

(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2004-147366

(P2004-147366A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.⁷

H02P 9/10

H02P 9/30

F I

H02P 9/10

H02P 9/30

テーマコード(参考)

5H590

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2002-306321(P2002-306321)

(22) 出願日

平成14年10月21日(2002.10.21)

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(74) 代理人

100068504

弁理士 小川 勝男

(74) 代理人

100086656

弁理士 田中 恭助

(74) 代理人

100094352

弁理士 佐々木 孝

(72) 発明者

加藤 陽一

茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株

会社日立製作所情報制御システム事業部

内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 励磁制御装置

(57) 【要約】

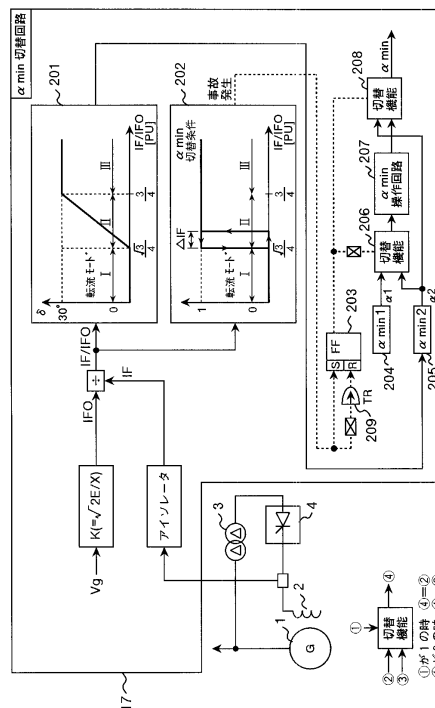
【課題】同期発電機の端子電圧を制御する励磁制御装置において、系統事故後のサイリスタ最小点弧角切替時に発電機に電気的な負担がかかるという問題があった。

【解決手段】サイリスタ最小点弧角切替時に急激な変化が発電機に加わらないような切替特性を持たせる。

【効果】系統事故後の発電機への電気的負担を低減する。

【選択図】 図4

図 4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機端子電圧を検出する手段と、励磁用サイリスタ変換器の直流出力電流を検出する手段とサイリスタ最小点弧角を切替える手段を備えた同期発電機の端子電圧を調整する励磁制御装置において、サイリスタの最小点弧角切替時に最小点弧角指令の急激な変化を緩和する回路を設けたことを特徴とした励磁制御装置。

【請求項 2】

発電機端子電圧を検出する手段と、励磁用サイリスタ変換器の直流出力電流を検出する手段とサイリスタ最小点弧角を切替える手段を備えた同期発電機の端子電圧を調整する励磁制御装置において、サイリスタの最小点弧角切替時に最小点弧角指令を一次遅れ信号とする回路を設けたことを特徴とした励磁制御装置。

10

【請求項 3】

発電機端子電圧を検出する手段と、励磁用サイリスタ変換器の直流出力電流を検出する手段とサイリスタ最小点弧角を切替える手段を備えた同期発電機の端子電圧を調整する励磁制御装置において、サイリスタの最小点弧角切替時に最小点弧角指令を傾斜状信号とする回路を設けたことを特徴とした励磁制御装置。

【請求項 4】

発電機端子電圧を検出する手段と、励磁用サイリスタ変換器の直流出力電流を検出する手段とサイリスタ最小点弧角を切替える手段を備えた同期発電機の端子電圧を調整する励磁制御装置において、サイリスタの最小点弧角切替時に最小点弧角指令を階段状信号とする回路を設けたことを特徴とした励磁制御装置。

20

【請求項 5】

発電機端子電圧を検出する手段と、励磁用サイリスタ変換器の直流出力電流を検出する手段とサイリスタ最小点弧角を切替える手段を備えた同期発電機の端子電圧を調整する励磁制御装置において、サイリスタの最小点弧角切替時に最小点弧角指令を二次遅れ信号とする回路を設けたことを特徴とした励磁制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は同期発電機の端子電圧を制御する励磁制御装置に係り、特に系統事故発生時のサイリスタ最小点弧角切替時に同期発電機への負担を低減する励磁制御装置に関する。

30

【0002】

【従来技術】

従来励磁制御装置を図 1 を参照して説明する。

【0003】

発電機 1 の界磁巻線 2 はサイリスタ変換器 4 から励磁され、サイリスタ変換器 4 の電源 U, V, W は励磁電源変圧器 3 より供給され、前記励磁電源変圧器 3 の一次側は発電機 1 の出力端に接続されている。

【0004】

発電機 1 の出力は一般に主変圧器 6 に接続され、この主変圧器 6 で昇圧後並入用遮断器 7 を介して送電線 10、11 に接続され、送電線 10、11 にはそれぞれ送電線用遮断器 8、9 が接続されている。

40

【0005】

ここでたとえば送電線 11 の F 点で地絡事故等が発生した場合には、保護リレー等にて遮断器 9 を開放して故障回線を切り離し、発電機 1 の出力は送電線 10 を介して電力系統に供給され、発電機 1 は運転を継続する。

【0006】

このように主変圧器 6 の高圧側において三相地絡事故等が発生しても発電機 1 は停止することなく運転を継続する必要があるが、この時発電機 1 の端子電圧は主変圧器 6 のインピーダンスと発電機 1 の内部インピーダンスによって定まる電圧まで瞬時に低下する。

50

【0007】

主変圧器6のインピーダンスは一般に10～15%程度であり、発電機1の過渡インピーダンスは20～30%であることから発電機1の端子電圧 V_g は定格電圧の約30%程度となり励磁電源変圧器3を介して供給されるサイリスタ変換器4の電源電圧も約30%程度まで低下する。

【0008】

このとき発電機1の電機子電流は地絡のため定格電流の数倍となり、周知のごとく発電機1の電機子反作用により界磁巻線2へ過渡的に交流分を含んだ直流電流が誘起され、界磁電流すなわちサイリスタ変換器4の出力電流の波高値は定格電流の3～4倍程度となる。

【0009】

このようにサイリスタ変換器4の出力電流が増大するとサイリスタ変換器4の転流モードが変化し、転流モードがIIまたはIIIに至ると制御遅れ角の発生がさけられない。

【0010】

サイリスタ変換器4の出力端を短絡した時の直流電流 I_{F0} は

$$I_{F0} = 2 \times E / X \cdots \cdots (1)$$

(E はサイリスタ交流側各相電圧[PU]、 X はサイリスタ交流側リアクタンス[PU])

転流モードI:

$$0 < I_F / I_{F0} < 3/4, \quad \theta = 0 \cdots \cdots (2)$$

転流モードII:

$$3/4 < I_F / I_{F0} < 3/2, \quad \theta = \sin^{-1} \{ (2/3) (I_F / I_{F0}) \} - \pi/6 \cdots \cdots (3)$$

転流モードIII:

$$3/2 < I_F / I_{F0} < 1, \quad \theta = \pi/6 \cdots \cdots (4)$$

(I_F は界磁電流[PU])

一方、サイリスタのゲート制御は次のように行われている。発電機1の端子電圧一定制御機能としては、発電機1の端子電圧 V_g を計器用変圧器12にて降圧後計測し、これを端子電圧設定値 V_{ref} と比較した偏差をAVR(Automatic Voltage Regulator)ブロック13にて増幅および位相調整したあと、出力リミッタ14を介しGPG(Gate Pulse Generator:自動パルス位相器)15にてAVR出力に応じて移相したパルスが発生する。

【0011】

このパルスをパルス増幅器16にて増幅し、その増幅後のパルスを用いてサイリスタ変換器4を点弧させ発電機1の界磁電圧 V_f を調整する。

【0012】

ここで前述のように送電線の短絡事故等の発生により発電機1の端子電圧が著しく低下すると、AVRは発電機1の電圧を指令値(定格電圧値)へ制御しようとするため最大の発電機1の電圧上げ指令、すなわちサイリスタ点弧パルス位相角を最小値で出力し、この結果サイリスタ変換器4の出力電圧は最大となるように制御される。

【0013】

しかしながら、サイリスタ変換器4の電源電圧が低下しかつ界磁電流が増加するとサイリスタ転流モードはIIないしIIIへ移行する。

【0014】

一般的に転流モードIは通常の運転モードであるためサイリスタの点弧にはほとんど影響はないが、転流モードIIまたは転流モードIIIへ入り込むと制御遅れ角が発生する。

【0015】

サイリスタ変換器4内の回路の点弧パルスが一般に使用されている $150 \mu s \sim 250 \mu s$ の狭幅パルスの場合、転流モードがIIないしIIIに入り込んだ時には、ゲート位相制御角が最小であると点弧遅れ角の発生によりサイリスタは点弧しないため、点弧パ

10

20

30

40

50

ルスを本来の位相と 60° 遅れた二個のパルスを出力するようにし、二番目の遅れたパルスで確実に点弧するようにしている。

【0016】

このため本来のゲート位相制御角が 0° となるように制御されても実際には 60° 移相されたパルスで制御していることと同様な結果となる。しかしながら、一旦この状態に入りこむと系統事故が除去されても正常な転流が行われぬ。

【0017】

これらを解決する手段として従来は 120° の広幅パルスをゲート信号として使用し点弧遅れ角が発生しても、それ以上の期間においてゲート信号が入力する様にした。

【0018】

しかしながら、この方法では狭幅パルスに比べ出力容量が数倍となり、電源装置の容量も数倍となりかつパルス増幅器も数倍となるため大幅なコスト高となる問題があった。

【0019】

これを解決するため、特開昭61-164500(特許文献1)に示されているように、 min 切替回路17を設け、狭幅パルスを使用時のサイリスタ点弧角 $=0^\circ$ における制御遅れ角を検出し、転流モードIIないしIIIに入り込んだことで出力のリミッタ下限値に制限機能を持たせる方法が知られている。

【0020】

この min 切替回路17の詳細を図2に示す。図2は発電機1の出力電圧 V_g を入力とし、サイリスタ直流側短絡時の直流電流 I_{FO} を検出するため式(1)の演算を行う。また実運転時の界磁電流 I_F をアイソレータ等で検出し、 I_F/I_{FO} の演算を行い、この結果から(2),(3),(4)の式を用いて転流モード判定と制御遅れ角の算出を行い系統事故時には初期設定していた1から算出した以下をとらない2を min に設定することで事故中でも確実にサイリスタの点弧が行えるものとしている。

【0021】

しかしながら、この方法は事故除去後に min 値を2から1へ復旧する際ステップ状に切替えており、これにより図3に示すが如く界磁電圧はステップ状に増加する。

【0022】

このため、発電機1の界磁コイルにはステップ状に界磁電圧がかかることから電氣的な負担を与え寿命を短くする等といった問題があった。

【0023】

【特許文献1】

特開昭61-164500号公報

【0024】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は安価でかつ発電機への電氣的負担を低減する励磁制御装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、サイリスタ最小点弧角切替時に最小点弧角指令の急激な変化を緩和する回路を備える。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、本発明は図1に示す構成に適用されるものである。

【0027】

図4は本発明を適用した min 切替回路(サイリスタ最小点弧角切替回路)017の構成例であり、発電機電圧 V_g を入力とし、サイリスタ直流側短絡時の直流電流 I_{FO} と実運転時の界磁電流 I_F を検出後 I_F/I_{FO} の演算を行い、この結果から制御遅れ角検出回路201にて制御遅れ角の算出を行う。

10

20

30

40

50

【0028】

また同時に転流モード判定回路202にて転流モードの判定を行い、転流モードII以上となったことで系統事故発生を認識する。尚、転流モード判定回路202にIFのヒステリシスを持たせているのは、事故発生と事故除去切替時のチャタリング防止用である。

【0029】

通常運転時、フリップフロップ203の出力は0であるため切替機能206の出力はmin1設定器204に設定された値1を出力する。

【0030】

制御遅れ角検出回路201は常時の値を算出し、min2設定器205へ以下と異なる値2を自動設定する。

10

【0031】

ここで転流モード判定回路202にて転流モードがII以上であることを検出すると事故発生と判定するためフリップフロップ203の出力は1となり、切替機能208からは2が出力される。

【0032】

この時min操作回路207は経由しないため即座に1から2値が出力されAVR出力は2となる。

【0033】

その後事故除去すると界磁電流IFは本来の値に復帰するため、転流モード判定回路202にて転流モードIを検出すなわち事故除去と判定しフリップフロップ203の出力は0となる。

20

【0034】

ここでフリップフロップ203のリセット信号にタイマー209を設けているのは事故除去検出信号の継続を監視するものであり、転流モード判定回路202のヒステリシスと機能的には等価となる。

【0035】

このため通常ヒステリシスを設定していれば、タイマー209は特に設定する必要はないが、何らかの要因によりヒステリシスを設定したくとも設定できない場合のバックアップ的な要素も備えている。

【0036】

フリップフロップ203の出力が0となると切替機能206は1を出力するため、min操作回路207へは2から1へステップ状に切り替わる値が入力される。

30

【0037】

ここでmin操作回路207に、例えば一次遅れ要素を組み込んだ場合につき以下説明する。この場合、min操作回路207は一時遅れの特性で2から1へ復帰する信号を出力し、フリップフロップ203の出力が0であることから切替機能208の出力値はmin操作回路207の出力値となるため、min値としては2から1へ一次遅れ特性をもった動きとなる。

【0038】

この結果、図5に示すがごとくminの動きに応じてサイリスタ出力電圧すなわち界磁電圧も同様な応答で上昇することとなる。以上のことから事故除去後のmin値をmin2設定器205の値2からmin1設定器204の値1へ復帰する際上記のような特性を持たせることで、狭幅パルスを用いた場合でも系統事故時における発電機への電氣的負担の低減が可能となる。

40

【0039】

尚、上記はmin操作回路207に一次遅れ要素を組み込んだ場合の挙動を記述しているが、特段一次遅れに限定する必要はなく、その励磁系に見合った特性を持たせるような関数を組み込めば良い。例えば積分要素を組み込むことで傾斜状(ランプ状)の特性を持たせることも可能である。さらに、階段状の信号としたり、二次遅れ要素を組み込むことも可能である。

50

【0040】

遅れ要素を持たせる必要がなく事故除去後すみやかに界磁電圧を復旧させる場合には min 操作回路207に組み込む関数を定数とすれば良く、例えば1.0を設定すれば時間遅れなくゲイン1.0で2から1へ瞬時に復帰するため界磁電圧もすみやかに復旧することとなる。

【0041】

また、 min 切替回路17あるいは min 操作回路207をデジタル化しソフト処理とすることも可能である。この場合には min 切替回路17あるいは min 操作回路207の特性を上記のみならずより複雑な関数を組み込んだものとすることも可能となる。

10

【0042】

【発明の効果】

本発明によれば、安価な狭幅パルスを採用しても広幅パルス同等の性能が発揮でき、かつ発電機の負担を低減できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来及び本発明に係る励磁制御装置の動作を示す構成図である。

【図2】従来の min 切替回路を示す構成図である。

【図3】従来の min 切替回路使用時の界磁電圧 V_f と min 値の動作図である。

【図4】本発明を使用した min 切替回路を示す構成図である。

【図5】本発明を使用した min 切替回路使用時の界磁電圧 V_f と min 値の動作図である。

20

【符号の説明】

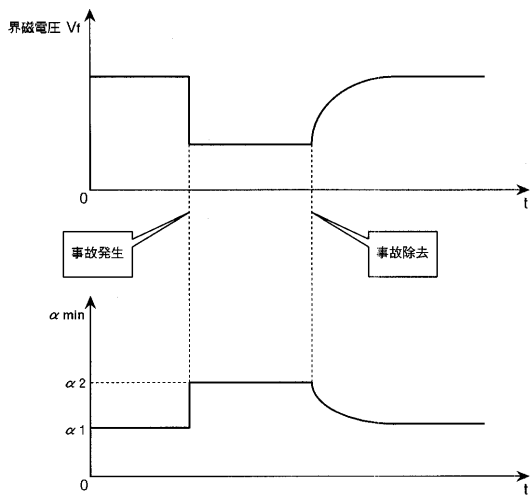
- 1 発電機、
- 2 界磁巻線、
- 3 励磁電源変圧器、
- 4 サイリスタ変換器、
- 6 主変圧器、
- 7 並入用遮断器、
- 8 , 9 送電線用遮断器、
- 10 , 11 送電線、
- 12 計器用変圧器、
- 13 AVRブロック、
- 14 出力リミッタ、
- 15 自動パルス位相器、
- 16 パルス増幅器、
- 17 min 切替回路、
- 201 制御遅れ角検出回路、
- 202 転流モード判定回路、
- 204 $min1$ 設定器、
- 205 $min2$ 設定器、
- 206 切替機能、
- 207 min 操作回路、
- 208 切替機能。

30

40

【 図 5 】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 北村 哲

茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所情報制御システム事業部内

Fターム(参考) 5H590 AA01 AA23 AB01 CC01 CD01 CE01 DD24 DD64 EB02 EB21
FB05 FC15 HA02 HA10 HB02 JA06 JA07 JA09 JA12 JA13
JA16 JB03 JB08