

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7403329号  
(P7403329)

(45)発行日 令和5年12月22日(2023.12.22)

(24)登録日 令和5年12月14日(2023.12.14)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 2 J 3/46 (2006.01)	H 0 2 J 3/46	
H 0 1 F 27/00 (2006.01)	H 0 1 F 27/00	J
H 0 1 F 41/00 (2006.01)	H 0 1 F 41/00	F
H 0 2 J 3/12 (2006.01)	H 0 2 J 3/12	
H 0 2 J 3/18 (2006.01)	H 0 2 J 3/18	1 7 8
請求項の数 8 (全19頁)		

(21)出願番号	特願2020-8606(P2020-8606)	(73)特許権者	000213297 中部電力株式会社 愛知県名古屋市東区東新町1番地
(22)出願日	令和2年1月22日(2020.1.22)	(74)代理人	100078721 弁理士 石田 喜樹
(65)公開番号	特開2021-118561(P2021-118561 A)	(74)代理人	100124420 弁理士 園田 清隆
(43)公開日	令和3年8月10日(2021.8.10)	(72)発明者	安部 晃平 名古屋市東区東新町1番地 中部電力株 式会社内
審査請求日	令和5年1月10日(2023.1.10)	(72)発明者	堀 和彦 名古屋市東区東新町1番地 中部電力株 式会社内
		(72)発明者	今井 重典 名古屋市東区東新町1番地 中部電力株 式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 変圧器過負荷保護装置及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

予備機としての変圧器を含む複数の変圧器が設けられる変電所において、前記変圧器を過負荷から保護する装置である変圧器過負荷保護装置であって、

前記変圧器を過負荷から保護するための制御を行う制御手段を備えており、前記制御手段は、

前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、

前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、

又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、

の少なくとも何れかが生じた場合、

前記予備機を投入する指令である予備機投入指令を発しないようにすることを特徴とする変圧器過負荷保護装置。

【請求項2】

前記制御手段は、

前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、

前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、

又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、

の少なくとも何れかが生じた場合、

全体的なオンオフを切り替える活殺スイッチを自動的に除外する活殺スイッチ自動除外指令を発する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の変圧器過負荷保護装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が所定値以上となると、前記変圧器に係るタップ切替をロックする

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の変圧器過負荷保護装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が特定値以上となると、前記予備機としての変圧器の一次母線側の遮断器の投入指令を送出し、次いで、所定時間の経過後に、前記予備機としての変圧器の二次母線側の遮断器の投入指令を送出する

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 の何れかに記載の変圧器過負荷保護装置。

【請求項 5】

予備機としての変圧器を含む複数の変圧器が設けられる変電所において、前記変圧器を過負荷から保護する方法である変圧器過負荷保護方法であって、

前記変圧器を過負荷から保護するための制御を行う制御手段によって実行され、

前記制御手段は、

前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、

前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、

又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、

前記予備機を投入する指令である予備機投入指令を発しないようにすることを特徴とする変圧器過負荷保護方法。

【請求項 6】

前記制御手段は、

前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、

前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、

又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、

全体的なオンオフを切り替える活殺スイッチを自動的に除外する活殺スイッチ自動除外指令を発する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の変圧器過負荷保護方法。

【請求項 7】

前記制御手段により、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が所定値以上となると、前記変圧器に係るタップ切替がロックされる

ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の変圧器過負荷保護方法。

【請求項 8】

前記制御手段により、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が特定値以上となると、前記予備機としての変圧器の一次母線側の遮断器の投入指令が送出され、次いで、所定時間の経過後に、前記予備機としての変圧器の二次母線側の遮断器の投入指令が送出される

ことを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 の何れかに記載の変圧器過負荷保護方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、変電所の変圧器を過負荷から保護する装置である変圧器過負荷保護装置、及び当該装置において実行可能な変圧器過負荷保護方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特開2009-201177号公報(特許文献1)には、変電所における変圧器のタップ切換制御装置が開示されている。

この装置では、複数の負荷時タップ切換変圧器を有する変電所において、1台を予備機として不使用であって、運転中の変圧器及び母線の少なくとも一方に故障が発生して系統から切り離された際に、健全変圧器が過負荷となった場合に、予備機を系統に接続して過負荷が解消される。

10

そしてこの装置では、二次母線と遮断されている予備の負荷時タップ切換変圧器は並列運転判定手段により通常は並列運転中とは見なされないが、この予備の負荷時タップ切換変圧器が二次母線と接続されて運転中の負荷時タップ切換変圧器と並列運転されているように見せかける手段が設けられている。よって、予備の負荷時タップ切換変圧器も運転中の負荷時タップ切換変圧器と同時にタップ操作され、タップ位置が常に同じとなる。従って、予備の負荷時タップ切換変圧器の二次側遮断器を投入した際に横流が発生せず、過負荷が解消される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2009-201177号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の装置では、予備機のタップ位置が運転中のタップ切換変圧器と同時にタップ操作されることで、過負荷解消のための予備機の投入が、横流の防止された状態でなされる。

しかし、どのような場合にどのような手順で予備機が投入されるかについては、明らかにされていない。

そこで、本発明の主な目的の一つは、予備機が不具合発生を防止した状態で確実に投入される変圧器過負荷保護装置、変圧器過負荷保護方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、予備機としての変圧器を含む複数の変圧器が設けられる変電所において、前記変圧器を過負荷から保護する装置である変圧器過負荷保護装置であって、前記変圧器を過負荷から保護するための制御を行う制御手段を備えており、前記制御手段は、前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、前記予備機を投入する指令である予備機投入指令を発しないようにすることを特徴とするものである。

40

請求項2に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段は、前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、全体的なオンオフを切り替える活殺スイッチを自動的に除外する活殺スイッチ自動除外指令を発することを特徴とするものである。

請求項3に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段は、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が所定値以上となると、前記変圧器に係るタップ切替をロックすることを特徴とするものである。

50

請求項 4 に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段は、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が特定値以上となると、前記予備機としての変圧器の一次母線側の遮断器の投入指令を送出し、次いで、所定時間の経過後に、前記予備機としての変圧器の二次母線側の遮断器の投入指令を送出することを特徴とするものである。

上記目的を達成するために、請求項 5 に記載の発明は、予備機としての変圧器を含む複数の変圧器が設けられる変電所において、前記変圧器を過負荷から保護する方法である変圧器過負荷保護方法であって、前記変圧器を過負荷から保護するための制御を行う制御手段によって実行され、前記制御手段は、前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、前記予備機を投入する指令である予備機投入指令を発しないようにすることを特徴とするものである。

請求項 6 に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段は、前記予備機としての変圧器の変圧器保護リレーが動作していること、前記予備機としての変圧器に係る母線保護継電器が動作していること、又は、変電所における前記予備機としての変圧器を含む複数の前記変圧器についてタップずれ検知器によりタップずれが検出されたこと、の少なくとも何れかが生じた場合、全体的なオンオフを切り替える活殺スイッチを自動的に除外する活殺スイッチ自動除外指令を発することを特徴とするものである。

請求項 7 に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段により、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が所定値以上となると、前記変圧器に係るタップ切替がロックされることを特徴とするものである。

請求項 8 に記載の発明は、上記発明において、前記制御手段により、前記変電所における前記予備機としての変圧器以外の複数の前記変圧器の少なくとも何れかの負荷率が特定値以上となると、前記予備機としての変圧器の一次母線側の遮断器の投入指令が送出され、次いで、所定時間の経過後に、前記予備機としての変圧器の二次母線側の遮断器の投入指令が送出されることを特徴とするものである。

#### 【発明の効果】

#### 【0006】

本発明の主な効果の一つは、予備機が不具合発生を防止した状態で確実に投入される変圧器過負荷保護装置、変圧器過負荷保護方法が提供されることである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図 1】本発明の変圧器過負荷保護装置に関連する事項である変電所の短絡容量抑制システムを含む系統構成図である。

【図 2】図 1 に係る新規発電機連系前の系統構成図である。

【図 3】図 1 の短絡容量抑制システムに対する比較例に係る系統構成図である。

【図 4】本発明の変圧器過負荷保護装置を含む系統構成図である。

【図 5】図 4 の変圧器過負荷保護時の系統構成図である。

【図 6】図 4 の変圧器過負荷保護装置に対する比較例 1（負荷制御ケース）に係る系統構成図である。

【図 7】図 4 の変圧器過負荷保護装置に対する比較例 2（電源制御ケース）に係る系統構成図である。

【図 8】図 4 の変圧器過負荷保護装置を含むより詳細な系統構成図である。

【図 9】図 4 の変圧器過負荷保護装置の制御に係るブロック図である。

【図 10】図 8 の変圧器過負荷保護時の系統構成図である。

【図 11】図 8 の変圧器過負荷保護時における時間（横軸）と設定許容負荷率（縦軸）との関係を示すグラフである。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

以下、本発明の実施の形態及びその変更例が、適宜図面に基づいて説明される。本発明は、下記の形態及び変更例に限定されない。

## 【0009】

## [変電所の短絡容量抑制]

変圧器過負荷保護装置に関連する事項である、変電所の短絡容量抑制方法が、まず説明される。

## 【0010】

図1は、短絡容量抑制方法を実行可能な短絡容量抑制システムSSを含む系統構成図である。図2は、図1に係る新規発電機連系前の系統構成図である。図3は、比較例に係る系統構成図である。

10

図2の新規発電機連系前の系統において、変電所Aと、発電所B、Cとが設けられている。

変電所Aは、複数(4台)の変圧器1B~4Bを有している。各変圧器1B~4Bは、一次母線1と二次母線2との間に設けられる。一次母線1は275kV(キロボルト)母線であり、二次母線2は154kV母線である。尚、一次母線1の電圧は、275kVから変更されても良い。又、二次母線2の電圧は、154kVから変更されても良い。

発電所Bは、二次母線2に対し、遮断器CBA1を介して接続されている。発電所Bは、発電機GBと、負荷LBとを有している。遮断器CBA1は、変電所Aに設けられる。尚、変電所Aの二次母線2側には、遮断器CBA2を介して、別の負荷が接続されている。又、二次母線2側には、例えば光電池(太陽光発電装置)といった小規模の発電機GGが適直接続される。

20

発電所Cは、遮断器CBGを介して一次母線1に接続されている。発電所Cは、発電機GC1と、負荷LCとを有している。

## 【0011】

発電所C(発電機GC1)等からは、短絡電流SIが流れ得る。短絡電流SIは、例えば二次母線2側で短絡故障(故障点F)が生じた場合に発生する。短絡電流SIと回路電圧との積で表される短絡容量は、主に系統に連系する発電機の量が多いほど大きくなる。図2の系統において、短絡電流SIは、31.0kA(キロアンペア)とする。

30

遮断器CBA2は、短絡事故時に過大な短絡電流SIが流れ続けることを防止するために設けられ、故障点Fと二次母線2との間の電流を遮断する。遮断器CBA2が遮断可能な最大の短絡容量は、遮断器CBA2の処理可能な能力として決まっており、ここでは電流値において31.5kAである。よって、31.0kAの短絡電流SIは、遮断器CBA2によって遮断可能である。

又、同様に、遮断器CBA1は、発電所B側での短絡事故時に発電所B側で過大な短絡電流が流れ続けることを防止するために設けられ、その故障点と二次母線2との間の電流を遮断する。遮断器CBA1が遮断可能な最大の短絡容量は、遮断器CBA2と同様に31.5kAである。

## 【0012】

40

かような図2の系統において、発電所Cに新規の発電機GC2が単に連系される場合、図3に示されるように、発電機GC2の分だけ短絡電流SIが増加して、32.0kAとなる。短絡電流SIが32.0kAの大きさとなると、遮断器CBA2の最大遮断短絡容量に係る電流である31.5kAを超えているため、遮断器CBA2が容量不足となる。

同様に、発電所B側においても短絡電流が増加し得て、遮断器CBA1が容量不足となる。

よって、発電機GC2の増設に伴い、変電所Aにおける全ての遮断容量不足の遮断器CBA1、CBA2を取り替えることで変電所Aを改修する必要があり、改修の規模が増大して、発電機GC2の増設時の改修が高コストになる。

## 【0013】

50

これに対し、短絡容量抑制システム S S を含む図 1 の系統では、発電機 G C 2 の増設に当たり、変圧器 1 B ~ 4 B の 1 台（何れでも良いが変圧器 1 B とする）が停止される（図 1 の二重 “ x ” 印 S D）。かような停止は、短絡容量抑制方法，短絡容量抑制システム S S に相当する。そして、停止された変圧器 1 B は、予備機とされる。

変圧器 1 B の停止により、故障点 F における短絡容量が小さくなり、発電機 G C 2 が増設されても、短絡電流 S I がより流れ難くなり、変圧器 1 B を停止しない場合（上述の図 3）の 32.0 k A に対し 30.5 k A となる。よって、短絡電流 S I が遮断器 C B A 1，C B A 2 の最大遮断容量を下回り、遮断器 C B A 1，C B A 2 を取り替える必要がなくなって、発電機 G C 2 の増設に低コストで対応可能である。

又、停止された変圧器 1 B の予備機化により、変圧器 2 B ~ 4 B に過負荷が生じ得る所定の場合に変圧器 1 B を投入することで、当該過負荷からの保護がなされる（変圧器過負荷保護装置，変圧器過負荷保護方法）。この点が以下に説明される。

#### 【 0 0 1 4 】

##### [ 変電所の変圧器過負荷保護 ]

図 4 は、変圧器過負荷保護装置 T S を含む系統構成図である。図 5 は、変圧器過負荷保護時の系統構成図である。図 6 は、比較例 1 に係る系統構成図である。図 7 は、比較例 2 に係る系統構成図である。

図 6 の比較例 1 の系統において、上述の図 3 の系統と同様に、変電所 A と、発電所 B とが設けられている。又、発電所 B と同様に二次母線 2 に接続された発電所 C ' が設けられている。変電所 A には、過負荷保護装置 O P が設けられている。又、同系統において、一次母線 1 は一次甲母線 1 と一次乙母線 1 とに詳述され、二次母線 2 は二次甲母線 2 と二次乙母線 2 とに詳述される。

変電所 A の変圧器 1 B，3 B は、一次甲母線 1 と二次甲母線 2 とに接続され、変圧器 2 B，4 B は、一次乙母線 1 と二次乙母線 2 とに接続される。又、変圧器 1 B は停止されている（図 6 の二重 “ x ” 印 S D 1）。

各変圧器 2 B，4 B は、一次乙母線 1 側及び二次乙母線 2 においてそれぞれ遮断器 C B 2 B，C B 4 B を有している。

一次母線 1 は、一次甲母線 1 と一次乙母線 1 との間において遮断器 C B 1 1 を有しており、二次母線 2 は、二次甲母線 2 と二次乙母線 2 との間において遮断器 C B 1 2 を有している。

#### 【 0 0 1 5 】

図 6 において、二次乙母線 2 に故障 F 1 が発生した場合、比較例 1 では、二次乙母線 2 につながる変圧器 2 B，4 B の遮断器 C B 2 B，C B 4 B と、二次母線 2 の遮断器 C B 1 2 とが切れて、変圧器 2 B，4 B が停止される（図 6 の “ x ” 印 S D C B 2，S D C B 4，S D 1 2）。

すると、変圧器 3 B の負荷が増大し、変圧器 3 B に過負荷 O L が発生する。この変圧器 3 B の過負荷は、過負荷保護装置 O P により検出される。

過負荷保護装置 O P は、変電所 A から発電所 C ' へ接続される送電線 P L A C ' における送電を、変電所 A において自動で遮断する（図 6 の “ x ” 印 S D A C '）。

この遮断により、発電所 C ' の発電機 G C ' 1 が変電所 A に対して切り離され、負荷の減少により変圧器 3 B の過負荷 O L が解消される。即ち、変圧器 3 B における負荷が制御されて、変圧器 3 B の過負荷が解消される（負荷制御ケース）。

#### 【 0 0 1 6 】

又、図 7 の比較例 2 の系統は、上述の比較例 1 の系統と同様に成る。比較例 2 の系統において、二次乙母線 2 に故障 F 2 が発生した場合、上述の比較例 1 と同様に、変圧器 2 B，4 B の遮断器 C B 2 B，C B 4 B と、二次母線 2 の遮断器 C B 1 2 とが切れて（図 7 の “ x ” 印 S D C B 2，S D C B 4，S D 1 2）、変圧器 3 B の過負荷 O L が過負荷保護装置 O P により検出される。

すると、過負荷保護装置 O P は、発電所 C ' の発電機 G C ' 1 に対し、転送遮断指令 F S D を発信する。転送遮断指令 F S D は、変電所 A と発電所 C ' との間に設けられた広域の通

10

20

30

40

50

信路（信号伝送路）により伝達される。

発電所 C' において転送遮断指令 FSD を受信すると、発電機 GC' 1 は系統から遮断され（図 7 の “ x ” 印 SDC' ）、変圧器 3 B の過負荷 OL が解消される。即ち、電源としての発電機 GC' 1 が変電所 A からの通信により制御されて、変圧器 3 B の過負荷が解消される（電源制御ケース）。

【 0 0 1 7 】

この比較例 1 のケースでは、負荷遮断により変圧器 3 B の過負荷 OL が解消されるものの、発電機 GC 1 が停止されるため、電力の供給支障が発生してしまう。

又、比較例 2 のケースでは、発電に支障が生じてしまう。

【 0 0 1 8 】

これら比較例 1, 2 に対し、本発明に係る図 4 の変圧器過負荷保護装置 TS では、図 5 に示される通り、故障 F 3 の発生時に予備機としての変圧器 1 B を投入する。

即ち、二次乙母線 2 に故障 F 3 が発生した場合、上述の比較例 1 と同様に、変圧器 2 B, 4 B の遮断器 CB 2 B, CB 4 B と、二次母線 2 の遮断器 CB 1 2 とが切れて（図 5 の “ x ” 印 SDC B 2, SDC B 4, SD 1 2 ）、変圧器 3 B の過負荷が過負荷保護装置 OP により検出される。

すると、過負荷保護装置 OP は、変圧器 1 B に対し投入指令 ON を発信し、停止されている変圧器 1 B の投入を指令する。投入指令 ON は、過負荷保護装置 OP と変圧器 1 B との間に設けられたローカルな通信路（信号伝送路）により伝達される。

投入指令 ON の受信に基づき、変圧器 1 B 用の遮断器が遮断状態から投入状態に切り替えられて、変圧器 1 B が投入される。

変圧器 1 B の投入により、負荷は変圧器 1 B, 3 B で賄われるようになる（図 5 の矢印 L 1, L 3 ）。よって、変圧器過負荷保護装置 TS では、故障 F 3 の発生時において、変圧器 3 B の過負荷が解消される。又、変圧器過負荷保護装置 TS では、故障 F 3 の発生時において、発電機 GC' 1 が切り離されず、電力の供給支障あるいは発電支障の発生が防止される。

【 0 0 1 9 】

[ 変電所の変圧器過負荷保護の詳細 ]

図 8 は、変圧器過負荷保護装置 TS を含むより詳細な系統構成図（単線結線図）である。

変圧器過負荷保護装置 TS は、上述の比較例あるいは比較例 1, 2 のような既設の変圧器過負荷保護装置に 1 以上の電子回路基板（制御手段）を付加することで構成可能である。制御手段は、変圧器 1 B ~ 4 B を過負荷から保護するための制御を行う。変圧器過負荷保護装置 TS（制御手段）により、変圧器過負荷保護方法が実行される。

【 0 0 2 0 】

変電所 A には、図 1 の系統のように、二次母線 2 側に発電所 B が接続され、一次母線 1 側に発電所 C が接続されている。

より詳しくは、変電所 A の一次母線 1 には、一对の送電線 PLAC 1, PLAC 2 及び断路器 LSG 1 ~ LSG 4 を介して、発電所 C の発電機 GC 1 が接続されている。送電線 PLAC 1 は、断路器 LSG 1 を介して一次甲母線 1 に接続されると共に、断路器 LSG 2 を介して一次乙母線 1 に接続される。送電線 PLAC 2 は、断路器 LSG 3 を介して一次甲母線 1 に接続されると共に、断路器 LSG 4 を介して一次乙母線 1 に接続される。

送電線 PLAC 1 には、275 kV の母線保護継電器 BPG 1 及び遮断器 CBG 1 が設けられ、送電線 PLAC 2 には、275 kV の母線保護継電器 BPG 2 及び遮断器 CBG 2 が設けられる。母線保護継電器 BPG 1 と送電線 PLAC 1 との間には、各種の保護継電器等（ここでは母線保護継電器 BPG 1）へ電流を入力可能な変流器 ECG 1 が介装され、母線保護継電器 BPG 2 と送電線 PLAC 2 との間には、同様に変流器 ECG 2 が介装される。

【 0 0 2 1 】

又、変電所 A において、一次甲母線 1 と一次乙母線 1 との間には、断路器 LS 1

10

20

30

40

50

、 $LS1$ 、並びに、一对の変流器 $EC1$ 、 $EC1$ 及び $275kV$ の母線保護継電器 $BP1$ 、 $BP1$ が設けられる。母線保護継電器 $BP1$ に変流器 $EC1$ が接続され、母線保護継電器 $BP1$ に変流器 $EC1$ が接続される。

母線保護継電器 $BP1$ 、 $BP1$ の間には、遮断器 $CB11$ が設けられる。

母線保護継電器 $BPG1$ 、 $BPG2$ 、 $BPB11$ 、 $BPB21$ 、 $BPB31$ 、 $BPB41$ 、 $BP1$ 、 $BP1$ （以下「 $275kVBP$ 」とも言う）は、一次母線1側の故障が判定されると、その故障が一次甲母線1側であるかあるいは一次乙母線1側であるかを判定し、遮断器 $CBG1$ 、 $CBG2$ 、 $CBB11$ 、 $CBB21$ 、 $CBB31$ 、 $CBB41$ のうち故障した側に電氣的に接続されるもの及び遮断器 $CB11$ により、一次甲母線1及び一次乙母線1のうち故障した側のものについて遮断する。

10

同様に、二次甲母線2と二次乙母線2の間には、断路器 $LS2$ 、 $LS2$ 、並びに、一对の変流器 $EC2$ 、 $EC2$ 及び $154kV$ の母線保護継電器 $BP2$ 、 $BP2$ が設けられる。母線保護継電器 $BP2$ に変流器 $EC2$ が接続され、母線保護継電器 $BP2$ に変流器 $EC2$ が接続される。

母線保護継電器 $BP2$ 、 $BP2$ の間には、遮断器 $CB12$ が設けられる。

#### 【0022】

変電所Aの二次母線2には、一对の送電線 $PLA1$ 、 $PLA2$ 及び断路器 $LSL1$ ～ $LSL4$ を介して、発電所Bの発電機 $GB$ 又は負荷 $LB$ が接続されている。送電線 $PLA1$ は、断路器 $LSL1$ を介して二次甲母線2に接続されると共に、断路器 $LSL2$ を介して二次乙母線2に接続される。送電線 $PLA2$ は、断路器 $LSL3$ を介して二次甲母線2に接続されると共に、断路器 $LSL4$ を介して二次乙母線2に接続される。

20

発電機 $GB$ につながる送電線 $PLA1$ には、 $154kV$ の母線保護継電器 $BPL1$ 及び遮断器 $CL1$ が設けられ、負荷 $LB$ につながる送電線 $PLA2$ には、同様に母線保護継電器 $BPL2$ 及び遮断器 $CL2$ が設けられる。母線保護継電器 $BPL1$ と送電線 $PLA1$ との間には、変流器 $ECL1$ が介装され、母線保護継電器 $BPL2$ と送電線 $PLA2$ との間には、変流器 $ECL2$ が介装される。

母線保護継電器 $BPL1$ 、 $BPL2$ 、 $BPB12$ 、 $BPB22$ 、 $BPB32$ 、 $BPB42$ 、 $BP2$ 、 $BP2$ （以下「 $154kVBP$ 」とも言う）は、二次母線2側の故障が判定されると、その故障が二次甲母線2側であるかあるいは二次乙母線2側であるかを判定し、遮断器 $CL1$ 、 $CL2$ 、 $CBB12$ 、 $CBB22$ 、 $CBB32$ 、 $CBB42$ のうち故障した側に電氣的に接続されるもの及び遮断器 $CB12$ により、二次甲母線2及び二次乙母線2のうち故障した側のものについて遮断する。

30

#### 【0023】

変電所Aにおける一次母線1と二次母線2との間の変圧器1Bは、運転状態に合わせて切換られるタップ（略称「 $43SP$ 」）を有している。運転状態は、並列状態と、単独状態とを含む。並列状態に切り替えられることで、全変圧器1B～4BのLR（負荷時タップ切替）が同時に制御され、変圧器1B～4B間の横流の発生が防止される。他方、単独状態に切り替えられると、変圧器1B～4Bの各自でLRが制御される。「 $43SP$ 並列」は、タップを具備し、並列状態に切り替えていることを示す。変圧器1Bは、LRT、即ち負荷時タップ切替付き変圧器1Bとも言える。LRは、タップ切替装置によりなされる。

40

変圧器1Bは、一次側接続線 $PLB11$ 及び断路器 $LSB11$ 、 $LSB12$ を介して、一次母線1に接続されている。断路器 $LSB11$ は、一次甲母線1側に配置され、断路器 $LSB12$ は、一次乙母線1側に配置される。

又、変圧器1Bは、二次側接続線 $PLB12$ 及び断路器 $LSB13$ 、 $LSB14$ を介して、二次母線2に接続されている。断路器 $LSB13$ は、二次甲母線2側に配置され、断路器 $LSB14$ は、二次乙母線2側に配置される。

一次側接続線 $PLB11$ には、 $275kV$ の母線保護継電器 $BPB11$ 及び遮断器 $CBB11$ 並びに変圧器保護継電器 $TPB11$ が設けられ、二次側接続線 $PLB12$ には、 $154kV$ の母線保護継電器 $BPB12$ 及び遮断器 $CBB12$ 並びに変圧器保護継電器 $TP$

50

B 1 2 が設けられる。母線保護継電器 B P B 1 1 と一次側接続線 P L B 1 1 との間には、変流器 E C B 1 1 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 1 1 と一次側接続線 P L B 1 1 との間には、変流器 E C B 1 2 が介装される。母線保護継電器 B P B 1 2 と二次側接続線 P L B 1 2 との間には、変流器 E C B 1 3 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 1 2 と二次側接続線 P L B 1 2 との間には、変流器 E C B 1 4 が介装される。

#### 【 0 0 2 4 】

変圧器 2 B は、二次母線 2 側の母線保護継電器の接続態様を除き、変圧器 1 B と同様に設けられる。

即ち、変圧器 2 B は、一次側接続線 P L B 2 1 及び断路器 L S B 2 1 , L S B 2 2 を介して、一次母線 1 に接続されている。変圧器 2 B は、二次側接続線 P L B 2 2 及び断路器 L S B 2 3 , L S B 2 4 を介して、二次母線 2 に接続されている。一次側接続線 P L B 2 1 には、275 kV の母線保護継電器 B P B 2 1 及び遮断器 C B B 2 1 並びに変圧器保護継電器 T P B 2 1 が設けられ、二次側接続線 P L B 2 2 には、154 kV の母線保護継電器 B P B 2 2 及び遮断器 C B B 2 2 並びに変圧器保護継電器 T P B 2 2 が設けられる。母線保護継電器 B P B 2 1 と一次側接続線 P L B 2 1 との間には、変流器 E C B 2 1 が介装される。母線保護継電器 B P B 2 2 と二次側接続線 P L B 2 2 との間には、母線保護継電器 B P B 2 2 側から順に、過電流継電器 5 1 H 2 , 5 1 2 , 5 1 F 2、及び変流器 E C B 2 3 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 2 1 と一次側接続線 P L B 2 1 との間には、変流器 E C B 2 2 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 2 2 と二次側接続線 P L B 2 2 との間には、変流器 E C B 2 4 が介装される。

過電流継電器 5 1 H 2 は、過電流を検出可能であり、過電流検出時に L R の動作をロックする。過電流継電器 5 1 H 2 は、変圧器 2 B における負荷率 150 % 以上の運転時 ( 150 % 以上過負荷運転時 ) に、L R の動作をロックするための L R ロック信号を瞬時に送出する。尚、当該負荷率の閾値 ( 所定値 ) は、150 % 以外の値を採用することができ、例えば 120 % 以上 270 % 以下の範囲内の値を採用することができる。

過電流継電器 5 1 2 は、過電流を検出可能であり、過電流検出時に予備の変圧器 1 B の投入を指令する。過電流継電器 5 1 2 は、変圧器 2 B における負荷率 100 % 以上の運転時に、予備の変圧器 1 B を投入するための信号 ( 後述の 1 B 一次 C B 投入指令 C B 1 O N 及び 1 B 二次 C B 投入指令 C B 2 O N ) を瞬時に送出する。

過電流継電器 5 1 F 2 は、過電流継電器 5 1 2 と同様に成る。過電流継電器 5 1 F 2 , 5 1 2 が二重で設けられることで、予備の変圧器 1 B の投入についての信頼度が向上する。

#### 【 0 0 2 5 】

変圧器 3 B は、変圧器 2 B と同様に設けられる。

即ち、変圧器 3 B は、一次側接続線 P L B 3 1 及び断路器 L S B 3 1 , L S B 3 2 を介して、一次母線 1 に接続されている。変圧器 3 B は、二次側接続線 P L B 3 2 及び断路器 L S B 3 3 , L S B 3 4 を介して、二次母線 2 に接続されている。一次側接続線 P L B 3 1 には、275 kV の母線保護継電器 B P B 3 1 及び遮断器 C B B 3 1 並びに変圧器保護継電器 T P B 3 1 が設けられ、二次側接続線 P L B 3 2 には、154 kV の母線保護継電器 B P B 3 2 及び遮断器 C B B 3 2 並びに変圧器保護継電器 T P B 3 2 が設けられる。母線保護継電器 B P B 3 1 と一次側接続線 P L B 3 1 との間には、変流器 E C B 3 1 が介装される。母線保護継電器 B P B 3 2 と二次側接続線 P L B 3 2 との間には、母線保護継電器 B P B 3 2 側から順に、過電流継電器 5 1 H 3 , 5 1 3 , 5 1 F 3、及び変流器 E C B 3 3 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 3 1 と一次側接続線 P L B 3 1 との間には、変流器 E C B 3 2 が介装される。変圧器保護継電器 T P B 3 2 と二次側接続線 P L B 3 2 との間には、変流器 E C B 3 4 が介装される。

#### 【 0 0 2 6 】

変圧器 4 B は、変圧器 2 B と同様に設けられる。

即ち、変圧器 4 B は、一次側接続線 P L B 4 1 及び断路器 L S B 4 1 , L S B 4 2 を介して、一次母線 1 に接続されている。変圧器 4 B は、二次側接続線 P L B 4 2 及び断路器 L S B 4 3 , L S B 4 4 を介して、二次母線 2 に接続されている。一次側接続線 P L B 4

1には、275kVの母線保護継電器B P B 4 1及び遮断器C B B 4 1並びに変圧器保護継電器T P B 4 1が設けられ、二次側接続線P L B 4 2には、154kVの母線保護継電器B P B 4 2及び遮断器C B B 4 2並びに変圧器保護継電器T P B 4 2が設けられる。母線保護継電器B P B 4 1と一次側接続線P L B 4 1との間には、変流器E C B 4 1が介装される。母線保護継電器B P B 4 2と二次側接続線P L B 4 2との間には、母線保護継電器B P B 4 2側から順に、過電流継電器5 1 H 4 , 5 1 4 , 5 1 F 4、及び変流器E C B 4 3が介装される。変圧器保護継電器T P B 4 1と一次側接続線P L B 4 1との間には、変流器E C B 4 2が介装される。変圧器保護継電器T P B 4 2と二次側接続線P L B 4 2との間には、変流器E C B 4 4が介装される。

【0027】

又、変圧器過負荷保護装置T Sは、変圧器1 B ~ 4 Bにおける各タップの切替状態が揃っているかあるいはずれているかを検知するタップずれ検知器T Oと、変圧器過負荷保護装置T Sの全体的なオン（使用）、オフ（不使用）を切り替える（変圧器投入機能の使用あるいは不使用を切り替える）活殺スイッチ4 3 T r Cと、を有している。

【0028】

変圧器過負荷保護装置T S（制御手段）において、例えば図9に示されるような制御がなされる。

即ち、まず図9最上部のL Rロック指令L R Lに関し、変圧器2 B , 3 B , 4 Bの過電流継電器5 1 H 2 , 5 1 H 3 , 5 1 H 4の少なくともどれかが150%以上過負荷運転を検知した場合（非検知時0 , 検知時1）、O R回路S 1の出力が1となる。

O R回路S 1の出力側には、可変タイマーT 1、及び引き延ばし回路S 2が配置されている。

可変タイマーT 1は、入力があった場合に、任意に設定された時間だけ遅延させて出力するものであり、L Rロックに係る変電所Aの特性に合わせた調整のために設けられる。ここでは、設定可能時間が0 . 0 0 s（秒）以上4 . 0 0 s以下とされ、設定可能幅が0 . 0 1 sとされている。可変タイマーT 1の設定時間は、通常、0 . 0 0 sあるいはこれに近い値に設定される。

引き延ばし回路S 2は、パルス状の入力があった場合において、出力を所定時間継続させる（パルスを引き延ばす）。ここでは、所定時間は1 . 5 sとされる。即ち、引き延ばし回路S 2は、1 . 5 s以下の入力について、1 . 5 sに引き延ばして出力する。引き延ばし回路S 2により、L Rロック指令L R Lについて確実な動作がもたらされる。

よって、過電流継電器5 1 H 2 , 5 1 H 3 , 5 1 H 4の少なくともどれかが150%以上過負荷運転を検知した場合、L Rロック指令L R Lが発せられる。この指令により、L R盤にて昇降回路が自動でロックされる。

【0029】

次に、予備機である変圧器1 Bの投入に関し、変圧器1 Bは、一次母線1側の遮断器C B B 1 1の投入（遮断解除）である1 B一次C B投入指令C B 1 O Nと、二次母線2側の遮断器C B B 1 2の投入である1 B二次C B投入指令C B 2 O Nとにより投入される。

1 B一次C B投入指令C B 1 O Nは、AND回路S 3の出力によって発せられる。AND回路S 3の入力は、4つ存在し、AND回路S 3の入力側には、4つのブロックあるいは回路が配置されている。

【0030】

即ち、AND回路S 3の入力側には、4 3 S P並列ブロックS 4が接続されている。4 3 S P並列ブロックS 4は、変圧器1 B ~ 4 Bのタップが並列状態に切り替えられているか否かを示し、並列状態である場合に1を出力する。

【0031】

又、AND回路S 3の入力側には、4 3 T r C使用ブロックS 5が接続されている。4 3 T r C使用ブロックS 5は、活殺スイッチ4 3 T r Cがオンである場合に1を出力する。

【0032】

更に、AND回路S 3の入力側には、O R回路S 6が接続されている。

10

20

30

40

50

OR回路S6は、過電流継電器51F2, 51F3, 51F4と接続されている。

OR回路S6は、OR回路S1と同様に、変圧器2B, 3B, 4Bの過電流継電器51F2, 51F3, 51F4の少なくとも何れかが100%（特定値）以上過負荷運転を検知した場合、OR回路S6の出力が1となる。過電流継電器51F2, 51F3, 51F4はR相に係るものであり、過電流継電器512, 513, 514はB相に係るものである。B相に加え、R相において100%以上過負荷運転の発生が判定されるため、100%以上過負荷運転に係る動作がより一層確実なものとなる。

尚、OR回路S6とAND回路S3との間に、タイマー及び引き延ばし回路は介装されていない。又、過負荷運転に係る特定値は、100%以外の値とされても良く、LRロックに係る所定値と同じ値とされても良い。

#### 【0033】

加えて、AND回路S3の入力側には、可変タイマー51C1が接続されている。

可変タイマー51C1は、可変タイマーT1と同様に成る。可変タイマー51C1の設定可能時間は、0.0s（秒）以上10.0s以下とされ、設定可能幅は、0.1sとされている。

#### 【0034】

可変タイマー51C1の入力側には、AND回路S10が接続されている。

AND回路S10は、2つの入力を受ける。

AND回路S10の第1の入力は、変圧器2B, 3B, 4Bの過電流継電器512, 513, 514に関するものである。即ち、過電流継電器512, 513, 514は、過電流継電器51H2, 51H3, 51H4と同様に、OR回路S11により、少なくとも何れかにおいて100%以上過負荷運転を検知した場合、可変タイマーT2及び引き延ばし回路S12を介して、AND回路S10への1の出力をなす。可変タイマーT2は、可変タイマーT1と同様に成る。引き延ばし回路S12は、引き延ばし回路S2と同様に成る。

#### 【0035】

AND回路S10の第2の入力は、予備機である変圧器1Bの条件に関するものである（1B全体条件C1B）。

1B全体条件C1Bは、変圧器1Bの二次母線2側の遮断器CBB12がオンとなり遮断しているか否かについての1B二次CB入ブロックS20と、1B条件と、を含む。

#### 【0036】

1B二次CB入ブロックS20は、遮断器CBB12がオンとなり投入されていれば1を出力する。1B二次CB入ブロックS20は、OR回路S21及びNOT回路S22からなるNOR回路S23を介して、AND回路S10の入力側に接続されている。

#### 【0037】

1B条件は、1B・TP動作ブロックS30を含む。

1B・TP動作ブロックS30は、変圧器1Bの変圧器保護継電器TPB11, TPB12（以下「1BTP」とも言う）が動作している場合に1を出力する。変圧器保護継電器1BTPは、変圧器1Bの投入後に動作する。

1B・TP動作ブロックS30は、OR回路S31及び引き延ばし回路S32を介して、NOR回路S23の入力側に接続されている。引き延ばし回路S32は、引き延ばし回路S2と同様に成る。

#### 【0038】

又、1B条件は、275kVの母線保護継電器275kVBP又は154kVの母線保護継電器154kVBPに関するブロックS40, S43, S50, S53, S56、及び予備の変圧器1Bの断路器LSB11～LSB14の投入の把握に関するブロックS41, S43, S51, S54, S57を含む。

これらのORブロックS43につながる各ブロックが、以下順に説明される。

#### 【0039】

即ち、275BP甲動作ブロックS40及び1B一次甲LS入ブロックS41は、それ

10

20

30

40

50

ぞれAND回路S 4 2の入力側に接続されている。

2 7 5 B P甲動作ブロックS 4 0は、一次甲母線1 側において2 7 5 k Vの母線保護継電器2 7 5 k V B Pがオンであれば、1を出力する。

1 B一次甲L S入ブロックS 4 1は、一次甲母線1 側の断路器L S B 1 1がオンであれば、1を出力する。

AND回路S 4 2は、OR回路S 4 3の入力側に接続されている。

OR回路S 4 3は、OR回路S 3 1の入力側に接続されている。

【0 0 4 0】

又、2 7 5 B P乙動作ブロックS 5 0及び1 B一次乙L S入ブロックS 5 1は、それぞれAND回路S 5 2の入力側に接続されている。

2 7 5 B P乙動作ブロックS 5 0は、一次乙母線1 側において2 7 5 k Vの母線保護継電器2 7 5 k V B Pがオンであれば、1を出力する。

1 B一次乙L S入ブロックS 5 1は、一次乙母線1 側の断路器L S B 1 2がオンであれば、1を出力する。

AND回路S 5 2は、OR回路S 4 3の入力側に接続されている。

【0 0 4 1】

更に、1 5 4 B P甲動作ブロックS 5 3及び1 B二次甲L S入ブロックS 5 4は、それぞれAND回路S 5 5の入力側に接続されている。

1 5 4 B P甲動作ブロックS 5 3は、二次甲母線2 側において1 5 4 k Vの母線保護継電器1 5 4 k V B Pがオンであれば、1を出力する。

1 B二次甲L S入ブロックS 5 4は、二次甲母線2 側の断路器L S B 1 3がオンであれば、1を出力する。

AND回路S 5 5は、OR回路S 4 3の入力側に接続されている。

【0 0 4 2】

加えて、1 5 4 B P乙動作ブロックS 5 6及び1 B二次乙L S入ブロックS 5 7は、それぞれAND回路S 5 8の入力側に接続されている。

1 5 4 B P乙動作ブロックS 5 6は、二次乙母線2 側において1 5 4 k Vの母線保護継電器1 5 4 k V B Pがオンであれば、1を出力する。

1 B二次乙L S入ブロックS 5 7は、二次乙母線2 側の断路器L S B 1 4がオンであれば、1を出力する。

AND回路S 5 8は、OR回路S 4 3の入力側に接続されている。

尚、1 B・T P動作ブロックS 3 0以外の1 B条件において、1 B一次甲L S入ブロックS 4 1等及びAND回路S 4 2等が省略されても良い。

【0 0 4 3】

又、1 B条件は、活殺スイッチ4 3 T r Cを自動的に除外してその切替を無効とする4 3 T r C自動除外指令E 4 3 T r Cにも関わっている。

即ち、4 3 T r C自動除外指令E 4 3 T r Cは、OR回路S 6 0における1の出力をもってなされるところ、OR回路S 6 0の入力側には、1 B・T P動作ブロックS 3 0と、OR回路S 4 3とが接続される。

又、OR回路S 6 0の入力側には、タップずれ検知器T Oによるタップずれの検出がなされると1を出力するタップずれ検出ブロックT O 1が接続されている。

よって、変圧器1 Bの変圧器保護継電器1 B T Pが動作している場合、4 3 T r C自動除外指令E 4 3 T r Cが発令される。

又、2 7 5 k V B Pがオンで断路器L S B 1 1, L S B 1 2がオンであるか、1 5 4 k V B Pがオンで断路器L S B 1 3, L S B 1 4がオンである場合に、4 3 T r C自動除外指令E 4 3 T r Cが発令される。この場合を詳述すると、一次甲母線1 側において2 7 5 k Vの母線保護継電器2 7 5 k V B Pがオンで且つ断路器L S B 1 1がオンであるか、一次乙母線1 側において2 7 5 k Vの母線保護継電器2 7 5 k V B Pがオンで且つ断路器L S B 1 2がオンであるか、二次甲母線2 側において1 5 4 k Vの母線保護継電器1 5 4 k V B Pがオンで且つ断路器L S B 1 3がオンであるか、若しくは二次乙母線2 側

10

20

30

40

50

において154kVの母線保護継電器154kVBPがオンで且つ断路器LSB14がオンである場合となる。

更に、タップずれが検出された場合に、43TrC自動除外指令E43TrCが発令される。

尚、43TrC自動除外指令E43TrCと1B一次CB投入指令CB1ONとで、条件が異なるものとされても良い。

#### 【0044】

以上により、1B全体条件C1Bは、予備の変圧器1Bが投入されておらず(S20, S23)、且つ、1B条件が成立しない(S31, S32, S23)場合に成立する。

1B条件は、変圧器保護継電器1BTPが動作している(S30)か、又は、275kV母線保護継電器275kVBPがオンで断路器LSB11, LSB12がオンであるか、154kV母線保護継電器154kVBPがオンで断路器LSB13, LSB14がオンである場合に成立する。

10

#### 【0045】

1B全体条件C1Bが成立し、且つ過電流継電器512, 513, 514の少なくとも何れかがオンとなって所定時間が経過すると(S11, T2, S12)、AND回路S10で1が出力され、可変タイマー51C1に係る設定時間の経過後に1B一次CB投入指令CB1ONが発令され、遮断器CBB11による遮断が解除されて、予備機である変圧器1Bが一次母線1側で投入される。

但し、43SPが「並列」であり(S4)、43TrCが「使用」であり(S5)、且つR相の過電流継電器51F2, 51F3, 51F4の少なくとも何れかが動作している(S6)ことが必要とされる(S3)。

20

#### 【0046】

1B二次CB投入指令CB2ONの発令は、1B一次CB投入指令CB1ONの発令と同様であり、43SPが「並列」であり(S4)、43TrCが「使用」であり(S5)、且つR相の過電流継電器51F2, 51F3, 51F4の少なくとも何れかが動作している(S6)ことが必要とされる(S70)。

但し、AND回路S10の出力側にAND回路S72が設けられる。AND回路S72のもう一つの入力は、1B一次CB入りブロックS71からのものである。1B一次CB入りブロックS71は、変圧器1Bの一次母線1側において遮断器CBB11が投入された場合に1を出力する。よって、1B二次CB投入指令CB2ONの発令には、遮断器CBB11の投入が必要である。

30

又、AND回路S72, S70の間には、可変タイマー51C2が介装されている。可変タイマー51C2は、可変タイマー51C1と同様に成る。可変タイマー51C2の介装により、1B一次CB投入指令CB1ONの発令から可変タイマー51C2に係る設定時間後に、1B二次CB投入指令CB2ONの発令がなされる。

#### 【0047】

変圧器過負荷保護装置TSは、例えば図10, 図11に示される通りに作動する。図11は、時間と設定許容負荷率との関係を示すグラフである。設定許容負荷率は、負荷率が(時間経過との関係で)その値以上であれば確実に作動するものとして設定されるものである。尚、ここでは、可変タイマー51C1, 51C2は、順に0.0s, 1.0sに設定され、可変タイマーT1, T2は、順に0.00s, 0.50sに設定される。

40

即ち、故障F1により短絡電流SIが発生し、変圧器3Bの負荷率が故障F1発生前の90%から変圧器3Bへの潮流により150%(図11のラインLH1参照)以上(ここでは270%)に上昇する。故障F1発生前において、変圧器3Bの負荷は384MW(メガワット)、電流は1515A(アンペア)である。又、故障F1発生後において、変圧器3Bの負荷は $427\text{MW} \times 2.70 = 1152.9\text{MW}$ 、電流は $1152.9\text{MW} / (31/2 \times 154\text{kV} \times 0.95) = 4549\text{A}$ である。

変圧器過負荷保護装置TSは、変圧器3Bの負荷率が100%(図11のラインLH2)以上となると、まず1B一次CB投入指令CB1ONを発令し、次いで1B二次CB投

50

入指令 C B 2 O N を発令して、予備機としての変圧器 1 B の投入を指令する ( C 1 B , 5 1 3 , S 1 1 , T 2 , S 1 2 , S 1 0 , 5 1 C 1 , S 3 , 5 1 C 2 , S 7 0 , S 4 ~ S 6 ) 。この指令に基づき、変圧器 1 B が投入される。過電流継電器 5 1 3 の整定値は、 $4 2 7 \text{ MW} \times 1 . 0 / ( 3 ^ { 1 / 2 } \times 1 5 4 \text{ k V} \times 0 . 9 5 \times 4 0 0 ) = 4 . 2 1 2 \text{ ( A )}$  で、 $4 . 2 \text{ ( A )}$  (  $1 6 8 0 \text{ A}$  ) とされる。整定計算における 4 0 0 は、C T 比 (  $2 0 0 0 / 5 \text{ A}$  ) である。

又、変圧器 3 B の負荷率が 1 5 0 % ( 図 1 1 のライン L H 1 ) 以上となると、L R ロック指令 L R L を瞬時に発令し、L R をロックする ( 5 1 H 3 , S 1 , T 1 , S 2 ) 。過電流継電器 5 1 H 3 の整定値は、 $4 2 7 \text{ MW} \times 1 . 5 / ( 3 ^ { 1 / 2 } \times 1 5 4 \text{ k V} \times 0 . 9 5 \times 4 0 0 ) = 6 . 3 1 9 \text{ ( A )}$  で、 $6 . 3 \text{ ( A )}$  (  $2 5 2 0 \text{ A}$  ) とされる。

これらの変圧器 1 B の投入及び L R ロックにより、負荷率 ( の遷移 ) が図 1 1 の設定許容負荷率以内 ( グラフの線の下側 ) となる。即ち、最大で 2 秒間 ( 図 1 1 の時間 T H 1 ) 程度で、変圧器 3 B の負荷率が 1 4 0 % に低下し、更に 1 0 分間 ( 図 1 1 の時間 T H 2 ) 経過時までには 1 2 0 % に低下し、もう 2 0 分間 ( 図 1 1 の時間 T H 3 ) の経過時までには 1 0 5 % に低下する。そして、故障 F 1 の復旧まで ( 図 1 1 の時間 T H 4 ) 、負荷率は 1 0 5 % 以下となる。

【 0 0 4 8 】

他方、各変圧器 2 B , 4 B においても、上述の変圧器 3 B と同様に動作する。

【 0 0 4 9 】

[ 変電所の変圧器過負荷保護の発明に係る作用効果等 ]

以上の変圧器過負荷保護装置 T S ( ないしこれにより実行可能な変圧器過負荷保護方法 ) は、予備機としての変圧器 1 B を含む複数の変圧器 1 B ~ 4 B が設けられる変電所 A において、変圧器 1 B ~ 4 B を過負荷から保護するものであって、変圧器 1 B ~ 4 B を過負荷から保護するための制御を行う制御手段を備えており、この制御手段は、予備機としての変圧器 1 B の変圧器保護継電器 1 B T P が動作していること ( S 3 0 ) 、予備機としての変圧器 1 B に係る母線保護継電器 2 7 5 k V B P , 1 5 4 k V B P が動作していること ( 1 B 条件 , S 4 0 ~ S 5 8 ) 、又は、変電所 A における予備機としての変圧器 1 B を含む複数の変圧器 1 B ~ 4 B についてタップずれ検知器 T O によりタップずれが検出されたこと ( T O 1 ) 、の少なくとも何れかが生じた場合 ( S 6 0 ) 、予備機としての変圧器 1 B を投入する指令である 1 B 一次 C B 投入指令 C B 1 O N 及び 1 B 二次 C B 投入指令 C B 2 O N を発しないようにする。

よって、予備機としての変圧器 1 B が投入されると自身の故障を生じ得るときのように予備機としての変圧器 1 B が投入されるべきでない場合に、変圧器 1 B の投入動作がなされないこととなる。従って、人為的に変圧器 1 B の投入を判断する際に起こり得る誤った判断が防止され、予備機が不具合発生を防止した状態で確実に投入されて、変圧器 1 B を始めとする系統が保護される。又、正常に作動する変圧器 1 B の投入が、過負荷の発生に即応してなされる。

【 0 0 5 0 】

更に、変圧器過負荷保護装置 T S ( ないしこれにより実行可能な変圧器過負荷保護方法 ) は、予備機としての変圧器 1 B を含む複数の変圧器 1 B ~ 4 B が設けられる変電所 A において、変圧器 1 B ~ 4 B を過負荷から保護するものであって、変圧器 1 B ~ 4 B を過負荷から保護するための制御を行う制御手段を備えており、この制御手段は、予備機としての変圧器 1 B の変圧器保護継電器 1 B T P が動作していること ( S 3 0 ) 、予備機としての変圧器 1 B に係る母線保護継電器 2 7 5 k V B P , 1 5 4 k V B P が動作していること ( 1 B 条件 , S 4 0 ~ S 5 8 ) 、又は、変電所 A における予備機としての変圧器 1 B を含む複数の変圧器 1 B ~ 4 B についてタップずれ検知器 T O によりタップずれが検出されたこと ( T O 1 ) 、の少なくとも何れかが生じた場合 ( S 6 0 ) 、全体的なオンオフを切り替える活殺スイッチ 4 3 T r C を自動的に除外する 4 3 T r C 自動除外指令 E 4 3 T r C ( 活殺スイッチ自動除外指令 ) を発する。

よって、予備機としての変圧器 1 B が投入されると自身の故障を生じ得るときのように

10

20

30

40

50

予備機としての変圧器 1 B が投入されるべきでない場合に、変圧器過負荷保護装置 T S が自動的にオフとされて、変圧器 1 B の投入動作がなされないこととなる。従って、人為的に変圧器 1 B の投入を判断する際に起こり得る誤った判断が防止され、予備機が不具合発生を防止した状態で確実に投入されて、変圧器 1 B を始めとする系統が保護される。又、正常に作動する変圧器 1 B の投入が、過負荷の発生に即応してなされる。

【 0 0 5 1 】

又、変圧器過負荷保護装置 T S ( ないしこれにより実行可能な変圧器過負荷保護方法 ) では、前記制御手段は、変電所 A における変圧器 1 B 以外の複数の変圧器 2 B ~ 4 B の少なくとも何れかの負荷率が 1 5 0 % ( 所定値 ) 以上となると、変圧器 1 B ~ 4 B に係るタップ切替 L R をロックする ( 5 1 H 2 ~ 5 1 H 4 , S 1 , L R L ) 。

10

よって、故障 F 1 による比較的にな大きな過負荷の発生に対して ( 特に過負荷発生の初期段階において ) 適切に対応することができる。

【 0 0 5 2 】

更に、変圧器過負荷保護装置 T S ( ないしこれにより実行可能な変圧器過負荷保護方法 ) では、前記制御手段は、変電所 A における予備機としての変圧器 1 B 以外の複数の変圧器 2 B ~ 4 B の少なくとも何れかの負荷率が 1 0 0 % ( 特定値 ) 以上となると、予備機としての変圧器 1 B の一次母線 1 側の遮断器 C B B 1 1 の投入指令 ( 1 B 一次 C B 投入指令 C B 1 O N , 予備機一次母線側遮断器投入指令 ) を送出し、次いで、特定時間 ( 可変タイマー 5 1 C 2 の設定時間 ) の経過後に、予備機としての変圧器 1 B の二次母線 2 側の遮断器 C B B 1 2 の投入指令 ( 1 B 二次 C B 投入指令 C B 2 O N , 予備機二次母線側遮断器投入指令 ) を送出する。

20

よって、故障 F 1 による過負荷の発生に対して適切に予備機としての変圧器 1 B が投入される。

【 0 0 5 3 】

[ 変更例等 ]

尚、本発明の形態は、上記の形態及び変更例に限定されず、次に示すような更なる変更例を適宜有する。

系統の構成、並びに制御に係る回路及び指令等のうちの少なくとも何れかは、論理的に同等な他のものに変えられても良い。

変圧器過負荷保護制御を行う制御手段は、複数の電子回路基板に分散されて設けられても良い。制御手段は、後付けの電子回路基板に代えて、あるいは後付けの電子回路基板と共に、変圧器等の系統に属する機器の制御手段に組み込まれていても良い。

30

【 符号の説明 】

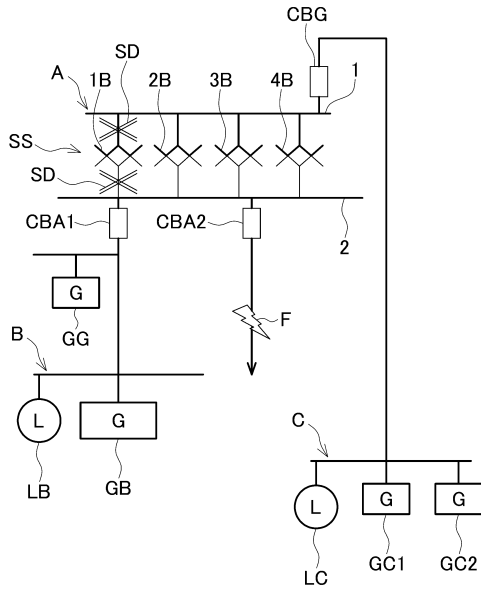
【 0 0 5 4 】

T S ・ ・ 変圧器過負荷保護装置、 1 ・ ・ 一次母線、 1 5 4 k V B P , 2 7 5 k V B P ・ ・ 母線保護継電器、 1 B ・ ・ 変圧器 ( 予備機 ) 、 1 B T P ・ ・ 変圧器保護継電器、 2 ・ ・ 二次母線、 2 B , 3 B , 4 B ・ ・ 変圧器、 4 3 T r C ・ ・ 活殺スイッチ、 A ・ ・ 変電所、 C B 1 O N ・ ・ 1 B 一次 C B 投入指令 ( 予備機投入指令 , 予備機一次母線側遮断器投入指令 ) 、 C B 2 O N ・ ・ 1 B 二次 C B 投入指令 ( 予備機投入指令 , 予備機二次母線側遮断器投入指令 ) 、 C B B 1 1 , C B B 1 2 ・ ・ 遮断器、 E 4 3 T r C ・ ・ 4 3 T r C 自動除外指令 ( 活殺スイッチ自動除外指令 ) 、 F 1 ・ ・ 故障、 T O ・ ・ タップずれ検知器。

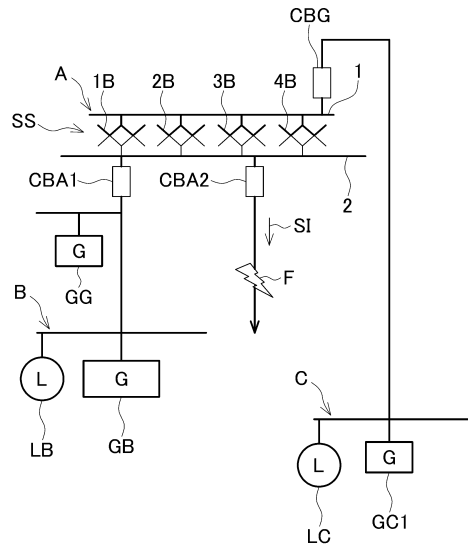
40

【図面】

【図 1】



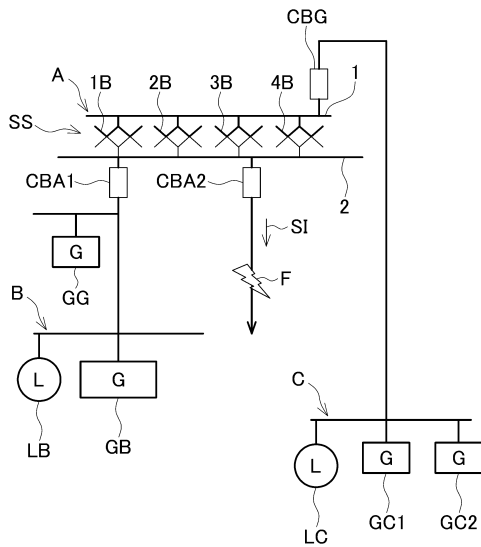
【図 2】



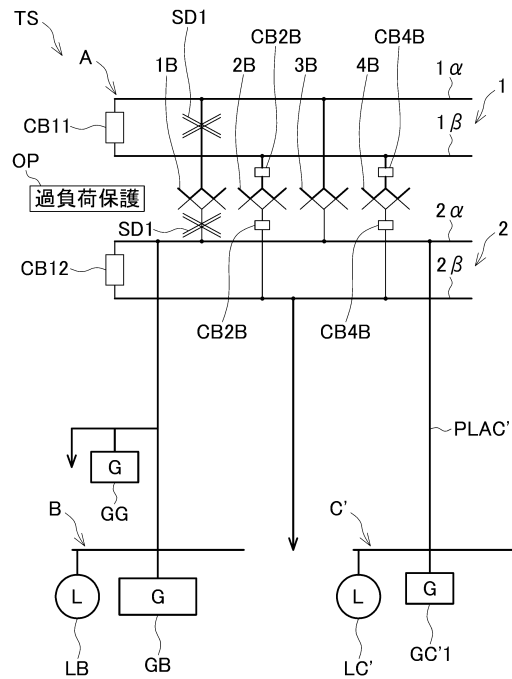
10

20

【図 3】



【図 4】

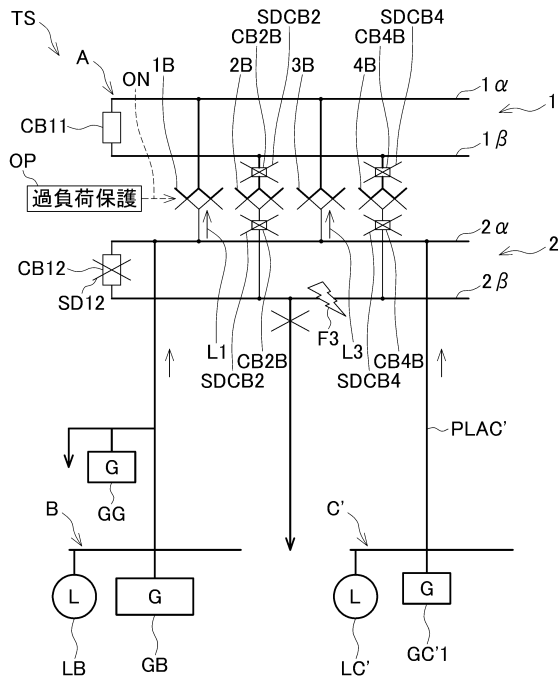


30

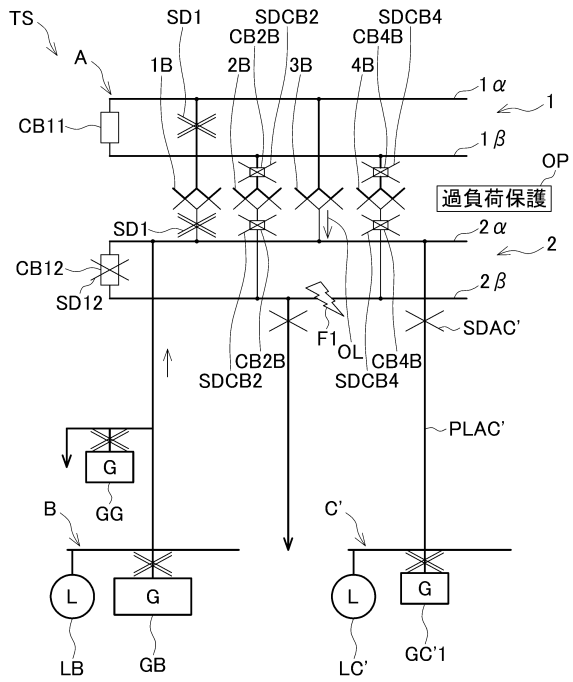
40

50

【図5】



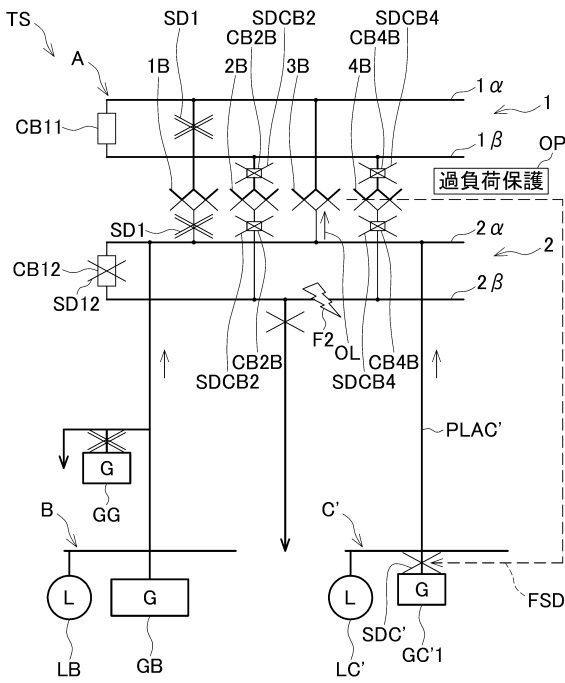
【図6】



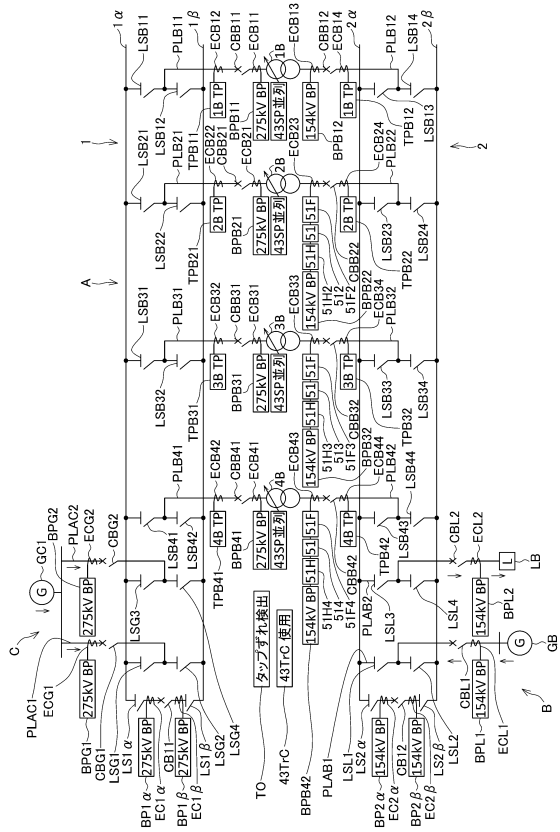
10

20

【図7】



【図8】

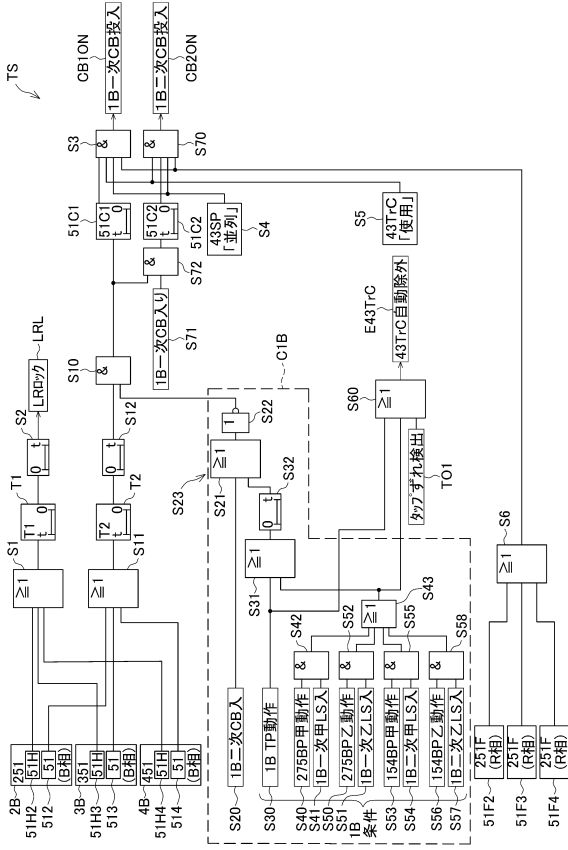


30

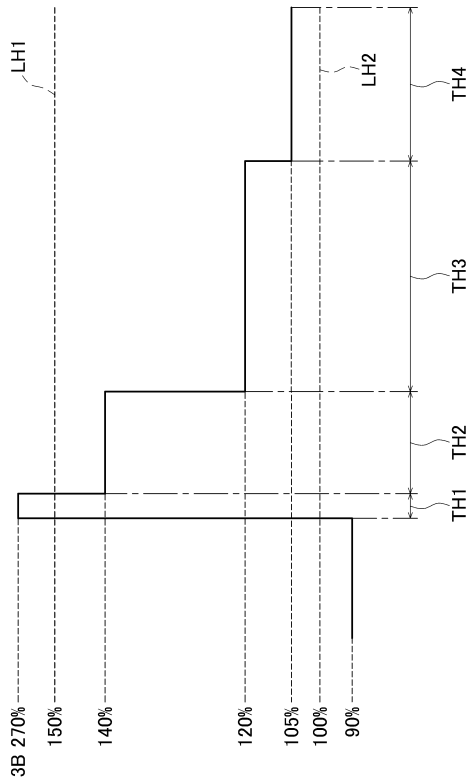
40

50

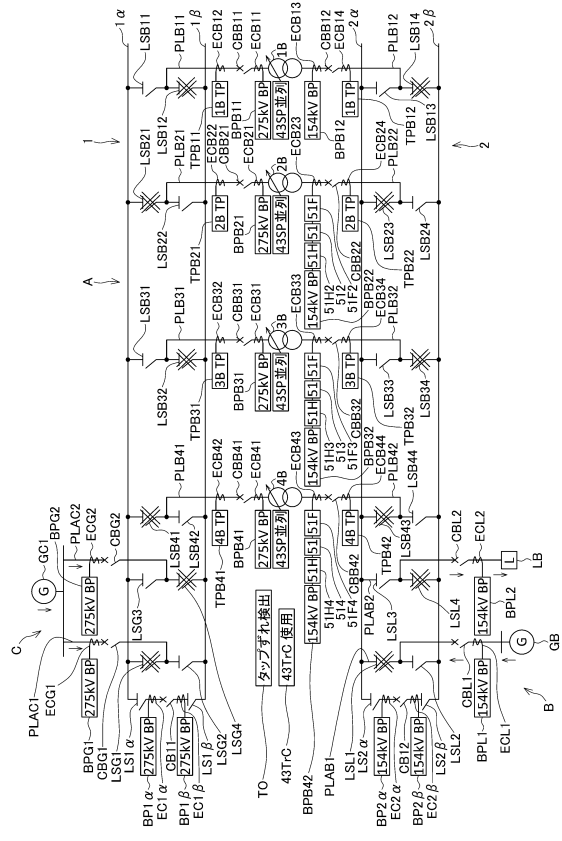
【図 9】



【図 11】



【図 10】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

式会社内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開2009-201177(JP,A)

特開昭55-103045(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02J 3/00-5/00

H01F 27/00

H01F 41/00