナログ信号をデジタル信号に変換するように構成される。デジタルフィルタは、デジタル信号によって示される交流電流から所定周波数の成分を抽出するように構成される。第 1 の検出手段は、デジタルフィルタから出力されたデジタル信号によって示される電流の大きさに基づいて電力系統の事故発生を検出するとともに、事故検出時に送電線に設けられた遮断器のトリップ指令を発生する。第 2 の検出手段は、デジタルフィルタをバイパスしたデジタル信号に基づいて電力系統の事故発生を検出するとともに、当該事故発生時における事故継続時間が所定の閾値よりも短い場合には、第 1 の検出手段によるトリップ指令の発生を一時的に禁止する。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、ハードウェア要素を追加することなく、短時間の系統事故に対して不要な遮断器トリップの発生を回避可能な保護リレー装置を簡易な構成で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置が適用される電力系統の構成を説明する概略ブロック図である。

【図 2】実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図 3】図 2 に示した事故検出部による通常の事故検出手法を説明するための概略的な波形図である。

【図 4】実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置の短時間事故の発生時における概略的な動作波形図である。

【図 5】実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置の通常事故の発生時における概略的な動作波形図である。

【図 6】実施の形態 2 によるデジタル保護リレー装置の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図 7】実施の形態 3 によるデジタル保護リレー装置の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図 8】実施の形態 4 によるデジタル保護リレー装置の構成を説明するための概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお以下では、図中の同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は原則的に繰返さないものとする。

【0014】

[実施の形態1]

図1は、本発明の実施の形態によるデジタル保護リレー装置が適用される電力系統の構成を説明する概略ブロック図である。

【0015】

図1を参照して、送電線20は、系統周波数(たとえば、50Hzないし60Hz)の交流電力を供給する。図1には、送電線20は、单相の交流電力ないし三相のうちの一相の交流電力を供給する。

10

【0016】

送電線20には、遮断器50が介挿接続される。遮断器50は、デジタル保護リレー装置100から出力されたトリップ指令TPに応答して作動する。遮断器50のトリップによって、送電線20の電路が遮断される。

【0017】

デジタル保護リレー装置100は、計器用変圧器30からの電圧V1と、変流器40からの電流Isを入力として、送電線20における事故発生を検出する。代表的には、デジタル保護リレー装置100は、送電線20での過電流発生に応じて、電力系統の事故発生を検出して、遮断器50へのトリップ指令TPを出力する。

20

【0018】

トリップ指令TPに応じて遮断器50がトリップすることにより、保護対象設備は、事故点を含む電路から電氣的に切り離される。また、図1には1個の遮断器しか例示されていないが、実際の電力系統には複数の遮断器が適宜配置されている。したがって、事故点の両端に位置する遮断器を開放することによって、事故点を電力系統から切り離すことが可能となる。これにより、機器損傷の防止ないし軽減、電力系統の安定運転の維持および、公衆安全の確保を図ることができる。

【0019】

一方で、鳥獣や樹木の接触等による瞬間的な短絡事故の発生後、短時間(たとえば、数ms程度)で自然に正常状態に復帰した場合、すなわち短時間事故の発生時には、遮断器50をトリップさせることは妥当ではない。一旦遮断器50がトリップすると復帰に時間を要するため、電力系統が正常であるのに電路が遮断された状態となって、不要な停電が発生することが懸念されるからである。

30

【0020】

したがって、本発明の実施の形態1では、通常事故検出機能に加えて、短時間事故を峻別してトリップ指令を発生しないようにする機能を有したデジタル保護リレー装置の構成について説明する。

【0021】

図2は、本発明の実施の形態1によるデジタル保護リレー装置100の構成を説明するための機能ブロック図である。

40

【0022】

図2を参照して、デジタル保護リレー装置100は、電流電圧変換器110と、アナログデジタル変換器(A/D変換器)130と、デジタルフィルタ140と、演算処理部150とを含む。演算処理部150は、事故検出部160と、短時間事故検出部170とを有する。デジタルフィルタ140および演算処理部150は、デジタル信号に対して演算処理を実行するプロセッサによって実現される機能を示す機能ブロックである。

【0023】

電流電圧変換器110には、送電線20の電流Ipを一次電流とする変流器40の二次電流Isが入力される。二次電流Isは、変流器40の変流比k($k > 1$)に応じて、I

50

p が $(1/k)$ 倍された電流である。以下では、二次電流 I_s を「入力電流」とも称する。一次電流 I_p および二次電流 I_s は、系統周波数を基本周波数とする交流電流である。

【0024】

電流電圧変換器 110 は、入力電流 I_s に応じたアナログ電圧 V_A を発生する。アナログ電圧 V_A は、系統周波数を基本周波数とする交流電圧を示すアナログ信号である。

【0025】

アナログフィルタ 120 は、アナログ電圧 V_A に含まれる高周波成分を除去するための周波数特性を有するように構成される。アナログフィルタ 120 を通過したアナログ電圧 V_{Af} は、A/D変換器 130 に入力される。

【0026】

A/D変換器 130 は、アナログ電圧 V_{Af} を所定のサンプリング周期に従ってサンプリングすることによって、デジタル信号 V_{D1} に変換する。サンプリング周期は、系統周波数の逆数に相当する、系統電力の 1 サイクル（電気角 360° ）を複数に分割するように定められる。たとえば、A/D変換器 130 は、アナログ電圧 V_{Af} を電気角 30° 毎にサンプリングすることによって、デジタル信号 V_{D1} を生成する。

【0027】

デジタル信号 V_{D1} によって、送電線 20 を流れる電流 I_p に応じた周波数および振幅を有し、かつ、アナログフィルタ 120 によって高周波成分を除去された交流信号が示されることが理解される。したがって、当該交流信号の大きさ（実効値または振幅等）に基づいて、短絡等の事故による送電線 20 での過電流の発生を検知することができる。

【0028】

一方で、アナログフィルタ 120 によっては、系統周波数の整数倍の周波数成分（ n 次高調波成分）を効果的に除去することが困難である。したがって、 n 次高調波成分によって事故を誤検出しないように、デジタルフィルタ 140 がさらに設けられる。

【0029】

デジタルフィルタ 140 は、A/D変換器 130 から出力されたデジタル信号 V_{D1} に対して、高調波成分を除去するための信号処理を実行するように構成される。この結果、デジタルフィルタ 140 から出力されたデジタル信号 V_{Df} は、送電線 20 の電流 I_p から基本周波数（系統周波数）の成分を抽出した交流信号となっている。

【0030】

事故検出部 160 は、デジタルフィルタを通過したデジタル信号 V_{Df} に基づいて、送電線 20 の事故発生を検出するとともに、事故発生を検出した場合には、遮断器 50 に対してトリップ指令 TP を発生するように構成される。

【0031】

図 3 には、事故検出部 160 による通常の事故検出手法が概念的に示される。

図 3 を参照して、入力電流 I_s は、送電線 20 の電流 I_p に比例した、所定の基本周波数を有する交流電流である。図 3 では、入力電流 I_s は、基本波成分のみの理想的な交流電流として表記されている。

【0032】

事故検出部 160 では、デジタル信号 V_{Df} に基づいて、入力電流 I_s の大きさを示す電流実効値 I_e が算出される。上述のように、デジタル信号 V_{Df} は、アナログフィルタ 120 およびデジタルフィルタ 140 によるフィルタ処理後の信号であるので、図 3 に示した基本波成分のみの電流を示すものである。

【0033】

事故検出部 160 は、電流実効値 I_e が所定の閾値 I_t よりも大きくなることに応答して、送電線 20 での事故発生を検出するとともに、遮断器 50 へのトリップ指令 TP をオンする。

【0034】

実際に事故が発生して入力電流 I_s が大きくなってから、トリップ指令 TP がオンされるまでには、一定の遅れ時間 T_d が存在する。遅れ時間 T_d は、アナログフィルタ 120

10

20

30

40

50

およびデジタルフィルタ 140 によるフィルタ処理時間、A/D変換の所要時間、および、判定処理等の演算時間を含むものである。事故発生からトリップ指令TPをオンするまでの所要時間は仕様により決定されており、その値は一般的に30～50(ms)程度である。したがって、当該仕様を満たすように、A/D変換器130や、デジタルフィルタ140および演算処理部150を構成するプロセッサ等が設計される。

【0035】

このように、事故検出部160は、フィルタ処理された入力電流Isの大きさに基づいて、過電流が生じた期間の長さを考慮することなく、電力系統の事故発生を検出する。したがって、ごく短時間であっても、閾値を超えた過電流が検出されると、遮断器50のトリップ指令TPが出力されてしまう。

10

【0036】

再び図2を参照して、短時間事故検出部170は、短時間事故を峻別するために、過電流の継続時間(すなわち、事故継続時間)が所定時間よりも短いかなんかを判定する機能を有する。具体的には、短時間事故検出部170は、A/D変換器130から出力されたデジタル信号VD1に基づいて、所定時間よりも短い時間内で収まった過電流の発生、すなわち、短時間事故の発生を検出する。そして、短時間事故検出部170は、短時間事故の発生を検出したときには、遮断器50のトリップ指令TPの発生を一時的に禁止するための禁止フラグRLをオンする。事故検出部160は、禁止フラグRLのオン期間中には、強制的にトリップ指令TPをオフに維持する。

【0037】

20

図4は、短時間事故の発生時におけるデジタル保護リレー装置100の動作波形図である。

【0038】

図4を参照して、送電線20の電流Ipに比例した二次電流Isに、電力系統での短時間事故の発生により、時刻t1からTsの間、過電流が発生したものとする。

【0039】

デジタル信号VD1は、入力電流Isが電流電圧変換されたアナログ電圧VAがアナログフィルタ120を通過した後、A/D変換されることによって得られる。図4には、表記の都合上、デジタル信号VD1およびデジタル信号VDfとして、サンプリングされる前の交流信号のアナログ波形が記載されている。なお、入力電流Isとデジタル信号VD1との間には、A/D変換等による時間遅れが生じる。

30

【0040】

事故検出部160に入力されるデジタル信号VDfは、デジタルフィルタ140を通過することにより、短時間事故検出部170に入力されるデジタル信号VD1よりフィルタ処理時間Tf遅れる。

【0041】

短時間事故検出部170は、デジタル信号VD1の推移に基づいて、デジタル信号VD1の同一位相間での偏差VDSを算出する。偏差VDSは、現在のVD1と、基準値VDとの差の絶対値で示される($VDS = |VD1 - VD|$)。たとえば、m(m:自然数)サイクル(すなわち、電気角 $360^\circ \times m$)前のVD1の値を記憶したものが、基準値VDとされる。基本的には、 $m = 1$ である。このように、VDSは、同一位相におけるサイクル間での電流Ipの差に応じた値である。

40

【0042】

基準値VDは、系統電力の1サイクル当たりのサンプリング回数に応じた個数分準備される。たとえば、サンプリング周期が電気角 30° に相当する場合には、12個分の基準値VDが準備され、デジタル信号VD1がサンプリングされる毎に、VDは1個ずつ逐次更新される。すなわち、基準値VDは、VD1の今回のサンプリング値に更新される。

【0043】

なお、三角関数の性質より、基準値VDを1/2サイクル(電気角 180°)前のV

50

D 1 の値として、 $VDS = |VD1 + VD|$ としても、同一位相間での偏差 VDS を算出することが可能である。この場合にも、基準値 VD は、デジタル信号 $VD1$ がサンプリングされる毎に、適宜更新される。

【0044】

ただし、過電流の検出時、すなわち、 $VDS > Vth$ の期間では、基準値 VD の更新を停止することにより、過電流時の値を偏差 VDS を求めるための基準値から排除することが好ましい。このようにすると、短時間事故から復帰した、次サイクルでの電流 I_p に応じた入力電流 I_s については、正常時の電流との比較によって、事故発生の有無を正確に判定することが可能となる。

【0045】

10

短時間事故検出部 170 は、時刻 t_2 において、偏差 VDS が閾値 Vth を超えるのに応答して、事故発生を検出する。さらに、 $VDS > Vth$ の継続時間を過電流の継続時間（すなわち、事故継続時間）とみなして、当該事故継続時間が所定時間 T_j よりも短いかが判定される。図 4 では、時刻 t_2 および t_3 の時間差が事故継続時間に相当し、事故継続時間は T_j よりも短い。

【0046】

短時間事故検出部 170 は、事故発生を検出した時刻 t_2 から所定時間 T_j が経過するまでに過電流が収まると（すなわち、 $VDS < Vth$ に復帰すると）、時刻 t_1 から所定期間 Th が経過するまでの間、禁止フラグ RL をオンする。

【0047】

20

一方、事故検出部 160 は、デジタル信号 VDf に基づいて、時刻 t_2 よりも Tf 遅れて、過電流の発生、すなわち、電力系統の事故発生を検出することができる。実際には、図中に点線で示すように、実際に過電流が発生した時刻 t_1 から遅れ時間 Td が経過した時刻 t_x において、トリップ指令 TP を発生することが可能となる。

【0048】

短時間事故検出部 170 が短時間事故を検出した場合には、時刻 t_x において禁止フラグ RL がオンされているため、事故検出部 160 は、デジタル信号 VDf に基づいて過電流が検出されても、トリップ指令 TP をオンすることなく、オフに維持する。

【0049】

30

これにより、短時間事故の発生時には、遮断器 50 のトリップを回避することによって、無用の停電が発生することを防止できる。禁止フラグ RL の所定期間 Th は、時刻 t_1 から遅れ時間 Td が経過した時刻 t_x において RL がオンされるように定めることが必要である。一方で、 Th が長過ぎると、短時間事故に後続して本来の系統事故が発生した場合に、トリップ指令 TP の出力が遅くなる虞がある。たとえば、所定期間 Th については、系統電力の 2 サイクルよりも短くなるように、1 ~ 1.5 サイクル程度の期間とすることが好ましい。

【0050】

なお、禁止フラグ RL のオンを維持している間に新たな短時間事故が検出された場合には、禁止フラグ RL のオン期間が延長される。すなわち、短時間事故が連続して発生した場合には、最後に短時間事故が検出されてから Th の間、禁止フラグ RL がオンされる。

40

【0051】

図 4 より、短時間事故検出部 170 がデジタルフィルタ 140 をバイパスしたデジタル信号 $VD1$ に基づいて短時間事故を検出することにより、事故検出部 160 によるトリップ指令 TP の発生を適切に回避するための時間的余裕を確保できることが理解される。

【0052】

一方で、図 5 には、遮断器をトリップすべき事故（通常事故）の発生時における短時間事故検出部 170 の動作例が示される。

【0053】

図 5 を参照して、送電線 20 の電流 I_p に比例した二次電流 I_s に、電力系統での事故

50

の発生により、時刻 t_1 から所定時間 T_j を超えて過電流が発生する。時刻 t_2 において、短時間事故検出部 170 は、デジタル信号 VD_1 の推移に基づいて、偏差 VDS が閾値 V_{th} を超えたことに応答して、事故発生を検出する。短時間事故検出部 170 は、事故発生を検出した時刻 t_2 から所定時間 T_j が経過した時刻 t_3 においても、 $VDS > V_{th}$ が継続しているため、事故継続時間が所定時間 T_j よりも長いと判定する。このとき、短時間事故検出部 170 は、発生した事故は短時間事故ではないと判断して、禁止フラグ RL をオフに維持する。

【0054】

上述のように、事故検出部 160 は、時刻 t_1 から遅れ時間 T_d が経過した時刻 t_x において、デジタル信号 VD_f に基づいて電力系統の事故発生を検出することができる。時刻 t_3 において、図 4 の場合とは異なり禁止フラグ RL がオフであるため、事故検出部 160 は、遮断器 50 に対してトリップ指令 TP を出力する。これにより、所定時間 T_j を超えた系統事故に対しては、遮断器 50 を正常にトリップできることが理解される。

【0055】

さらに、短時間事故検出部 170 の機能は、 A/D 変換器 130 の出力信号（デジタル信号 VD_1 ）に対する演算処理、すなわち、プロセッサによるソフトウェア処理によって実現できるので、マルチプレクサの配置を要する特許文献 1 のように、ハードウェア要素を追加する必要がない。

【0056】

また、図 2 ~ 図 5 では、単相（一相分）のみに対する事故検出を説明したが、同様の演算を三相（A 相、B 相、C 相）の各々に適用することにより、三相の交流電力系統についても同様の事故検出を行なうことが可能である。

【0057】

このように実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置によれば、送電線の電流の大きさ（たとえば、実効値）に基づく通常の事故検出に加えて、短時間事故検出部 170 の機能により、短時間事故に対してトリップ指令を発生しないように対処することができる。したがって、ハードウェア要素の追加を要しない簡易な構成によって、短時間の系統事故に対する遮断器トリップの発生を回避可能な保護リレー装置を実現することが可能となる。

【0058】

なお、事故検出部 160 は「第 1 の検出手段」に対応し、短時間事故検出部 170 は「第 2 の検出手段」に対応する。

【0059】

[実施の形態 2]

図 6 には、実施の形態 2 によるデジタル保護リレー装置の構成を説明するための機能ブロック図が示される。

【0060】

図 6 を参照して、実施の形態 2 によるデジタル保護リレー装置 101 は、実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置 100（図 2）と比較して、短時間事故検出部 170 に代えて短時間事故検出部 170 を含む点で異なる。上述のように、図 2 に示した短時間事故検出部 170 を三相に適用する場合には、各相に対して短時間事故検出部 170 が設けられる一方で、短時間事故検出部 170 は、3 相に対して共通に設けられる。短時間事故検出部 170 には、三相（A 相、B 相、C 相）の電流 I_a 、 I_b 、 I_c が入力される。図 6 のその他の部分の構成については、実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置 100（図 2）と同様であるので詳細な説明は繰返さない。図 6 の構成では、短時間事故検出部 170 が「第 2 の検出手段」に対応する。

【0061】

短時間事故検出部 170 は、座標変換部 175 を有する。座標変換部 175 は、三相（A 相、B 相、C 相）の電流 I_a 、 I_b 、 I_c に対して座標変換処理を実行する。座標変換部 175 の機能は、プロセッサによるソフトウェア処理によって実現することができる

。

【 0 0 6 2 】

たとえば、座標変換部 175 は、クラーク座標法による下記 (1) 式によって、三相電流 I_a , I_b , I_c を、電流 I_α (α 成分)、電流 I_β (β 成分) および I_0 (0 成分) に変換する。

【 0 0 6 3 】

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \\ I_0 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix} \quad \dots(1)$$

10

【 0 0 6 4 】

クラーク座標法による変換後の電流 (α 成分 , β 成分 , 0 成分) では、各相の短絡事故が発生した場合には β 成分の値に影響が現れるとともに、地絡事故が発生した場合には 0 成分に影響が現れる。したがって、変換後の電流については、 β 成分および 0 成分の 2 つについて、図 2 に示した短時間事故検出部 170 による処理を実行することにより、三相分の事故すべてに対応できることになる。

【 0 0 6 5 】

20

したがって、短時間事故検出部 170 では、クラーク座標法による変換後の電流 I_β (β 成分) および電流 I_0 (0 成分) の 2 つの電流の各々について、実施の形態 1 と同様に、同一位相におけるサイクル間での偏差 (図 4 での VDS に相当) を求めるとともに、当該偏差と閾値との比較に基づいて、短時間事故の検出および禁止フラグ RL のオンオフ制御が実行されることになる。

【 0 0 6 6 】

あるいは、クラーク座標法に代えて、対称座標法を用いることも可能である。対称座標法を用いる場合には、下記 (2) 式に示されるように、三相電流 I_a , I_b , I_c が、0 相電流 I_0 、正相電流 I_1 および逆相電流 I_2 に変換される。

【 0 0 6 7 】

30

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} I_0 \\ I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix} \quad \dots(2)$$

$$a = \exp\left(j\frac{2}{3}\pi\right)$$

40

【 0 0 6 8 】

短時間事故検出部 170 は、対称座標法を用いた場合には、正相または逆相電流と、0 相電流との 2 つの電流の各々について、図 2 に示した短時間事故検出部 170 による処理を実行する。

【 0 0 6 9 】

実施の形態 2 による短時間事故検出部 170 では、図 2 の短時間事故検出部 170 による演算処理と比較して、3 相分の処理を 2 成分の電流に対する処理に軽減することができる。したがって、座標変換処理に係る演算処理の負荷が、1 相分の短時間事故検出に係る演算処理の負荷よりも低い場合には、短時間事故検出部 170 を構成するプロセッサ

50

の演算負荷を軽減することが可能となる。

【 0 0 7 0 】

[実施の形態 3]

図 7 は、本発明の実施の形態 3 によるデジタル保護リレー装置 1 0 2 の構成を説明するための概略ブロック図である。

【 0 0 7 1 】

図 7 を参照して、実施の形態 3 によるデジタル保護リレー装置 1 0 2 は、実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置 (図 2) と比較して、演算処理部 1 5 0 に代えて、演算処理部 1 5 1 を含む点で異なる。演算処理部 1 5 1 は、演算処理部 1 5 0 にも含まれる事故検出部 1 6 0 および短時間事故検出部 1 7 0 に加えて、記憶部 1 8 0 および報知部 1 8 5 をさらに含む。

10

【 0 0 7 2 】

記憶部 1 8 0 は、短時間事故検出部 1 7 0 によって禁止フラグ R L がオンされた履歴を記憶する。報知部 1 8 5 は、記憶部 1 8 0 に記憶された禁止フラグ R L のオン履歴に基づく警告を出力するための指令を、図示しない表示部 (たとえば、警告ランプ) に対して出力する。記憶部 1 8 0 は、たとえば、プロセッサ内部に設けられたメモリを用いて構成することができる。報知部 1 8 5 の機能は、プロセッサによるソフトウェア処理によって、実現できる。

【 0 0 7 3 】

デジタル保護リレー装置 1 0 2 のその他の部分の構成は、実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置 1 0 0 と同様であるので詳細な説明は繰り返さない。

20

【 0 0 7 4 】

短時間事故の発生が過度に頻繁に検出される場合には、実際の電力系統の短時間事故ではなく、デジタル保護リレー装置内部での異常が発生していることが懸念される。たとえば、A / D 変換器におけるデータ変換異常 (データ化け) によって、短時間事故検出部 1 7 0 が短時間事故を誤検出している虞がある。短時間事故が頻繁に誤検出されると、禁止フラグ R L が誤ってオンされた期間中に実際の系統事故が発生した場合に、当該系統事故の検出が遅れる可能性がある。

【 0 0 7 5 】

したがって、報知部 1 8 5 は、短時間事故検出部 1 7 0 による短時間事故の発生検出頻度 (すなわち、一定時間内における禁止フラグ R L のオン回数) が判定値を超えると、ユーザに対する警告出力を指示する。これにより、ユーザは、実際の短時間事故の発生と、デジタル保護リレー装置内部での異常とを切り分けることが可能となる。言い換えると、短時間事故検出部 1 7 0 による短時間事故の発生検出頻度に基づいて、デジタル保護リレー装置内部での異常を検出することが可能となる。特に、警告の出力によってデジタル保護リレー装置の点検をユーザに促すことにより、事故検出部 1 6 0 による事故検出能力が低下する状態が継続することを防止できる。

30

【 0 0 7 6 】

なお、短時間事故検出部 1 7 0 による短時間事故の発生検出頻度が高い場合に、禁止フラグ R L のオンを禁止する構成としてもよい。たとえば、報知部 1 8 5 による警告出力が必要な場合に、短時間事故検出部 1 7 0 に対して禁止フラグ R L のオンを禁止する構成とすることが可能である。あるいは、短時間事故検出部 1 7 0 が、記憶部 1 8 0 に記憶された履歴に基づいて、短時間事故の発生検出頻度が高い場合に、禁止フラグ R L をオンしないようにしてもよい。

40

【 0 0 7 7 】

このように、実施の形態 3 によるデジタル保護リレー装置によれば、短時間事故検出部 1 7 0 による短時間事故の発生検出頻度に基づいて、デジタル保護リレー装置内部の異常を検出することが可能である。さらに、ユーザに対する警告出力および / または禁止フラグ R L のオン禁止を行なうことにより、短時間事故の頻繁な誤検出によって事故検出部 1 6 0 による事故検出能力が低下する状態を回避することが可能となる。

50

【 0 0 7 8 】

なお、実施の形態 3 による構成は、実施の形態 2 による構成と組み合わせることも可能である。すなわち、図 6 に示したデジタル保護リレー装置 1 0 1 の構成において、記憶部 1 8 0 および報知部 1 8 5 を設けることも可能である。この構成では、記憶部 1 8 0 は、短時間事故検出部 1 7 0 による禁止フラグ R L のオン履歴を記憶するように構成される。

【 0 0 7 9 】

[実施の形態 4]

図 8 は、実施の形態 4 によるデジタル保護リレー装置の構成を示すブロック図である。

10

【 0 0 8 0 】

図 8 を参照して、実施の形態 4 によるデジタル保護リレー装置 1 0 3 は、実施の形態 1 によるデジタル保護リレー装置 1 0 0 (図 2) と比較して、短時間事故検出部 1 7 0 に入力されるデジタル信号の発生経路が異なる。具体的には、A / D 変換器 1 3 0 は、アナログフィルタ 1 2 0 を通過した電圧信号 V A を A / D 変換したデジタル信号 V D 1 に加えて、アナログフィルタ 1 2 0 をバイパスした電圧信号 V A を A / D 変換したデジタル信号 V D 1 を出力する。

【 0 0 8 1 】

短時間事故検出部 1 7 0 は、デジタル信号 V D 1 を入力として、上述したのと同様に、短時間事故の発生検出処理および禁止フラグ R L のオンオフ制御を実行する。すなわち、短時間事故検出部 1 7 0 は、アナログフィルタ 1 2 0 をバイパスした信号を A / D 変換したデジタル信号 V D 1 に基づいて、短時間事故の検出処理を実行する。具体的には、デジタル信号 V D 1 について、実施の形態 1 と同様に、同一位相におけるサイクル間での偏差 V D S を求めるとともに、当該偏差と閾値との比較に基づいて、短時間事故の検出および禁止フラグ R L のオンオフ制御が実行される。

20

【 0 0 8 2 】

これに対して、事故検出部 1 6 0 に入力されるデジタル信号 V D f は、実施の形態 1 と同様に、アナログフィルタ 1 2 0 およびデジタルフィルタ 1 4 0 の両方を通過する経路によって発生される。すなわち、事故検出部 1 6 0 による系統事故の検出処理は、実施の形態 1 で説明したのと同様であるので、詳細な説明は繰り返さない。

30

【 0 0 8 3 】

デジタル信号 V D 1 は、アナログフィルタ 1 2 0 をバイパスした経路で発生される。このため、デジタル信号 V D 1 には、デジタル信号 V D 1 と比較して、アナログフィルタ 1 2 0 における遅延時間分だけ早く、系統事故 (短時間事故) を示す波形が出現する。実施の形態 1 で説明したように、短時間事故の検出は、事故検出部 1 6 0 による事故検出よりも早期に完了する必要がある。

【 0 0 8 4 】

したがって、実施の形態 4 によるデジタル保護リレー装置 1 0 3 によれば、短時間事故検出部 1 7 0 による短時間事故をさらに検出に実行することが可能となるので、短時間事故の検出による不要な遮断器トリップを回避する効果をさらに高めることが期待できる。

40

【 0 0 8 5 】

なお、実施の形態 4 による構成は、実施の形態 2 , 3 による構成と組み合わせることも可能である。すなわち、図 6 に示したデジタル保護リレー装置 1 0 1 、図 7 に示したデジタル保護リレー装置 1 0 2 、および、実施の形態 2 および 3 を組み合わせたデジタル保護リレー装置 (図示せず) の構成の各々において、短時間事故検出部 1 7 0 への入力信号を、アナログフィルタ 1 2 0 をバイパスした経路によって発生されたデジタル信号 V D 1 とすることも可能である。

【 0 0 8 6 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えら

50

れるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

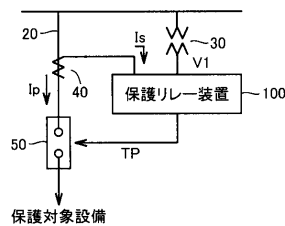
【符号の説明】

【0087】

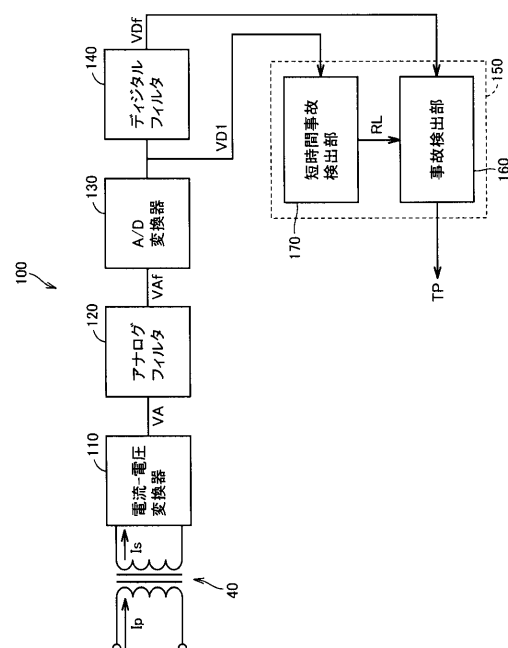
20 送電線、30 計器用変圧器、40 変流器、50 遮断器、100, 101, 102, 103 デジタル保護リレー装置、110 電流電圧変換器、120 アナログフィルタ、130 A/D変換器、140 デジタルフィルタ、150, 151 演算処理部、160 事故検出部、170, 170 短時間事故検出部、175 座標変換部、180 記憶部、185 報知部、 I_a, I_b, I_c 三相電流、 I_e 電流実効値、 I_p 送電線電流（変流器一次電流）、 I_s 入力電流（変流器二次電流）、 I_t , V_{th} 閾値、 R_L 禁止フラグ、 T_P トリップ指令、 T_d 遅れ時間、 T_f デジタルフィルタ処理時間、 T_j 所定時間、 V_1 送電線電圧、 V_A, V_{Af} 電圧信号（アナログ電圧）、 V_{D1}, V_{D1}, V_{Df} デジタル信号、 V_{DS} 偏差。

10

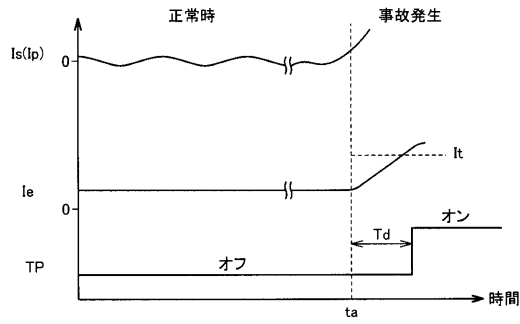
【図1】



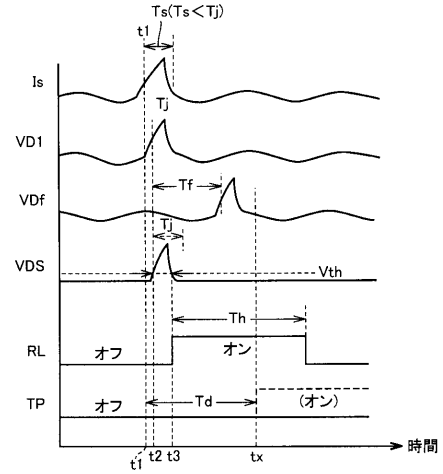
【図2】



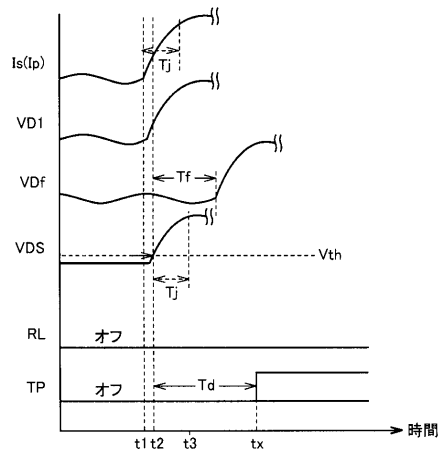
【図 3】



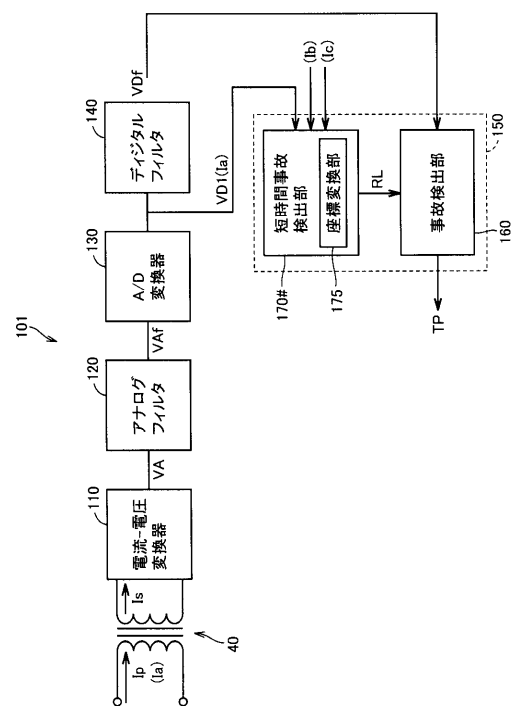
【図 4】



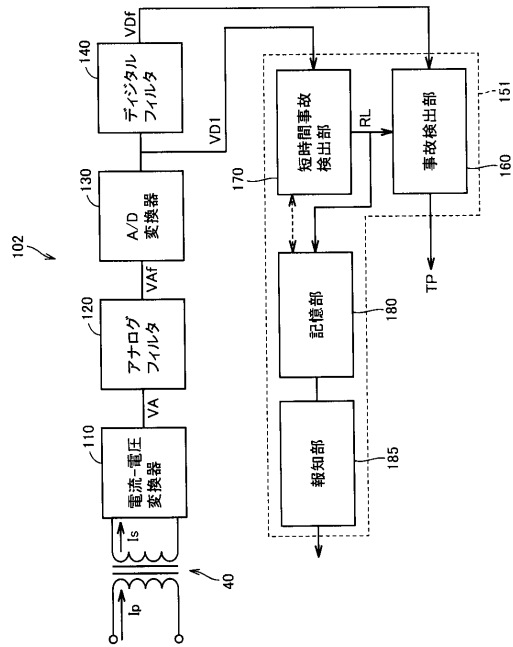
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

