

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5154660号
(P5154660)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2J 9/06 (2006.01)	HO2J 9/06 504 A
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48 N
	HO2M 7/48 Y

請求項の数 18 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-539597 (P2010-539597)
 (86) (22) 出願日 平成20年12月3日 (2008.12.3)
 (65) 公表番号 特表2011-508580 (P2011-508580A)
 (43) 公表日 平成23年3月10日 (2011.3.10)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2008/085392
 (87) 國際公開番号 WO2009/085546
 (87) 國際公開日 平成21年7月9日 (2009.7.9)
 審査請求日 平成23年11月30日 (2011.11.30)
 (31) 優先権主張番号 11/960,372
 (32) 優先日 平成19年12月19日 (2007.12.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501439828
 アメリカン パワー コンバージョン コ
 ーポレイション
 アメリカ合衆国 ロード アイランド O
 2892, ウエスト キングストン,
 フェアグラウンズ ロード 132
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100083703
 弁理士 仲村 義平
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 U P S の動作を制御するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無停電電源装置(UPS)に含まれる直流バスの電圧を制御する方法であつて、前記UPSは、前記直流バスに結合される力率補正回路と、交流出力と、制御システムとを含み、

前記方法は、

前記交流出力において供給される交流波形の第1のサイクルの間に生じる、第1の時間において前記交流出力へ供給される瞬時電力と、前記第1のサイクルに引き続く前記交流波形の第2のサイクルの間に生じる、第2の時間において前記交流出力へ供給される瞬時電力との間の差を決定する動作と、

少なくとも部分的に前記差に基づいて、前記制御システムによって、出力信号を生成する動作と、

前記直流バスの電圧を調整するために、前記出力信号を前記力率補正回路に供給して、前記力率補正回路の動作を調整する動作とを備える、方法。

【請求項 2】

前記第1の時間は、前記第1のサイクルの開始に引き続いて、第1の時間量で発生し、

前記第2の時間は、前記第2のサイクルの開始に引き続いて、前記第1の時間量に実質的に等しい第2の時間量で発生する、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記第1の時間を、前記交流波形の第1の正の半サイクルの間に発生する時間として選

択する動作と、

前記第2の時間を、前記第1の正の半サイクルの直後に続く正の半サイクルの間に発生する時間として選択する動作とをさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記交流波形の前記第1のサイクルにおける複数の点において決定される瞬時電力および前記交流波形の前記第2のサイクルにおける複数の点において決定される瞬時電力に基づいて、前記交流出力に供給される瞬時電力の累積的な差を決定する動作をさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記累積的な差を前記力率補正回路へ供給する動作をさらに備える、請求項4に記載の方法。 10

【請求項6】

前記累積的な差を予め定められたしきい値と比較する動作と、

前記累積的な差を用いて、基準電流信号を生成する動作とをさらに備える、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

前記累積的な差が前記予め定められたしきい値を超過するときは、前記直流バスの電圧を調整するために、前記力率補正回路の動作を調整する動作をさらに備える、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記UPSは、エネルギー蓄積装置を充電するように構成された充電回路を含み、

前記充電回路は、直流出力を含み、

前記方法は、

第1の合計を、前記第1の時間における前記交流出力へ供給される瞬時電力と前記直流出力へ供給される瞬時電力との合計として決定する動作と、

第2の合計を、前記第2の時間における前記交流出力へ供給される瞬時電力と前記直流出力へ供給される瞬時電力との合計として決定する動作と、

前記第1の合計と前記第2の合計との差に基づいて、前記累積的な差を決定する動作とをさらに備える、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

前記直流バスの電圧における誤差を決定する動作と、

前記誤差および前記累積的な差の各々を用いて前記電圧を制御する動作とをさらに備える、請求項4に記載の方法。

【請求項10】

予め定められたしきい値よりも大きな負荷電力の実質的な瞬時変化に続く、前記交流波形の1/2サイクルよりも実質的に少ない時間量において、前記力率補正回路の動作を調整する動作とをさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

無停電電源装置(UPS)であって、

交流出力と、

力率補正回路と、

前記力率補正回路に結合された直流バスと、

前記力率補正回路に結合される出力を含む制御システムとを備え、

前記制御システムは、前記交流出力に供給される交流波形の第1のサイクルの間に生じる、第1の時間において前記交流出力へ供給される瞬時電力と、前記第1のサイクルに引き続く前記交流波形の第2のサイクルの間に生じる、第2の時間において前記交流出力へ供給される瞬時電力との間の差を決定し、

前記制御システムは、少なくとも部分的に前記差に基づいて、前記出力において出力信号を生成するように構成され、

前記出力信号は、前記直流バスの電圧を調整するために、前記力率補正回路の動作を調

10

20

30

40

50

整するように用いられる、ＵＰＳ。

【請求項 1 2】

单相交流入力および多相交流入力のいずれかをさらに備える、請求項1_1に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 3】

前記制御システムは、前記交流波形の前記第1のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力と、前記交流波形の前記第2のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力との比較に基づいて、前記交流出力に供給される瞬時電力の累積的な差を決定するように構成される、請求項1_1に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 4】

前記制御システムは、前記累積的な差を予め定められたしきい値と比較するとともに、前記累積的な差が前記予め定められたしきい値を超えるときには、前記ＵＰＳを調整するための前記出力信号を生成するように構成される、請求項1_3に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 5】

前記出力信号は、前記累積的な差を用いて生成された基準電流信号を含む、請求項1_3に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 6】

前記制御システムは、電圧ループ制御回路を含み、

前記制御システムは、前記電圧ループ制御回路によって生成された信号を用いて前記基準電流信号を生成するように構成される、請求項1_5に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 7】

エネルギー蓄積装置を充電するように構成された充電回路をさらに備え、

前記充電回路は、直流出力を含み、

前記制御システムは、前記交流出力および前記直流出力へ供給される総瞬時電力における差を決定するとともに、少なくとも部分的に前記総瞬時電力における前記差に基づいて、前記ＵＰＳの動作を調整するための前記出力信号を生成するように構成される、請求項1_1に記載のＵＰＳ。

【請求項 1 8】

前記直流バスに結合された入力および前記交流出力に結合された出力を有するインバータをさらに備える、請求項1_1に記載のＵＰＳ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

発明の背景

1. 発明の分野

本発明の実施形態は、一般的に、無停電電源装置(ＵＰＳ)に関連する。より特定的には、少なくとも1つの実施形態は、ＵＰＳの直流バス電圧を制御するためのシステムおよび方法に関連する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

2. 関連技術の考察

電気システムは、事実上動的であるので、電力変換回路に用いられる制御システムは、一般的に、電気システムの変化に敏感である。様々なタイプの変化、たとえば、過渡状態または定常状態の変化、電圧および/または電流の変化、接続された負荷の変化、先述の例の組み合わせなどに対処するために、異なったアプローチが採用され得る。

【0 0 0 3】

今日、電力変換回路の力率補正(すなわち、電力変換回路によって用いられる電流と電圧の間の位相関係)は、重要な設計検討事項である。実際、力率は、動作中に電力変換回路によって生成される高調波を減少させることによって改善し得る。しかしながら、一般的に、高調波を低減するために設計された電力変換回路は、相対的に遅い応答時間を持つ

る電圧制御ループを採用しなくてはならない。遅い応答時間は、公称電圧からのより広範な変動を含む貧弱な過渡応答、たとえば、直流バス電圧のより大きなオーバーシュートおよびアンダーシュートをもたらす。したがって、回路設計者は、適用可能な高調波基準の要求を満たしながら、許容できる力率補正制御および許容できる動的応答を提供しようと試みる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

単相UPSの場合においては、設計者は、一般的に、高調波基準を満たすために、比較的に（交流入力の回線周波数より十分低い）低周波数応答をともなう制御スキーム（たとえば、直流電圧ループ制御）を提供する。つまり、直流バス電圧が設定値と比較され、測定された直流電圧と設定値との間の誤差に基づいて調整がなされるフィードバック制御システムが採用される。このアプローチに含まれる設計トレードオフの結果は、直流バス電圧が相対的に貧弱な過渡応答を有することである。貧弱な過渡応答は、たとえば、UPS出力の負荷変化に応じて直流バス電圧が変化するときに、直流バス上に大きな過電圧および不足電圧をもたらす。

10

【0005】

直流リンクまたはバスを用いる他の電力変換用途もまた、たとえば、2, 3の例を挙げると、スイッチモード電源、電圧調節器およびモータ駆動装置などの動的システムにおいて、直流バスの過渡応答の制御を必要とする。単相力率制御における上述の問題に対するいくつかのより最近のアプローチは、「ノッチフィルタ法」および「デッドゾーンデジタル制御法」である。これらのアプローチのいずれも、UPSの用途においては満足できるものではない。たとえば、ノッチフィルタ法は、実質的に固定された回線周波数が見出される場合に最も適している。この理由のために、多くのUPS用途は先述の要求を満たす環境においては動作しないので、ノッチフィルタ法は実際的ではない。「デッドゾーン」アプローチは、直流バスがコンピュータ負荷のような非線形負荷に接続されるインバータへ電力を供給するシステムには適していないので、多くのUPS用途には適当ではない。

20

【0006】

いくつかの先行のモータ制御システムは、電力変換回路の出力における平均電力が直流バス電圧の調整に用いられる、フィードフォワードスキームを採用してきた。しかしながら、これらのアプローチは、モータが多相でバランスの取れた線形負荷を提供するために瞬時負荷電力の合計がゼロとなる三相モータ制御において採用される。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

発明の要旨

本発明の少なくとも1つの局面は、電力変換回路において用いられる直流バス上の電圧の動的制御のための効果的なアプローチ提供する。1つの実施形態によれば、電力変換回路によって供給される負荷の変化に関するデータが、直流バス電圧の過渡応答を制御するために用いられる。さらなる実施形態においては、第1のサイクル中に測定された瞬時負荷電力と、第2のサイクル中に測定された瞬時負荷電力との差が蓄積され、直流バスの電圧が、蓄積された差に基づいて制御される。1つの実施形態によれば、単相システムにおいて、先述のアプローチが採用される。さらなる実施形態においては、単相交流入力を有するUPSにおける直流バス電圧の過渡応答の制御において、先述のアプローチが採用される。1つの実施形態に従えば、そのアプローチは、1サイクルより十分に短い直流バス電圧の過渡応答時間提供する。他の実施形態においては、直流バス電圧の過渡応答時間は、実質的に1/2サイクルに等しい。さらなる実施形態においては、直流バス電圧の過渡応答時間は、1/2サイクルよりも十分に短い。したがって、本発明の少なくとも1つの局面は、電圧「変位(excursions)」（すなわち、オーバーシュートおよびアンダーシュート）を低減し得る。1つの実施形態においては、ピーク電圧が低減されるので、電力変換回路内に含まれる電力電子機器の電気定格が低減され、たとえば、直流バスに接続さ

40

50

れる機器の電圧定格が低減され得る。

【0008】

1つの局面によれば、本発明は、無停電電源装置に含まれる直流バスの電圧を制御する方法を提供する。UPSは、直流バスに接続された力率制御回路、および交流出力を含む。方法は、第1の時間において交流出力へ供給される瞬時電力と第2の時間において交流出力へ供給される瞬時電力との差を決定する動作と、少なくとも部分的にその差に基づいて、直流バスの電圧を調整するために力率制御回路の動作を調整する動作とを含む。1つの実施形態においては、方法は、UPSの単相交流入力の力率を制御する動作を含む。他の実施形態においては、方法は、交流出力において供給される瞬時電力における累積的な差を決定する動作を含む。さらなる実施形態においては、方法は、累積的な差を力率制御回路へ与える動作を含む。またさらなる実施形態においては、方法は、累積的な差を、予め定められたしきい値と比較する動作を含む。他の実施形態においては、方法は、累積的な差が予め定められたしきい値を超過するときは、直流バスの電圧を調整するために、力率制御回路の動作を調整する動作を含む。

【0009】

他の局面によれば、UPSは、交流出力と、力率制御回路と、力率制御回路に結合された直流バスとを含み、力率制御回路は、交流出力へ供給される瞬時電力における差を決定するとともに、少なくとも部分的にその差に基づいて、直流バスの電圧を調整するように構成される。1つの実施形態においては、UPSは単相交流入力を含む。他の実施形態においては、力率制御回路は、交流出力へ供給される瞬時電力における累積的な差を決定するように構成される。さらなる実施形態においては、累積的な差は、交流波形の第1のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力と、交流波形の第2のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力との比較に基づいて決定される。

【0010】

他の局面によれば、UPSは、直流バスと、交流出力と、直流バスに結合され、交流出力へ供給される瞬時電力における差に基づいて直流バスの電圧を制御するための手段とを含む。1つの実施形態においては、制御するための手段は、交流出力へ供給される瞬時電力における累積的な差を決定するための手段を含む。他の実施形態においては、累積的な差は、交流波形の第1のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力と、交流波形の第2のサイクル内の複数の点において決定された瞬時電力との比較に基づいて決定される。

【0011】

図面の簡単な説明

添付の図面は、縮尺通りに描かれることが意図されたものではない。図面において、様々な図に示される同一またはほぼ同一の要素の各々は、同じ数字によって表わされる。明確さの目的のために、すべての図面において、全ての要素にラベルが付されているわけではない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】1つの実施形態に従うUPSのブロック図である。

【図2】1つの実施形態に従う図1に記載されたUPSの制御システムのさらなる詳細を含む、図1のUPSのブロック図である。

【図3A】1つの実施形態に従う波形図である。

【図3B】1つの実施形態に従う波形図である。

【図3C】1つの実施形態に従う波形図である。

【図4A】1つの実施形態に従うフロー図である。

【図4B】1つの実施形態に従うフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

詳細な説明

10

20

30

40

50

本発明は、その用途においては、以下の説明に記載または図面に示された構成の詳細および要素の配列に限定されるものではない。本発明は、他の実施形態が可能であり、様々な方法で実現されまたは実行され得る。さらに、本明細書で用いられる表現および語句は、説明の目的のためであって、限定と見なされるべきではない。本明細書において、「含む」、「備える」、または、「有する」、「包含する」、「伴う」およびそれらのバリエーションは、以降に記載される事項およびその均等物、そして、追加の事項を網羅することを意味している。

【0014】

図1は、制御システムが、機器の様々な負荷変化、たとえば、出力において生じる負荷の過渡状態を通して電力変換機器の直流バスの電圧を調整するために用いられる実施形態のブロック図である。1つの実施形態によれば、UPS10は力率補正電力段12と、直流バス14と、インバータ電力段16と、制御システム18と、交流入力20と、交流出力22と、直流電源24と、充電器26とを含む。さらに、UPSは、一対のスイッチ28と、バイパススイッチ30と、絶縁スイッチ32とを含む。さらに、UPS10は、整流器34と、第1のキャパシタ36と、第2のキャパシタ37と、第1の直流バスキャパシタ38と、第2の直流バスキャパシタ40とを含み得る。整流器34は、第1のダイオード42および第2のダイオード44を含み得る。

10

【0015】

1つの実施形態によれば、力率補正電力段12は入力45および出力47を含み、インバータ電力段16は入力46を含み、直流電源24は入力51および出力50を含み、充電器26は入力52および出力54を含む。

20

【0016】

本明細書において、「直流バス」の語句は、一般的に、追加の回路に直流電力を供給する直流電気回路を説明するために用いられる。1つの実施形態によれば、直流バスは、たとえば、正の直流バスおよび負の直流バスの各々が中性線に関連する、デュアル直流バスを含み得る。他の実施形態によれば、直流バスは、たとえば、正の直流バスおよび負の直流バスが中性線と関連しない直流バスである、シングル直流バスを含み得る。直流バスの語句は、特定のタイプの導体を説明するために用いられるものではないが、ワイヤ、はんだ痕(solder trace)、ケーブル、バスバーなどを含む、どのようなタイプの導体を含み得る。

30

【0017】

動作中は、UPS10は、入力20にて交流入力(たとえば、単相交流入力)を受ける。交流入力は、整流器34によって整流され、力率補正電力段12へ供給される。1つの実施形態によれば、力率補正電力段12は、直流バス14へ電力を印加するために選択的に作動される半導体スイッチを含む。さらに、半導体スイッチのスイッチングサイクルは、UPSの交流出力22において供給される負荷の量に依存して変化し得る。当業者には周知であるように、力率補正電力段12は、正の直流バスおよび負の直流バスに電力を交互に供給する。スイッチングサイクルの様々なステージの期間中、正の直流バスに関連するキャパシタ38が充電される。スイッチングサイクルの他のステージにおいては、負の直流バスに関連するキャパシタ40が充電される。直流バスからの電力は、インバータ電力段16の入力46へ供給される。インバータ電力段16は、インバータ電力段の出力48において、直流を交流出力に変換する。図示された実施形態においては、インバータ電力段は単相交流出力を供給するが、様々な実施形態においては、インバータ電力段は、たとえば、中性線を含んでもよいし含まなくてもよいが、三相出力のような多相出力を供給し得る。

40

【0018】

直流電源24は、1つの実施形態においては、交流電源が利用できないときに、力率補正電力段に供給するための代替電源として用いられる。一対のスイッチ28は、第1の位置と第2の位置とを切換えるように動作し得る。第1の位置において、整流器34の出力50は、力率補正電力段12の入力45に接続される。第2の位置においては、整流器3

50

4の出力50は切り離され、直流電源の出力50が、力率補正電力段12の入力45に接続される。

【0019】

1つの実施形態に従えば、充電器入力52は直流バス14に接続され、充電器出力54は直流電源の入力51に接続される。1つの実施形態に従えば、直流電源はバッテリ電源であり、充電器26はバッテリ充電器である。しかしながら、他の実施形態においては、たとえば、スーパーコンデンサ、燃料電池などの他の電源が用いられ得る。

【0020】

様々な実施形態においては、制御システム18は、1つまたはより多くの制御装置を含み得る。1つの実施形態においては、制御装置は電子回路を含む。1つの実施形態においては、完全な制御システム18は、デジタルシグナルプロセッサに含まれる。さらなる実施形態においては、制御システム18のいくつかの素子は、デジタルシグナルプロセッサ内に含まれ、一方制御システム18他の素子は他のどこかに含まれる。1つの実施形態においては、制御システム18は、テキサス・インストゥルメント社製のTMS320F2810デジタルシグナルプロセッサに含まれる。

【0021】

図2を参照して、制御システム18のさらなる詳細に含まれるUPS10の高レベルのブロック図が示される。UPS10は、力率補正電力段12と、インバータ電力段16と、充電器電力段26とを含む。1つの実施形態に従えば、UPS10は、さらに、交流入力61と、交流出力63と、第2の直流バス66とを含む。1つの実施形態においては、第2の直流バス66は、充電器26を直流電源、たとえば、バッテリ電源に接続する。制御システム18は、負荷電力モニタ56と、電圧ループコントローラ58と、除算器60と、電流ループコントローラ62とを含む。制御システムは、さらに、ノード64を含む。1つの実施形態においては、ノード64は制御システムの加算ノードである。1つの実施形態によれば、力率補正電力段12の入力45は交流電力源に接続され、力率補正電力段の出力43は直流バス14に接続される。さらに、1つの実施形態においては、インバータ電力段の入力46は直流バス14に接続され、インバータ電力段16の出力48はUPS10の交流出力63に接続される。さらに、充電器電力段の入力26は直流バス14に接続され、充電器電力段の出力54は第2の直流バス66に接続される。

【0022】

1つの実施形態においては、交流出力63およびインバータ電力段の出力48は、電気的に同じ点であり、つまり、出力48はUPS10の交流出力である。他の実施形態においては、交流入力61および力率補正電力段12の入力45は電気的に同じ点である。

【0023】

1つの実施形態においては、負荷電力モニタ56は、第1の入力68と、第2の入力70と、出力72とを含む。さらなる実施形態においては、第1の入力68は第2の直流バス66に接続され、第2の入力70はUPS10の交流出力63に接続される。電圧ループコントローラ58は、入力74および出力76を含み得る。除算器60は、第1の入力78と、第2の入力79と、出力80とを含む。1つの実施形態によれば、第2の入力79は、UPS10の交流入力61に接続される。電流ループコントローラ62は、入力82および出力84を含む。1つの実施形態によれば、力率補正電力段12は、電流ループコントローラ62の出力84に接続される入力86を含む。

【0024】

様々な実施形態においては、第1の入力および第2の入力70の各々は、それらがそれぞれ接続されるそれぞれの回路の各々、すなわち第2の直流バス66および交流出力63における電圧と電流とに関する情報が供給される。1つの実施形態によれば、第1の入力68および第2の入力70は、瞬時電力が決定される1つまたはより多くの線電圧および線電流が供給される。他の実施形態においては、線電圧および線電流のいずれかあるいは両方は、たとえば電流センサ、電圧変換器などの変換器によって変換された後に、負荷電力モニタ56へ供給される。

10

20

30

40

50

【0025】

1つの実施形態においては、電圧ループコントローラの入力74は、制御システム18によって直流基準電圧として用いられる信号が供給される。1つの実施形態によれば、ノード64は、負荷電力モニタ56の出力72において供給される信号を、電圧ループコントローラ58の出力76において供給される信号と加算する。つまり、1つの実施形態においては、制御システムは、電圧ループコントローラ58を用いるフィードバック電圧ループ制御と、負荷電力モニタ56を用いるフィードフォワード負荷電力モニタリング制御の両方を用いる。すなわち、この実施形態のバリエーションにおいては、制御システム18は、（すなわち、設定値に対する）直流電圧の誤差、および直流バス電圧を制御するための瞬時負荷電力の変化の各々を用いる。

10

【0026】

1つの実施形態によれば、除算器60は、入力78における合計の結果に対応する信号と、入力79における交流入力電圧に対応する信号とを受ける。本実施形態のバージョンにおいては、除算器は、入力78において受けた信号を、入力79において受けた信号によって除算し、出力80において基準信号を生成する。

【0027】

1つの実施形態においては、入力82は、除算器60の出力80において与えられた信号を受ける。本実施形態のバージョンにおいては、その信号は、電流ループコントローラ62へ供給された基準電流に対応する。1つの実施形態によれば、電流ループコントローラは、その出力84において、力率補正電力段12の入力86へ供給される信号を生成する。したがって、1つの実施形態においては、瞬時負荷電力の少なくとも一部に基づく基準信号が、力率補正電力段12へ供給される。1つの実施形態においては、基準信号は、力率補正電力段の動作を制御するため、たとえば、直流バス14を電源に接続するために用いられる電子スイッチのスイッチング周波数を制御するために用いられる。

20

【0028】

制御モジュール18は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの組み合わせによって実現され得る。1つの実施形態においては、制御モジュール18は、内蔵されたソフトウェアおよび/またはファームウェア命令を実行するマイクロプロセッサまたはマイクロコントローラで実行され得る。1つの実施形態によれば、制御システム18の1つまたはより多くの素子は、半導体チップまたはウェハ上に設けられた回路を含む電子回路に提供され得る。様々な実施形態においては、制御素子56、58、64、60および62の1つまたはより多くの制御素子は同じ回路内に集積され、あるいは、代替としては、これらの1つまたはより多くは独立した個別の回路に含まれ得るか、または、1つまたはより多くの制御素子と組み合わされ得る。

30

【0029】

さらに、制御システムは、力率補正電力段12に接続された単一の出力を有するものとして図示されているが、制御システム18は、力率補正電力段12、または、インバータ電力段16および充電器電力段26を含むUPS10の他の部分に接続される他の入力および出力を含んでもよい。明確性のために、これらの追加的な接続は、ここには図示されていない。

40

図3A、図3Bおよび図3Cを参照して、本発明の実施形態が、負荷変動にどのように応答するかを示す一連の波形図が示される。過渡変動は、UPSによって供給される電力における、どのような急増または急減をも含み、たとえば、ファンまたはコンプレッサモータの始動によって引き起こされる電気負荷の増加を含む。

【0030】

図3Aは、UPSの出力における電流および電圧の波形図300を示す。図3Bは、UPSの出力における瞬時負荷電力の波形図308を示す。図3Cは、以下でより詳細に説明するような、瞬時負荷電力の累積的な差の波形図320を示す。

【0031】

図3Aを参照して、波形図300は、電流波形302および電圧波形304を含む。さ

50

らに、波形図 300 は、電流波形 302 に反映された時刻 T1 において、負荷変動を示す。この例において、負荷変動は、負荷の増加である。しかしながら、本発明の実施形態は、電気負荷の急激な減少にも応答して動作し得る。UPS10 の動作を強調するために、元の電流波形 306 が、時刻 T1 に引き続く期間の間、破線で (in phantom) 示される。すなわち、波形 306 は定常状態電流を示し、一方、波形 302 は時刻 T1 において振幅が変化する電流を示す。図示された例においては、負荷変動は、実質的に瞬間に生じ、たとえば、負荷変動は負荷のステップ状の増加である。さらに、図示されるように、負荷変動は、波形図 300 に現れる電流波形の変化、すなわちステップ状の変化によって反映される、負荷に供給される電流の増加を引き起こす。

【0032】

10

この例においては、負荷変動は第 1 の正の半サイクル 305 中に生じる。後続の正の半サイクル 307 (たとえば、直後に続く正の半サイクル) および後続の負の半サイクル 309 もまた、波形図 300 に確認される。

【0033】

図 3A ~ 3C に図示されるように、負荷変動は時刻 T1 において生じ、第 1 のゼロクロスは時刻 T2 で生じ、第 1 の正の半サイクルの最後は時刻 T3 における第 2 のゼロクロスによって示される。負の半サイクル 309 の完了と後続の正の半サイクル 307 は、時刻 T4 において生じるゼロクロスによって示され、後続の正の半サイクル 307 の完了は、時刻 T5 において生じるゼロクロスによって示される。時刻 T6 は、負荷変動が最初に生じる正の半サイクル 305 に引き続く、後続の正の半サイクル 307 の時間を表す。

20

【0034】

さらに、図 3B に示される波形 316 は、負荷変動前の電力波形に対応し、正の半サイクル 307 における基準のために破線で示される。すなわち、時刻 T6 は、第 1 の正の半サイクル 305 の時刻 T1 に対応する、正のサイクル 307 の点を表す。つまり、時刻 T2 において生じるゼロクロスと、時刻 T1 によって示されるような負荷変動の発生との間の時間量は、時刻 T4 および時刻 T6 において生じるゼロクロス間の時間量と等しい。

【0035】

1つの実施形態においては、UPS10 の制御システム 18 は、制御システム 18 が負荷電力モニタ 56 を介した負荷電力モニタリングを用いるので、交流出力 63 の負荷の急変に応答する。本明細書においてより詳細に説明されるように、1つの実施形態によれば、信号は、制御システム 18 によって決定されるような十分な大きさの (増加または減少のいずれの) 負荷電力変動のためだけに、負荷電力モニタ 56 の出力 72 において現れる。したがって、負荷電力モニタ 56 の出力 72 からノード 64 に供給される信号は、たとえば、定常状態負荷、または負荷の小さな変動などの多くの動作ステージの間は、ゼロになり得る。

30

【0036】

図 3B を参照して、波形図 308 は、UPS10 の出力 63 に供給される電力 310 の図を示す。さらに、負荷変動が存在しないであろう元の電力に対応する波形 312 が、破線で示される、さらに、明確化のために、波形 314 のほかの部分も、時刻 T2 で生じるゼロクロスから、負荷変動が生じる時刻 T1 で生じるゼロクロスまで、破線で示される。

40

【0037】

様々な実施形態は、制御システムにおいて負荷電力モニタリングを用い、負荷変動に対する急速な応答を提供する。図示された実施形態においては、UPS10 は、同じ極性を有する連続する半サイクルの間の波形の複数のサンプルにわたって瞬時負荷電力の差を決定することによって、直流バス 14 の電圧についての高速調整を提供する。つまり、一般的に、本発明の実施形態は、交流波形の正の半サイクルの点と、同じ極性を有する直後に続く半サイクル上の同じ点の瞬時負荷電力を比較し、たとえば、第 1 の正の半サイクルと後続の半サイクルとの間の瞬時負荷電力の比較がなされ、および / または、第 1 の負の半サイクルと後続の負サイクルとの間の瞬時負荷電力が比較される。様々な実施形態においては、UPS は、上述のアプローチを用いて、1 / 2 よりも実質的に短いラインサイク

50

ルで、交流出力の負荷の変化に応答する。1つの実施形態においては、応答時間は250マイクロ秒以下である。他の実施形態においては、応答時間は500マイクロ秒以下である。

【0038】

さらなる実施形態においては、同じ極性を有する2つの連続する半サイクルの時間内における様々なポイントでの瞬時負荷電力の差が蓄積され、かつ予め定められたしきい値と比較される。1つの実施形態において、連続する期間の間の瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過するときは、負荷電力モニタの出力72に、信号が与えられる。さらなる実施形態においては、連続する期間の間の瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過しない場合は、出力72に信号は与えられない。

10

【0039】

他の実施形態によれば、負荷電力モニタは、充電器26の出力54に供給される瞬時電力を、出力63における瞬時負荷電力に追加し、UPS10によって供給される総瞬時電力を決定する。本実施形態によれば、(同じ極性を有する)交流出力の連続する半サイクルの間の総瞬時負荷電力の差が決定され、蓄積され、予め定められたしきい値と比較される。本実施形態のバージョンにおいては、総瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過するときは、負荷電力モニタの出力72に信号が供給される。以下の説明は、(すなわち、負荷電力モニタ56の入力70に基づいて決定された)瞬時負荷電力を参照するが、総瞬時電力の決定もまた用いられ得る(すなわち、負荷電力モニタ56の入力68および入力70の両方にに基づいて決定される)。

20

【0040】

図4Aは、1つの実施形態に従う瞬時負荷電力の差を用いるプロセス400を図示する。1つの実施形態においては、負荷電力モニタ56は、予め定められた時間の間の各ラインサイクルの電圧および電流をサンプリングする。1つの実施形態においては、各ラインサイクルは、時間内の64点においてサンプリングされる。すなわち、時刻 t_m および時刻 t_n は、第1の半サイクル305からのサンプルポイントおよび引き続く正の半サイクル307からのサンプルポイントをそれぞれ示したものである。より具体的には、時刻 t_m は、時刻T2および時刻T1の間のサンプルポイント、つまり、負荷変動の発生前のサンプルポイントを示している。さらに、時刻 t_m は、波形310の第1の正の半サイクル305が始まるゼロクロスの後の既知の時間量、すなわち、時刻T2後の既知の時間に生じる。つまり、時間量Xは、時刻T2と時刻 t_m との間で生じ、すなわち、 $t_m - T_2 = X$ である。したがって、時刻 t_n は、波形310の後続の正の半サイクル307が始まるゼロクロスの後の同じ時間量(すなわち、量X)で生じる時刻として選択され、つまり、 $t_n - T_4 = X$ である。

30

【0041】

この例を用いると、時刻 t_m における瞬時負荷電力は、ステージ402において決定される。1つの実施形態によれば、第1の正の半サイクル305の各サンプルの間の瞬時負荷電力の決定は、ステージ403に先立って決定される。ステージ403において、時刻 t_n における瞬時負荷電力が決定される。ステージ404において、時刻 t_m における瞬時負荷電力と時刻 t_n における瞬時負荷電力との間の差が決定される。つまり、1つの実施形態に従うと、ステージ404で決定された差は、2つの半サイクルの相対的に同じポイントにおいて生じるサンプルポイントにおいて決定された瞬時負荷電力間の差である。

40

【0042】

先述のように、同じ極性を有する後続の半サイクル間の瞬時負荷電力の累積的な差が、いくつかの実施形態で用いられる。ステージ406においては、ステージ404において決定された差は、後続の半サイクル間、たとえば、第1の正の半サイクルと後続の正の半サイクル307の間の瞬時負荷電力の累積的な差に加算される。さらに、先述のように、いくつかの実施形態においては、瞬時負荷電力の累積的な差は予め定められたしきい値と比較される。

【0043】

50

ステージ 408において、瞬時負荷電力の累積的な差は、予め定められたしきい値と比較され、瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過しているか否かを判定する。ここで、累積的な負荷電力差が予め定められたしきい値を超過する場合は、プロセス 400は、累積的な負荷電力差が負荷電力モニタ 56の出力 72に供給されるステージ 410に進み、たとえば、累積的な負荷電力差に対応する信号が負荷電力モニタ 56の出力 72において生成される。

【0044】

ステージ 412において、評価される現在の半サイクルについてサンプリングが完了したか否かの決定がなされる。1つの実施形態によれば、現在の半サイクルについてのサンプリングが完了した場合は、累積的な負荷電力差はゼロにリセットされ、ステージ 414において、同じ極性を有する後続の半サイクルについて、プロセスが再び開始される。図 4A にさらに図示されるように、プロセス 400は、いくつかの実施形態においては、瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過していない場合は、プロセス 400は、ステージ 408からステージ 412に進む。ステージ 412において、現在の半サイクルについてサンプリングが完了していないと判定されると、プロセスはステージ 416に進む。ステージ 416において、直後に続くサンプル時間、たとえば、時刻 $t_m = t_m + 1$ および対応する時刻 $t_n = t_n + 1$ について、プロセスが繰り返される。したがって、プロセスはステージ 403に戻る。ここで説明したように、波形の定められた期間、たとえば半サイクルについてのサンプリングおよび解析が完了されるまで、プロセスは継続される。

10

20

【0045】

プロセス 400は、当業者に理解される様々な変更が含まれ得る。たとえば、プロセス 400は、正の半サイクルおよび負の半サイクルの両方について実行され得る。つまり、プロセスは、概して本明細書で説明したように、正の半サイクルの瞬時負荷電力が他の正の半サイクルの瞬時負荷電力と比較されるとともに負の半サイクルの瞬時負荷電力が他の負の半サイクルの瞬時負荷電力と比較される各サイクルについて継続される。

【0046】

本発明の実施形態は、様々な様式およびタイプの電力変換回路および、特に UPS に採用され得る。1つの実施形態によれば、プロセスは、たとえば、正の直流バスおよび負の直流バスの各々が中性線に関連するデュアル直流バスを含む UPS に用いられる。他の実施形態によれば、プロセスは、シングル直流バスを含む UPS、たとえば、正の直流バスおよび負の直流バスが中性線を参照しない UPS に用いられる。

30

【0047】

図 3C を参照して、瞬時負荷電力の差の波形図 320 が示される。波形図は、破線で示された予め定められたしきい値 322 と、負荷変動が検出された第 1 の期間 324 と、負荷変動が検出された第 2 の期間 326 とを含む。

【0048】

瞬時負荷電力は、波形図 308 に反映されるような正の値を有する。したがって、図 3B において、波形図 300 の正の半サイクル 305 に対応する電力波形 310 の領域が、領域 238 として特定され、正の半サイクル 307 に対応する領域が、領域 330 として特定される。

40

【0049】

図 3B において、波形 312 は、半サイクル 328 の直前の正の半サイクルの瞬時負荷電力を反映している。半サイクル 328 および先行の半サイクル 312 の各々は、時刻 T_2 から時刻 T_1 までは同じ振幅を有しているので、時刻 t_1 以前は瞬時負荷電力の差はゼロである。負荷変動の時刻（すなわち、時刻 T_1 ）において、半サイクル 328 の瞬時負荷電力と（波形 312 によって表される）直前の正の半サイクルとの比較によって、半サイクル 328 において瞬時負荷電力がより大きくなることが見出される。したがって、時刻 T_1 の初めて、瞬時負荷電力の累積的な差が、波形 328 および波形 312 の瞬時負荷電力の間の差からもたらされる。半サイクル 328 の瞬時負荷電力がより大きいままである

50

る（すなわち、増加された負荷のままである）ので、累積的な差は、時刻 T 3 においてゼロクロスに到達するまで、一定に増加する。

【 0 0 5 0 】

1つの実施形態においては、制御システム 18 は、瞬時負荷電力の累積的な差 324 を予め定められたしきい値 322 と比較する。1つの実施形態によれば、負荷電力モニタがこの比較を実行する。図示された実施形態においては、時刻 T 7 において、瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値 322 を超過する時刻なので、負荷電力モニタ 56 の出力 72 に信号が生成される。さらに、図示された実施形態においては、正の半サイクル 305 の残りの期間について、信号が出力 72 に生成される。

【 0 0 5 1 】

図 3 C において、後続の正の半サイクルについてのこの累積的な負荷電力差が、プロット 326 によって示される。時刻 T 4 において、波形 330 と波形 316 との間の瞬時負荷電力の差が、その半サイクルについて累積的な負荷電力へのこれ以上の加算がなくなる（すなわち、これ以上の負荷変動が発生しなくなる）時刻 T 6 まで蓄積が開始される。つまり、時刻 T 1 の初めて、半サイクル 328 は、過渡変動によって引き起こされる瞬時負荷変動の変化を含む。この変化は、波形 330 にも反映される。したがって、瞬時負荷電力の差はない。

【 0 0 5 2 】

図 4 B を参照して、プロセス 400 全体に統合され得るプロセス 420 が示される。1つの実施形態によれば、プロセス 420 は、ステージ 410 に続いてプロセス 400 全体に統合される。ステージ 422 においては、累積的な負荷電力差を出力 72 へ供給するための判定がなされる。つまり、制御システム 18 の一部分は、力率補正電力段の動作を制御する。しかしながら、ステージ 424 において、差を供給するための判定がさらに評価される。1つの実施形態によれば、予め定められたしきい値が超過された半サイクル、あるいは、予め定められたしきい値が超過された半サイクルと同じ極性を有する直後に続く半サイクルのいずれかについて、累積的な負荷電力差が判定された場合は、累積的な負荷電力差が力率補正電力段の動作を制御するために用いられ続ける。しかしながら、これらの 2 つの基準のいずれも満足されない場合は、ステージ 424 において、プロセス 420 は、瞬時負荷電力の累積的な差が予め定められたしきい値を超過するか否かの判定がなされるステージ 426 に進む。もしそうである場合は、累積的な負荷電力差は、力率補正電力段の動作の制御のために用いられ続ける。もしそうでない場合は、ステージ 428 において示されるように、瞬時負荷電力の累積的な差は、もはや、力率補正電力段の動作の制御のために用いられない。つまり、1つの実施形態においては、負荷電力モニタ 56 は、ステージ 428 において出力 72 への信号の供給を停止する。

【 0 0 5 3 】

1つの実施形態によれば、予め定められたしきい値は、UPS10 によって供給される非線形負荷における予想される変動に基づいて規定される。様々な実施形態においては、予め定められたしきい値の選択において考慮されるほかの要因は、測定の分解能、すなわち、どれだけ多くのサンプルポイントがラインサイクルごとに選択されるか、および測定において経験される信号ノイズを含む。本実施形態のバージョンにおいては、予め定められたしきい値は、瞬時電力におけるこれら外部からの変動の寄与よりも大きくなるように規定される。1つの実施形態においては、予め定められたしきい値は、200 ワットに設定される。さらなる実施形態においては、予め定められたしきい値は、全負荷電力の百分率で規定される。本実施形態のバージョンにおいては、予め定められたしきい値は、全負荷電力のおよそ 5 ~ 6 % に規定される。

【 0 0 5 4 】

上述のように、実施形態は、直流バス電圧の改善された過渡応答を提供するために用いられる。様々な実施形態においては、サンプリング周波数は、応答時間を制御するために選択される。たとえば、より速いサンプリングレート（サンプル数 / サイクル）は、直流バスのより速い過渡応答を可能にする、より速い負荷変動の検出、および直流バス電圧の

10

20

30

40

50

対応するオーバーシュートおよびアンダーシュートの低減をもたらし得る。

〔 0 0 5 5 〕

本明細書において説明された、瞬時負荷電力プロファイリングシステムおよび方法の実施形態は、単相または三相システムで用いられ得る。たとえば、実施形態は、ラインサイクルは交流要素を含むために、三相システムの負荷がバランスしていない、および／または、負荷が非線形である場合に用いられ得る。したがって、実施形態は、U P Sの入力への三相交流電源および単相U P S出力を含むシステムのような、ハイブリッドシステムを含む多相のアプリケーションのために用いられ得る。

〔 0 0 5 6 〕

したがって、本発明の少なくとも1つの実施形態のいくつかの局面が説明されたが、様々な変更、修正および改善が、当業者によって容易になされるであろうことが、理解されるべきである。このような変更、修正および改善は、本開示の一部であることが意図されるべきであり、本発明の精神と範囲内であることが意図されるべきである。したがって、上述の説明および図面は一例に過ぎない。

10

( 1)

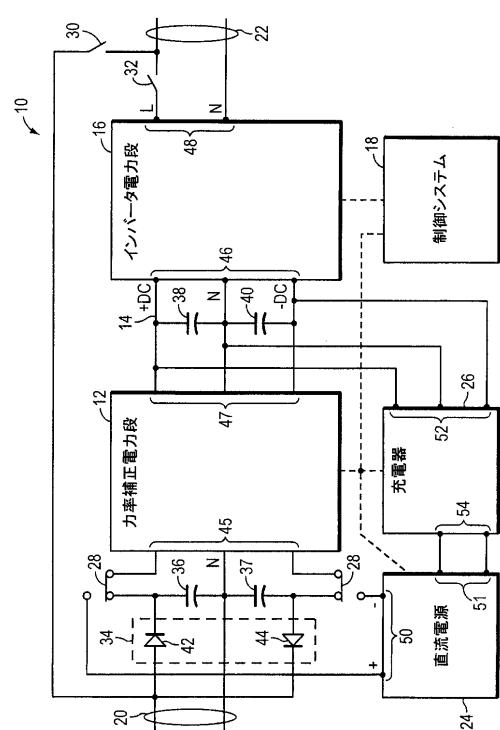


FIG. 1

(2)

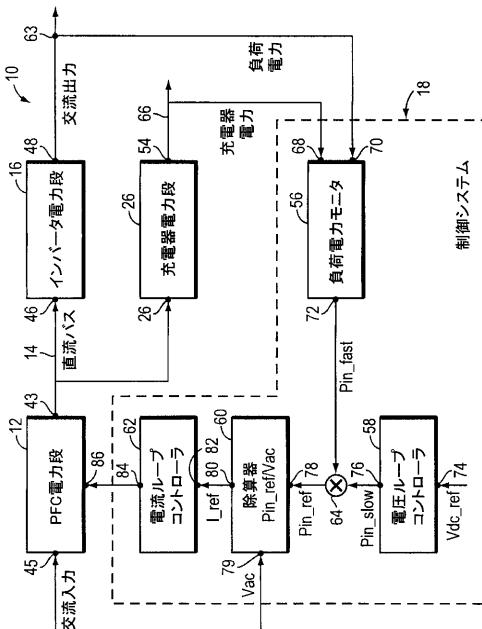


FIG. 2

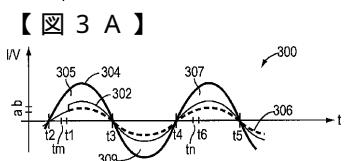


FIG. 3A

【図3B】

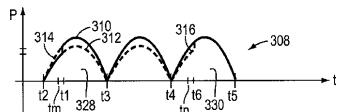


FIG. 3B

【図3C】

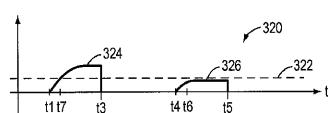


FIG. 3C

【図4A】

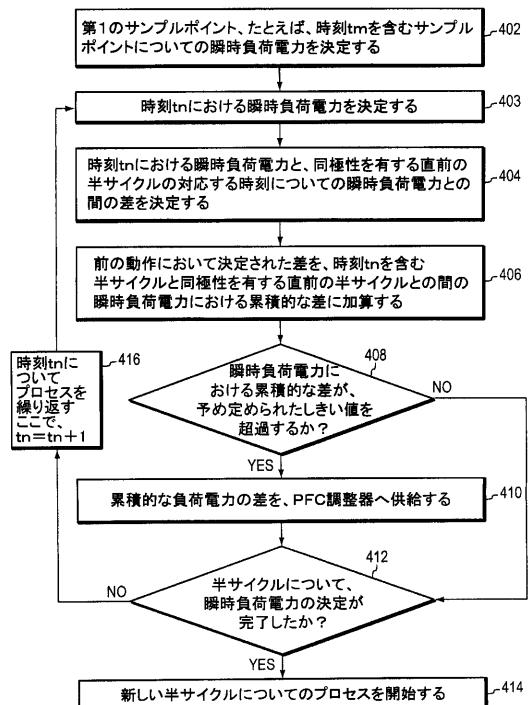


FIG. 4A

【図4B】

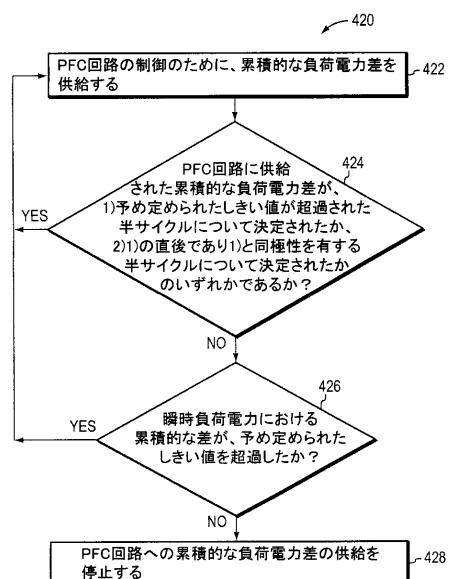


FIG. 4B

フロントページの続き

(74)代理人 100109162
弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫

(74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 ウー, チャー
アメリカ合衆国、01824 マサチューセッツ州、チャルムスフォード、ボストン・ロード、7
0、ナンバー・エイチ・122

(72)発明者 シモネッリ, ジェイムズ
アメリカ合衆国、01519 マサチューセッツ州、グラフトン、フィットパトリック・ロード、
98

(72)発明者 ブッシュ, マシュー・エフ
アメリカ合衆国、01879 マサチューセッツ州、チングズバロ、コネル・ドライブ、14

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 Zhiqiang Jiang 他, Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2005. APEC 2005. Twentieth Annual IEEE, Fast Controller Based on Active-power-feed-forward for PFC Converter Applied to UPS, 米国, IEEE, 2005年3月6日, vol.1, pages 537-540, ISBN:978-0-7803-8975-5, URL, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1452993&userType=inst>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 9/06

H02M 7/48