

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4752006号
(P4752006)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 R 31/00 (2006.01)

GO 1 R 31/00

GO 1 R 35/00 (2006.01)

GO 1 R 35/00

F

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2005-133890 (P2005-133890)
(22) 出願日 平成17年5月2日(2005.5.2)
(65) 公開番号 特開2006-308509 (P2006-308509A)
(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)
審査請求日 平成20年2月15日(2008.2.15)

(73) 特許権者 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(74) 代理人 100091281
弁理士 森田 雄一
(72) 発明者 勝野 徹
東京都千代田区三番町6番地17 富士電
機システムズ株式会社内
(72) 発明者 太田 英樹
東京都千代田区三番町6番地17 富士電
機システムズ株式会社内
審査官 藤原 伸二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三相三線式負荷模擬装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配電システムを模擬した三相三線結線の交流電源に接続され、電流指令に従って前記交流電源から負荷電流を引き込む電流源を備えた三相三線式負荷模擬装置において、

前記交流電源の三相のうち、第1相を基準として第2相との間の線間電圧、第3相との間の線間電圧をアナログ量としてそれぞれ検出する電圧検出手段と、

検出された前記線間電圧をディジタル量に変換するA/D変換手段と、

ディジタル量に変換された前記線間電圧と、予め設定された有効電力設定値及び無効電力設定値と、に基づいて、第2相及び第3相の負荷電流指令をディジタル量として演算する演算手段と、

演算された負荷電流指令をアナログ量に変換するD/A変換手段と、

アナログ量に変換された各負荷電流指令に応じて、第2相及び第3相の負荷電流を前記交流電源からそれぞれ引き込む二つの電流源と、

を備えたことを特徴とする三相三線式負荷模擬装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、解析対象とする実際の電力系統と電氣的に相似な電気回路をアナログ回路（リアクトル、抵抗、コンデンサ、電流源等）により実現し、実際の電力系統より低い電圧（数十～数百〔V〕）及び電流（数十〔mA〕～数十〔A〕）を印加、通流することによ

り、電力系統に発生する種々の現象をリアルタイムでシミュレーション可能とした電力系統用アナログシミュレータに関し、特に三相三線式の配電系統に接続される負荷を模擬するようにした三相三線式負荷模擬装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の負荷模擬装置としては、図4に示す構成が知られている。図4において、100は三相負荷模擬装置、200は無限大電源モデルにより構成されて実際の三相配電系統を模擬する三相交流電源である。

【0003】

三相負荷模擬装置100は、 Δ 結線側が交流電源200に接続されたY- Δ 結線の変圧器（以下、Y- Δ 変圧器ともいう）101と、そのY結線側の各相に接続された電圧検出器102～104と、これら各相の電圧検出値をデジタル量に変換するA/D変換部105と、このA/D変換部105の出力信号及び予め設定された負荷量に基づいて負荷電流指令を演算するCPU（またはDSP：デジタルシグナルプロセッサ）106と、前記負荷電流指令をアナログ量に変換するD/A変換部107と、これらの電流指令に基づいて抵抗負荷、容量性負荷、誘導性負荷、定電力負荷、定電流負荷等を模擬するための負荷電流を交流電源200から引き込む電流源108～110とから構成されており、前記電流源108～110の各一端は変圧器101のY結線の各一端に接続され、中性点NはY結線の中性点に接続されて零相電流 i_0 の経路となっている。

なお、 v_a 、 v_b 、 v_c は三相交流電源200の各相電圧、 i_a 、 i_b 、 i_c は各相負荷電流（何れも瞬時値）を示す。ここで、各相の電圧検出値は、中性点Nを基準電位としてそれぞれ検出している。

【0004】

上述したように三つの電流源により構成された三相電子的負荷装置（三相負荷模擬装置）は、例えば以下の特許文献1、2に記載されている。

【0005】

【特許文献1】特許第2737357号公報（第2図等）

【特許文献2】特許第2919657号公報（段落[0008]、図1等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

高圧系統におけるアナログシミュレーションでは、実系統が三相四線式の結線であることから、三つの電流源108～110を備えた三相負荷模擬装置を三相四線式の交流電源に接続し、かつ中性点同士を接続して電流源108～110に不可欠な電流帰路を確保することが容易である。

しかし、配電系統等の低圧系統では三相三線式が主流であるため、このような系統を模擬する場合には、図4に示したようにY- Δ 変圧器101を介在させ、そのY結線側を電流源108～110に接続して電流帰路を確保する必要があった。

【0007】

このようにY- Δ 変圧器101を挿入すると、三相負荷模擬装置100の構造が複雑になり、また、Y- Δ 変圧器101の単体で励磁電流、飽和及び漏れリアクタンス等に起因した誤差（2～3%程度の誤差）が生じるため、高精度な三相負荷模擬装置を製造することが困難であった。

そこで本発明の解決課題は、構造の簡略化を図り、しかも高精度に各種負荷を模擬することができる三相三線式負荷模擬装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、請求項1に記載した発明は、配電系統を模擬した三相三線結線の交流電源に接続され、電流指令に従って前記交流電源から負荷電流を引き込む電流源を備えた三相三線式負荷模擬装置において、

10

20

30

40

50

前記交流電源の三相のうち、第 1 相を基準として第 2 相との間の線間電圧、第 3 相との間の線間電圧をアナログ量としてそれぞれ検出する電圧検出手段と、

検出された前記線間電圧をディジタル量に変換する A / D 変換手段と、

ディジタル量に変換された前記線間電圧と、予め設定された有効電力設定値及び無効電力設定値と、に基づいて、第 2 相及び第 3 相の負荷電流指令をディジタル量として演算する演算手段と、

演算された負荷電流指令をアナログ量に変換する D / A 変換手段と、

アナログ量に変換された各負荷電流指令に応じて、第 2 相及び第 3 相の負荷電流を前記交流電源からそれぞれ引き込む二つの電流源と、を備えたものである。

【発明の効果】

10

【0009】

本発明によれば、負荷模擬装置に二つの電流源のみを用い、これらの電流源の一端を相互に接続してなる中性点を三相交流電源の第 1 相（例えば b 相）に接続し、各電流源の他端を三相交流電源の第 2 相、第 3 相（a 相、c 相）にそれぞれ接続することにより、前記第 1 相を第 2 相、第 3 相の電流源の電流帰路とすることができる。これにより、低圧系統の主流である三相三線式の交流電源に対しても、Y - Δ変圧器を使用せずに負荷模擬装置を直接接続して各種の負荷を高精度に模擬することが可能となる。

また、負荷模擬装置は、二つの電流源及び電圧検出手段、A / D 変換部、D / A 変換部を備えた CPU 等の演算手段により実現可能であり、回路構成が簡単で小形化、低価格化を図ることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。

図 1 は本実施形態の構成を示すものであり、100A は三相三線式負荷模擬装置、200 は無限大電源モデルにより構成されて配電系統（低圧系統）を模擬する三相交流電源である。

【0011】

負荷模擬装置 100A は、中性点 N に共通接続された二つの電流源 108、109 を備え、これらの電流源 108、109 の各一端は端子 a、c にそれぞれ接続されていると共に、前記中性点 N は端子 b に接続されている。また、端子 a、b、c は、三相交流電源 200 の各相（a、b、c 相）の一端にそれぞれ接続されている。

30

【0012】

端子 a、b 間には電圧検出器 102 が接続され、端子 b、c 間には電圧検出器 103 が接続されており、これらの電圧検出器 102、103 によるアナログ量の線間電圧検出値（ベクトル量であるが、便宜的にベクトル量を示す「・」を省略する） V_{ab} 、 V_{cb} は A / D 変換部 105 に入力されている。

A / D 変換部 105 によりディジタル量に変換された線間電圧検出値 V_{ab} 、 V_{cb} は演算手段としての CPU (DSP) 106 に入力され、電流指令（負荷電流指令）が演算される。これらの電流指令は D / A 変換部 107 によりアナログ量に変換され、前記電流源 108、109 に入力されている。

40

【0013】

電流源 108、109 は、入力された電流指令に従って三相交流電源 200 から負荷電流を引き込むことにより、目的とする所望の負荷を模擬する。なお、 v_a 、 v_b 、 v_c は前記同様に三相交流電源 200 の各相電圧、 i_a 、 i_b 、 i_c は各相負荷電流（何れも瞬時値）である。

【0014】

図示するような三相三線式の系統では線間に負荷が接続されることから、本実施形態では、電圧検出器 102、103 によって線間電圧 V_{ab} 、 V_{cb} を検出するものとし、これらの線間電圧は何れも b 相を基準とした a 相、c 相の電圧として検出される。このように線間電圧の基準相を b 相に統一することにより、電圧検出器 102、103 は絶縁機能

50

を要求されることがない。

【 0 0 1 5 】

次に、本実施形態において、CPU 106により実行される電流指令（負荷電流）の計算方法について説明する。

例えば、無限大電源モデルにより三相平衡で相電圧 V_a 、 V_b 、 V_c （何れもベクトル量）を発生させた時の有効電力成分の電流を計算する場合を例にとる。

【 0 0 1 6 】

図1の三相交流電源（無限大電源モデル）200が発生させた相電圧 V_a 、 V_b 、 V_c と線間電圧 V_{ab} 、 V_{bc} 、 V_{ca} との関係は、図2（a）のようになる。また、線間電圧 V_{ab} 、 V_{bc} 、 V_{ca} をY形の電圧ベクトルで再表記して相電流 I_a 、 I_b 、 I_c と共に示すと、図2（b）のようになる。

10

【 0 0 1 7 】

図2（b）より、三相交流電源200が三相平衡電圧を発生させたとすると、線間電圧 V_{ab} 、 V_{bc} 、 V_{ca} の位相関係は 120° ずつ遅れた正相電圧のみとなる。また、この線間電圧 V_{ab} 、 V_{bc} 、 V_{ca} の各々に対し、 30° 遅れた位相の電流を流せば、三相平衡した有効電力成分の電流を流せることが判る。ここで使用する電流源は、図1に示したように二つの電流源108、109であり、これら二つの電流源108、109はa相とc相に電流をそれぞれ出力することから、 V_{ab} 、 V_{ca} が先ず求まれば良い。

また、検出する線間電圧は、図1によれば V_{ab} 、 V_{cb} の二つであるから、 V_{ca} を数式1により求めれば良い。

20

[数式 1]

$$V_{ca} = - (V_{ab} + V_{bc}) = -V_{ab} + V_{cb}$$

【 0 0 1 8 】

CPU 106では、以上より求めた V_{ab} 、 V_{ca} を用いて、相電流 I_a 、 I_c を電流指令として求めれば良い。また、 I_a 、 I_c を電流源108、109によりa相、c相に流すことにより、数式2に示すb相電流 I_b がc相を帰路にして流れることになる。

[数式 2]

$$I_b = - (I_a + I_c)$$

すなわち本実施形態では、二つの電流源108、109の電流帰路としてb相が存在することから、三相三線式の交流電源200に対して、Y-Δ変圧器を介在させることなく負荷模擬装置100Aを直接接続することが可能となる。

30

【 0 0 1 9 】

ここで、負荷電流を計算する方法の一例として、 V_{ab} から I_a を求めてみる。但し、電流源への指令値は瞬時値であることから、ベクトル表記した V_{ab} 、 I_a を瞬時値 $v_{ab}(t)$ 、 $i_a(t)$ として以下に示す。

[数式 3]

$$i_a(t) = (P / |V_{ab}|^2) \cdot v_{ab}^{-30^\circ}(t) + (Q / |V_{ab}|^2) \cdot v_{ab}^{-120^\circ}(t)$$

但し、 $v_{ab}^{-30^\circ}(t)$ ： $v_{ab}(t)$ より 30° 遅れた電圧

$v_{ab}^{-120^\circ}(t)$ ： $v_{ab}(t)$ より 120° 遅れた電圧

P：有効電力設定値〔p.u.〕

Q：無効電力設定値〔p.u.〕

| V_{ab} |： $v_{ab}(t)$ の実効値電圧〔p.u.〕

40

【 0 0 2 0 】

なお、上記P、Qの値に| V_{ab} |を乗算すれば定電流負荷を模擬することが可能であり、| V_{ab} |²を乗算すれば定インピーダンス負荷を模擬することができる。

【 0 0 2 1 】

次に、図3は、図1に示した三相三線式負荷模擬装置100Aにより、交流電源200の発生電圧を三相平衡とし、数式3におけるP=2〔p.u.〕、Q=0〔p.u.〕に設定して、負荷電流をシミュレーションした結果を示している。

50

この図3から明らかなように、三相三線式の交流電源200に本発明の負荷模擬装置100Aを接続した場合にも、各相負荷電流が正常に流れて模擬できていることが判る。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態を示す構成図である。

【図2】本発明の実施形態における相電圧、線間電圧、相電流の関係を示す図である。

【図3】本発明の実施形態によるシミュレーション結果を示す波形図である。

【図4】従来技術を示す構成図である。

【符号の説明】

【0023】

100A：三相三線式負荷模擬装置

102, 103：電圧検出器

105：A/D変換部

106：CPU(DSP)

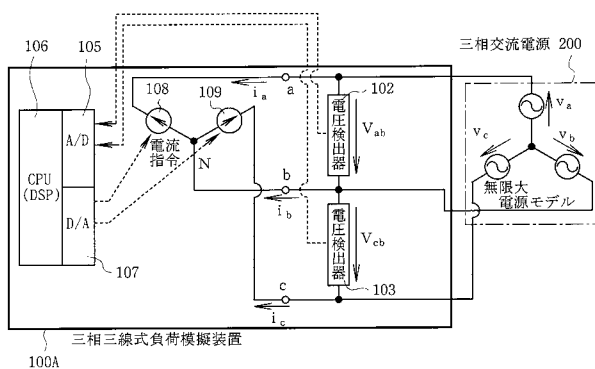
107：D/A変換部

108, 109：電流源

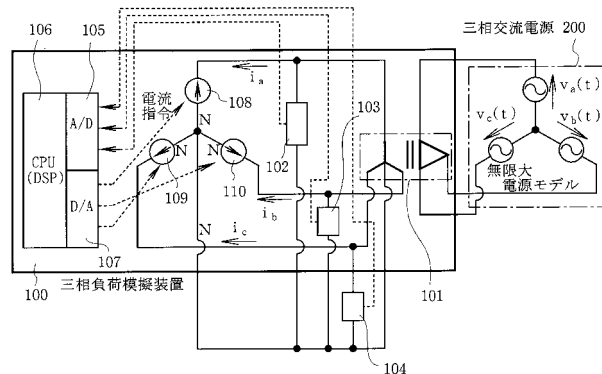
200：三相交流電源（低圧系統）

10

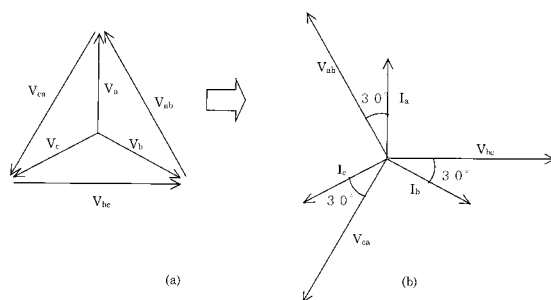
【図1】



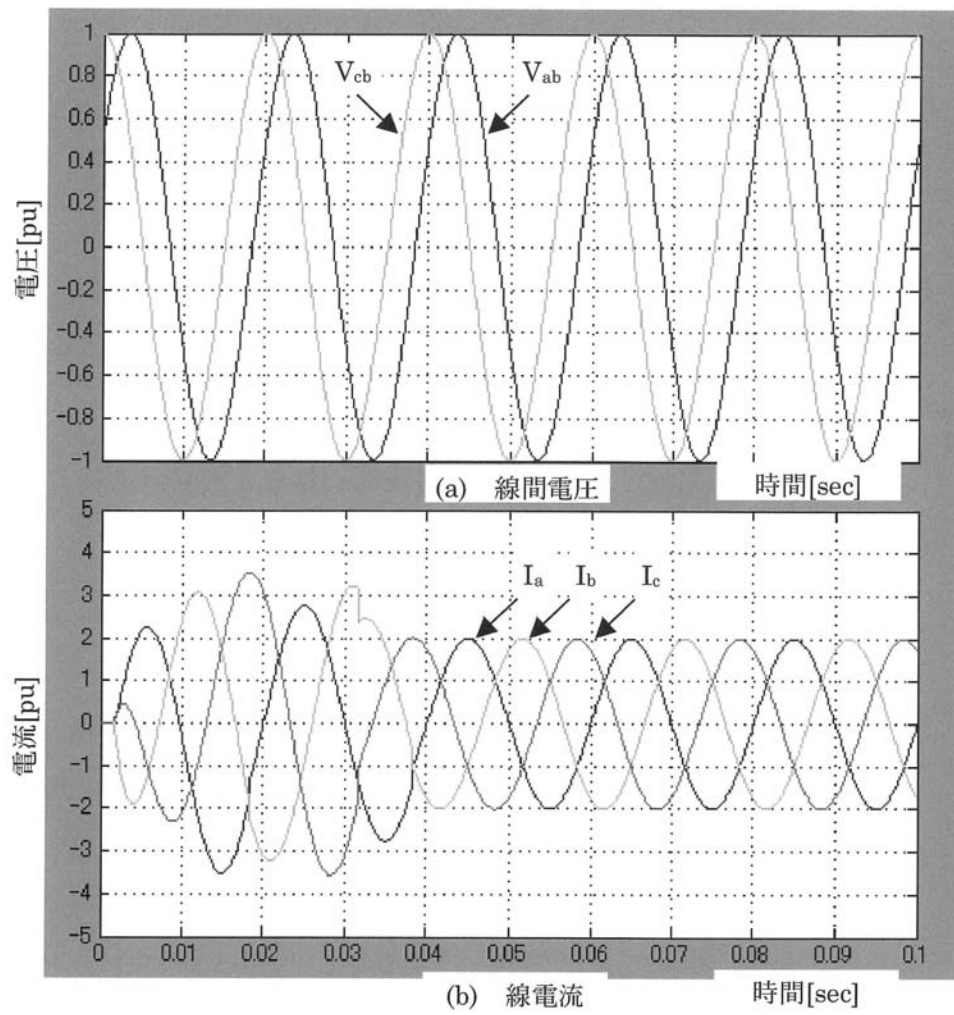
【図4】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04 - 016780 (JP, A)
特開2005 - 045981 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/00

G01R 35/00

H02J 3/00

G06G 7/63