

(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2006-149190

(P2006-149190A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)
 H02J 9/00 (2006.01) H02J 9/00 R 5G015
 H02J 9/06 (2006.01) H02J 9/06 5O2Z

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2005-328376 (P2005-328376)
 (22) 出願日 平成17年11月14日(2005.11.14)
 (31) 優先権主張番号 04405721.4
 (32) 優先日 平成16年11月22日(2004.11.22)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(71) 出願人 390040729
 インベンティオ・アクティエンゲゼルシャ
 フト
 INVENTIO AKTIENGESE
 LLSCHAFT
 スイス国、ツエー・ハー—6052・ヘル
 ギスビル、ポストファハ、ゼーシュトラ
 ーセ・55
 (74) 代理人 100062007
 弁理士 川口 義雄
 (74) 代理人 100114188
 弁理士 小野 誠
 (74) 代理人 100119253
 弁理士 金山 賢教

最終頁に続く

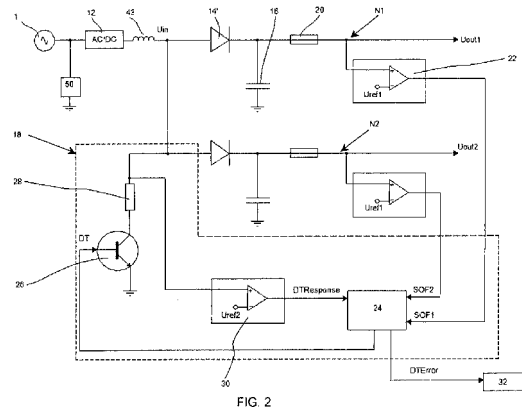
(54) 【発明の名称】 無停電電源の分離手段の完全性テスト

(57) 【要約】

【課題】分離手段が正常動作時に予防的かつ自動的にテ
 ストされて、緊急動作時に出力およびエネルギー貯蔵部
 から入力を効果的に分離できることを保証する無停電電
 源を提供する。

【解決手段】無停電電源(10)は、メイン電源(1)
 への接続用入力と、電気負荷(2)への接続用出力と、
 補助電源(16)と、緊急動作時に補助電源(16)を
 入力から分離するように構成された選択的分離手段(1
 4')とを備える。第1の手段(26、28)は、正常
 動作時のテスト期間(T_2)中に分離手段(14')
 に逆極性を確立し、第2の手段(30、24)は分離手
 段(14')への入力電圧(U_{in})に比例する電圧を
 監視し、監視された電圧(U_{in})がテスト期間(T_2)
 中に第1の基準値(U_{ref2})にとどまるか、こ
 れより高くなる場合にはエラー信号(DTError)
 を出力する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メイン電源 (1) に接続するための入力と、
 電気負荷 (2) に接続するための出力と、
 補助電源 (16) と、
 緊急動作時に補助電源 (16) を入力から分離するように構成された選択的分離手段 (14) とを備える、無停電電源 (10) であって、
 正常動作時のテスト期間 (T_2) に、分離手段 (14) に逆極性を確立する第 1 の手段 (26、28、36、42) と、
 分離手段 (14) への入力電圧 (U_{in}) に比例する電圧 (U_{in} 、 U_1) を監視し、
 監視されている電圧 (U_{in} 、 U_1) がテスト期間 (T_2) 中に第 1 の基準値 (U_{ref2} 、 U_2) にとどまるか、これより高くなる場合にはエラー信号 (DT_{err}) を出力する、第 2 の手段 (30、24、R1、R2、R3、R4、40) とをさらに備えることを特徴とする、無停電電源 (10) 。

10

【請求項 2】

補助電源は充電式エネルギー貯蔵部 (16) である、請求項 1 に記載の無停電電源 (10) 。

【請求項 3】

第 1 の手段は、分離手段 (14) への入力とアースとの間に直列に配置された抵抗器 (28) およびトランジスタ (26) から構成される、請求項 1 または 2 に記載の無停電電源 (10) 。

20

【請求項 4】

抵抗器 (28) に並列に接続されたコンデンサをさらに備える、請求項 3 に記載の無停電電源 (10) 。

【請求項 5】

無停電電源 (10) の入力と分離手段 (14) への入力との間に配置されたチョーク (43) をさらに備える、請求項 3 または 4 に記載の無停電電源 (10) 。

【請求項 6】

分離手段 (14) への入力とアースとの間に配置された抵抗器 (28) をさらに備える無停電電源 (10) であって、第 1 の手段は、メイン電源 (1) に、またはメイン電源 (1) と分離手段 (14) との間に配置された切断スイッチ (36) を備える、請求項 1 または 2 に記載の無停電電源 (10) 。

30

【請求項 7】

分離手段 (14) の出力と補助電源 (16) との間に配置された一次巻き線を有する変圧器 (42) をさらに備える無停電電源 (10) であって、第 1 の手段は、補助電源 (16) とアースとの間に直列に配置された変圧器 (42)、抵抗器 (28) およびトランジスタ (26) の二次巻き線から構成される、請求項 1 または 2 に記載の無停電電源 (10) 。

【請求項 8】

第 2 の手段は、分離手段 (14) への入力電圧 (U_{in}) を第 1 の基準値 (U_{ref2}) と比較するための第 1 のコンパレータ (30) と、コンパレータ (30) からの出力信号 (DT_{res}) を監視するためのコントローラ (24) とを備える、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の無停電電源 (10) 。

40

【請求項 9】

第 2 の手段は、分離手段 (14) への入力とアースとの間に接続されて、入力電圧 (U_{in}) に比例する第 1 の電圧 (U_1) を提供するための第 1 の抵抗器ネットワーク (R1、R2) と、分離手段 (14) への出力とアースとの間に接続されて、分離手段 (14) の出力での電圧 (U_{out}) に比例する第 1 の基準値 (U_2) を提供するための第 2 の抵抗器ネットワーク (R3、R4) と、第 1 の電圧 (U_1) を第 1 の基準値 (U_2) と比較するコントローラ (40) とを備える、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の無停電

50

電源(10)。

【請求項10】

無停電電源(10)の出力の電圧(U_{out})を第2の基準値(U_{ref1})と比較して、出力電圧(U_{out})が第2の基準値(U_{ref1})よりも大きい場合にはテスト開始信号(SOF)を出力する第2のコンパレータ(22)をさらに備える、請求項1から9のいずれか一項に記載の無停電電源(10)。

【請求項11】

緊急動作時に補助電源(16)を入力から分離するための、無停電電源(10)で使用される選択的分離手段(14)をテストするための方法であって、

正常動作時のテスト期間(T_2)中、分離手段(14)に逆極性を確立することと、
分離手段(14)への入力電圧(U_{in})に比例する電圧(U_{in} 、 U_1)を監視することと、

監視された電圧(U_{in} 、 U_1)がテスト期間(T_2)中、第1の基準値(U_{ref2} 、 U_2)にとどまるか、これより高くなる場合にエラー信号(DTerror)を出力することと、を特徴とする、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無停電電源に関し、特に、メイン電源の遮断中にメイン電源から補助電源を分離するために、無停電電源において使用される分離手段の完全性をテストするための装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無停電電源(本明細書ではUPSと称する)を使用して、専用のメイン電気供給が遮断した場合に、電気負荷への電力供給を限定された期間、保証することができる。UPSは通常、メイン電気供給用入力と、電気負荷への接続用出力と、出力と相互接続された、バッテリーなどの充電式エネルギー貯蔵部と、入力および相互接続されたエネルギー貯蔵部/出力ネットワーク間に配置されたスイッチと、入力での電気供給の遮断を検出するセンサとを備えている。正常動作(例えばメイン電源の非遮断)において、スイッチは閉じられており、エネルギーが、入力から、エネルギー貯蔵部および出力に流れるのを許容する。緊急動作(例えば、メイン電源の故障)において、センサは入力における電気供給の遮断を検出し、エネルギー貯蔵部/出力ネットワークを入力から分離するためにスイッチを起動させる。したがって、電気負荷への電力供給はエネルギー貯蔵部によって維持される。

【0003】

このようなUPSが特開平04-147076号公報に記載されており、これもまた、充電式バッテリー(エネルギー貯蔵部)の故障を検出するためのバックアップバッテリーチェック回路を含んでいる。

【0004】

エネルギー貯蔵部が、遮断されたメイン電気ネットワークから常に分離されていることが、緊急動作時には極めて重要であり、その理由は、そうでなければその貯蔵エネルギーの大部分をメインネットワークに急速に放電してしまうからであり、またそれによって相当期間、電気負荷への電力供給を維持することができないからである。

【0005】

多くの場合、スイッチの分離性能は、UPSが正常動作から緊急動作に切り替わるように要求される場合に、実際の状況においてテストされるにすぎない。明らかに、スイッチがこの状況においてエネルギー貯蔵部を入力から分離し損ねると、電気負荷への電源が突然落ち、結果的に故障する場合には、破局的な結果となりうる。

【0006】

緊急動作時に電子分離スイッチが故障したか否かを検出し、もし故障したのならば、UPS回路全体を商用AC入力から分離するために機械的分離バックアップスイッチを動作

10

20

30

40

50

するUPSが、欧州特許出願公開第0309124号明細書に記載されている。しかしながら、この純反応手順は、商用AC電源がすでに遮断されている緊急動作時に遂行されるにすぎない。したがって、バッテリーから遮断された商用AC電源への、電力の流れが阻止されることを保証するために、追加の機械的分離バックアップスイッチを必要とする。

【特許文献1】特開平04-147076号公報

【特許文献2】欧州特許出願公開第0309124号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、分離手段が正常動作時に予防的かつ自動的にテストされて、緊急動作時に出力およびエネルギー貯蔵部から入力を効果的に分離できることを保証する無停電電源を提供することによって、これらの問題を克服することである。 10

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、メイン電源への接続用入力と、電気負荷への接続用出力と、補助電源と、緊急動作時に補助電源を入力から分離するように構成された選択的分離手段とを備える無停電電源であって、正常動作時のテスト期間に分離手段に逆極性を確立する第1の手段と、分離手段への入力電圧に比例する電圧を監視し、監視された電圧がテスト期間に第1の基準値にとどまるかまたはこれを上回る場合にエラー信号を出力する第2の手段とをさらに備えることを特徴とする、無停電電源を提供することによって達成される。 20

【0009】

本発明はまた、緊急動作時に補助電源を入力から分離するために無停電電源において使用される選択的分離手段をテストするための方法であって、正常動作時のテスト期間中に分離手段に逆極性を確立し、分離手段への入力電圧に比例する電圧を監視し、監視された電圧がテスト期間に第1の基準値にとどまるかまたはこれを上回る場合にはエラー信号を出力することを特徴とする方法を提供する。

【0010】

エラー信号は、分離手段が故障しているゆえに補正動作をとることができるという指示を与える。テスト期間中に分離手段の極性を反転させる際には、a)分離手段への入力電圧がその出力電圧以下に低下させられるか、b)出力電圧が入力電圧よりも上昇させられるか、のいずれかである。いずれの場合も、分離手段が故障すれば、反対に電流が流れることになる。 30

【0011】

ダイオードの極性が反転される場合にはダイオードは自動的にバイアスを反転させることによって分離状態をとるために、好ましくは分離手段はダイオードである。ダイオードは、許容反転電圧を上昇させるための2つの直列ダイオード、または許容フォワード電流を増加させるための2つの並列ダイオードと置き換えられてもよいことを、当業者は容易に理解するであろう。

【0012】

あるいはまた、分離手段はスイッチであってもよい。この場合、テスト期間中にスイッチを非導電状態にトリガする第3の手段が必要とされる。 40

【0013】

好ましくは補助電源は充電式エネルギー貯蔵部であり、コンパレータを使用して、無停電電源の出力電圧を第2の基準値と比較して、出力電圧が第2の基準値よりも高い場合にはテスト開始信号を出力することができる。このコンパレータは、エネルギー貯蔵部が充電されたレベルに関する優れた表示を提供し、またエネルギー貯蔵部が十分に充電されている場合にはテストを開始させるのみである。あるいはまた、テストサイクルが十分に長い場合には、ユーザは、初期電源投入と第1のテスト間の期間が、エネルギー貯蔵部が十分に充電されたことを保証するのに十分長い、という事実を信頼することができる。

【0014】

バッテリーや従来のコンデンサバンクは無停電電源で使用可能であるが、本発明の好ましい実施形態においては、充電式エネルギー源は1つ以上のスーパーコンデンサである。

【0015】

本発明の好ましい適用において、無停電電源はその入力においてAC/DCコンバータを含み、またACメイン電源と、エレベータカーに搭載されたブレーキモジュール/コントローラとの間のエレベータに内蔵されている。

【0016】

本明細書において、本発明は、添付の図面を参照して具体例によって説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1は、UPS10の一般的な用途を示している。本例において、UPS10はメイン電源1を、エレベータ装置の昇降口内のエレベータカーに搭載された2つの電磁ブレーキモジュール2に相互接続する。各モジュール2は一体型ブレーキコントローラによって起動されて、昇降口内のガイドレールと摩擦的に係合することによって、エレベータカーをストップに持っていく。エレベータの安全動作は、明らかにブレーキモジュール2および関連ブレーキコントローラへの電力供給の信頼性に依拠しているため、UPS10はこの電力供給を保証するように設置される。図示されているように、UPS10は、AC/DCコンバータ12と、分離手段14と、2つの充電式エネルギー貯蔵部16(1つのブレーキモジュール2につき1つ)と、分離手段14の完全性をチェックするための1つまたは2つのテスター18とを含む。

10

20

【0018】

本発明の具体的実施形態が図2の回路図に詳細に示されている。AC/DCコンバータ12は、標準AC電圧(220V、50Hz)をメイン電源1からUPS10用のDC入力電圧 U_{in} (48V)に変換する。サージ保護回路50は、AC/DCコンバータ12、ひいてはエネルギー供給システム全体を、ACメインにおける過電圧サージの危険性から保護する。さらに、コンバータ12は5Aに電流制限されて、ショート時にそれを保護する。AC/DCコンバータ12によって供給されたDC入力電圧 U_{in} はチョーク43を通過して、それぞれのブレーキモジュール2および関連コントローラに供給されるDC出力電圧 U_{out} を各々が供給する、2つの独立した同一ネットワークN1およびN2に分割される。これらのDC電力ネットワークN1およびN2の各々は、直列接続されたダイオード14'およびヒューズ20、ならびに並列接続された充電式スーパーコンデンサ16を備えている。本実施形態において、ダイオード14'は分離手段14として機能する。これらはフォワードバイアスされて、AC/DCコンバータ12からそれぞれのスーパーコンデンサ16およびブレーキモジュール2への電流の流れを許容し、また反対方向の電流の流れに対してリバースバイアスされる。したがって、正常動作時に、電流はメイン電源1からAC/DCコンバータ12およびダイオード14'を介して流れ、スーパーコンデンサ16を充電して、ブレーキモジュール2に電源投入する。メイン電源1が遮断されて、AC/DCコンバータ12によって供給されたDC入力電圧 U_{in} を低下させると、ダイオード14'は自動的にバイアスを反転させることによって、スーパーコンデンサ16から遮断されたメイン電源1へのエネルギーの逆流を防止する。この状況において

30

40

【0019】

ダイオード14'がオーバーロードされると、これらは劣化し、両方向に自由に導電させる静電気破壊にさらされる。この状況において、ダイオード14'はスーパーコンデンサ16を遮断された電源1から分離することができない。以下は、UPS10の正常動作時に、完全性、および具体的にはダイオード14'の分離性能を検証するために使用されるテストについて説明する。

【0020】

各ネットワークN1およびN2のDC出力電圧 U_{out} は、第1のコンパレータ22に

50

よって連続的に監視される。最初に、スーパーコンデンサ16は完全に放電されて、UPS10が初めてメイン電源1に接続されると、スーパーコンデンサ16は充電を開始し、DCネットワークN1およびN2の出力電圧 U_{out} は、(図3(b)に示されるように)AC/DCコンバータ12の電流制限ゆえに線形に上昇する。出力電圧 U_{out} が第1の基準値 U_{ref1} に達すると、コンパレータ22からの信号SOFは状態を変更し、スーパーコンデンサ16が第1の基準電圧 U_{ref1} よりも高いレベルに充電されたことを確認する。

【0021】

正常動作時に、ダイオード14'の完全性は、ダイオード14'のいずれかが故障して両方向に電流伝導を可能にしたのかどうかを検証するテスター18によって、定期的にチェックされる。テスター18は、信号SOFを第1のコンパレータ22から受け取るテストコントローラ24と、チョーク43からの出力とアース間に接続された抵抗器28およびトランジスタ26の直列ネットワークと、チョーク43からの出力にさらに接続されて、DC入力電圧 U_{in} を監視するための第2のコンパレータ30とを含む。テストコントローラ24はエレベータコントローラ32に対して直接に、またはブレーキコントローラを介して間接的に、接続可能である。

10

【0022】

UPS10の機能、および具体的にはテスター18の機能は、図2に示された回路の種々のノードでの電圧プロファイルを簡潔にかつ強調して示す、図3(a)から図3(f)を参照して説明される。UPS10は、最初に時間 t_0 でメイン電源1に接続される。コンバータ12によって供給されたDC電圧入力 U_{in} は、図3(a)に示されるように定格電圧に線形に上昇する。電流はコンバータ12からダイオード14'を介して流れ、スーパーコンデンサ16を充電し、DC出力電圧 U_{out} は図3(b)に示されるように線形に上昇する。DC出力電圧 U_{out} が時間 t_1 で第1の基準電圧レベル U_{ref1} に達すると、第1のコンパレータ22の両方からの信号SOFは図3(c)に示されるようにアクティブになり、これらのアクティブ信号SOFはテストコントローラ24に、テストが開始可能であることを知らせる。

20

【0023】

図3(d)に示されるように、テストサイクルの第1の期間 T_1 中に、テストコントローラ24からトランジスタ26のゲートへのテスト信号DTは非アクティブのままであり、それによって抵抗器28およびトランジスタ26を介する電流伝導はない。しかしながら、時間 t_2 において、テストサイクルの第2の期間 T_2 が開始し、テスト信号DTはアクティブになり、トランジスタ26の飽和を引き起こす。したがって、電流はコンバータ12からチョーク43、抵抗器28およびトランジスタ26を介してアースに直接流れる。抵抗器28は6の抵抗値を有しており、コンバータ12が5Aに電流制限されているために、DC入力電圧 U_{in} を定格値に維持することが明らかに不可能である。チョーク43はコンバータ12から流れる電流の変化率を効果的に制限し、それゆえにDC入力電圧 U_{in} は即座に低下する。

30

【0024】

DC入力電圧 U_{in} のこの低下の始まりにおいて、ダイオード14'は自動的にバイアスを反転させることによって、充電されたスーパーコンデンサ16を、コンバータ12、抵抗器28およびトランジスタ26から分離しなければならない。この場合、DC入力電圧 U_{in} は図3(a)の実線で示されたように急速に低下する。DC入力電圧 U_{in} が時間 t_3 で第2の基準電圧 U_{ref2} よりも低下すると、第2のコンパレータ30からの信号DT_{Response}は、図3(e)に実線で示されているようにアクティブ状態から非アクティブ状態に変化する。

40

【0025】

一方、もしダイオード14'が何らかの理由で故障し、これらによって両方向の伝導が可能になる場合、DC入力電圧 U_{in} の低下の開始時に、スーパーコンデンサ16は、DC出力電圧 U_{out} を提供することに加えて、ダイオード14'を介して放電し、DC入

50

力電圧 U_{in} をその定格レベルに維持しようとする。それゆえに、図 3 (a) の破線で示されるように DC 入力電圧 U_{in} が低下するが、この低下はダイオード 14 が故障していない場合ほど急速ではない。この状況において、DC 入力電圧 U_{in} は、テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に第 2 の基準電圧 U_{ref2} よりも低下しないために、第 2 のコンパレータ 30 からの信号 $DT_{Response}$ は、図 3 (e) の破線で示されたアクティブ状態にとどまる。

【0026】

テストコントローラ 24 は、テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に第 2 のコンパレータ 30 からの信号 $DT_{Response}$ を監視する。この期間 T_2 中にアクティブ状態から非アクティブ状態への信号 $DT_{Response}$ の状態推移があれば、コントローラ 24 はダイオード 14 ' が正常であることを認識する。反対に、信号 $DT_{Response}$ がこの期間 T_2 を通してずっとアクティブである場合、コントローラ 24 はエラー信号 DT_{Error} をエレベータコントローラ 32 に出力し、ダイオード 14 ' の一方または両方が故障していることを示唆する。コントローラ 24 は、後にエレベータコントローラ 32 へのより便宜的な情報転送をするために、テストパルス期間 T_2 中に収集された故障情報を記憶するためのメモリを含んでもよい。このエラー信号 DT_{Error} を受信すると、エレベータコントローラ 32 はカーを最寄の階に移動させ、ドアを開けて乗客を外に出し、電子機械的ブレーキモジュール 2 を起動させてケージをその位置に止める。一度確立されたエラー信号 DT_{Error} はリセットのみ可能であり、エレベータは、故障ダイオードまたは複数のダイオード 14 ' が交換された後に再開される。

10

20

【0027】

テストサイクル全体が、時間 t_4 以降にそれ自体を反復する。テスト自体がダイオード 14 ' にダメージを与えないことを保証するために、第 2 の期間 T_2 は一般的に可能な限り短く、通常は $10 \mu s$ の範囲にある。テストサイクルの第 1 の期間 T_1 は、テストの頻度を変更するためにユーザによって調整可能である。ある用途においては、ユーザは 1 時間に 1 度ダイオードを自動的にテストすることを望むこともあり、別の用途においては、1 週間に 1 度のテスト頻度で足りることもある。

【0028】

DC 入力電圧 U_{in} の低下を強化するために、コンデンサは抵抗器 28 に対して並列接続可能である。

30

【0029】

上記実施形態のダイオード 14 ' は、UPS 10 で使用可能な分離手段 14 の 1 タイプに過ぎないことが容易に理解されるであろう。本発明の第 2 の実施形態において、図 2 の回路におけるダイオード 14 ' の各々は、図 4 に示されたようにスイッチ 14 " と置き換えられる。スイッチ 14 " は電子機械的であってもよく、あるいは好ましくはトランジスタなどの半導体スイッチであってもよい。電子機械的スイッチ 14 " が使用されると、長期間導電状態で結合された重い負荷によって、スイッチ 14 " のコンタクトは粘着性になり、極端な例では、コンタクトは導電状態において永久的にヒューズしてしまう。したがって、この状況において、スイッチ 14 " は電力遮断中に DC ネットワーク N1 を切断することはできない。半導体スイッチ 14 " が使用されると、これは、上記実施形態のダイオード 14 ' と同じ劣化および静電気破壊という問題にさらされる。

40

【0030】

上記実施形態のダイオード 14 ' が、電流の一方向において導電し、反対方向に分離するように事前配置されているのに対して、信号 SW は DC ネットワーク N1 を選択的に形成または切断するためにスイッチ 14 " に供給されなければならない。信号 SW はスイッチ 14 " に、メイン電源 1 の遮断中ならびにテストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に、DC ネットワーク N1 を切断させなければならない。

【0031】

第 2 のコンパレータ 30 は、すでにテスター 18 ' に対する DC 入力電圧 U_{in} を監視しているために、第 2 のコンパレータ 30 からの出力 $DT_{Response}$ もまた、回路

50

の構成要素の不要な重複を避けるために、スイッチコントローラ 34 への入力として本発明において使用される。テストコントローラ 24 からの信号 DT もまた、スイッチコントローラ 34 に供給される。

【0032】

スイッチコントローラ 34 の関数は表 1 に示されており、ここで論理 1 はスイッチ 14 " が DC ネットワーク N1 を形成することを示し、論理 0 はスイッチ 14 " が DC ネットワーク N1 を切断することを示している。

【表 1】

DT	DT _{Response}	SW
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

10

【0033】

正常動作時に、電流はメイン電源 1 から AC / DC コンバータ 12 およびスイッチ 14 " を介して流れ、スーパーコンデンサ 16 を充電し、ブレーキモジュール 2 に電源投入する。メイン電源 1 が遮断して、AC / DC コンバータ 12 によって供給された DC 入力電圧 U_{in} を第 2 の基準電圧 U_{ref2} 以下に低下させると、第 2 のコンパレータ 30 からの信号 $DT_{Response}$ は非アクティブになることによって、スイッチ 14 " にネット

20

【0034】

上記実施形態のように、DC 出力電圧 U_{out} が時間 t_1 において第 1 の基準電圧レベル U_{ref1} に達すると、第 1 のコンパレータ 22 からの信号 SOF は図 3 (c) に示されるようにアクティブになり、これらのアクティブ信号 SOF はテストコントローラ 24 に、テストが開始可能であることを知らせる。テストは、図 3 (a) から図 3 (f) を参照して上述された同じ手順に従う。

【0035】

テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中において、テストコントローラ 24 からの信号 DT はアクティブであり、スイッチ 14 " を非導電状態に保持するのに対して、テストコントローラ 24 は、第 2 のコンパレータ 30 からの信号 $DT_{Response}$ を監視する。この期間 T_2 中にアクティブ状態から非アクティブ状態への信号 $DT_{Response}$ の状態推移があれば、コントローラ 24 はスイッチ 14 " が正常であることを認識する。反対に、信号 $DT_{Response}$ が (図 3 (e) の破線で示されたように) この期間 T_2 の間ずっとアクティブのままであれば、コントローラ 24 はエラー信号 DT_{Error} をエレベータコントローラ 32 に出だし、スイッチ 14 " の一方または両方が故障していると示唆する。

30

【0036】

テスター 18 のメイン構成要素は、a) テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中にダイオード 14 ' またはスイッチ 14 " に逆極性を確立する抵抗器 28 およびトランジスタ 26 の直列ネットワーク、b) テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に DC 入力電圧 U_{in} を監視する第 2 のコンパレータ 30、および c) トランジスタ 26 をトリガし、第 2 のコンパレータ 30 からの応答信号 $DT_{Response}$ を評価するテストコントローラ 24、であることが理解されるであろう。

40

【0037】

図 5 は本発明の代替実施形態を示しており、ここで第 2 の期間 T_2 中に DC 入力電圧 U_{in} をドレインすることによってダイオード 14 ' の極性を反転させるために、上記実施形態で使用されたトランジスタ 26 は、メイン電源 1 とダイオード 14 ' の間に配置された、この期間 T_2 中に DC ネットワーク N1 および N2 をメイン電源 1 から完全に分

50

離するための、テストスイッチ 36 と置き換えられる。したがって、電圧プロファイルは動作時に図 3 (a) から 3 (f) のそれと同様であり、唯一の違いは、ダイオード 14 ' が正常である場合に DC 入力電圧 U_{in} が、第 2 の期間 T_2 中に抵抗器 28 を介して、30 V ではなく 0 にドレインすることである。そうでなければ、テスト手順は上記と同じである。この具体的な実施形態において、テストスイッチ 36 は AC / DC コンバータ 12 とダイオード 14 ' との間に置かれているが、スイッチ 36 はメイン電源 1 と AC / DC コンバータ 12 との間に置かれてもよいことが理解されるであろう。

【 0 0 3 8 】

図示されていないが、テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に DC 入力電圧 U_{in} を低下させるさらなる代替例は、AC / DC コンバータとダイオード間の変圧器の一次巻き線と、AC / DC コンバータとアース間に直列配置された変圧器の二次巻き線、抵抗器およびトランジスタを備えるドレイン回路とを配置するであろうことが理解されるであろう。テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中のトランジスタの飽和によって、推移電流は、ダイオードの入力電圧を低下させる一次巻き線における電磁場を誘発する二次巻き線を介して流れる。

10

【 0 0 3 9 】

図 6 は、ダイオード 14 ' に逆極性を確立する代替方法のみならず、テストサイクルの第 2 の期間 T_2 中に DC 入力電圧 U_{in} を監視するための代替手段をも示している。

【 0 0 4 0 】

DC 入力電圧 U_{in} をダイオード 14 ' にドレインするのではなく、変圧器 42 を使用して、テストの第 2 の期間 T_2 中にダイオード 14 ' からの DC 出力電圧 U_{out} を上昇させる。変圧器 42 の一次巻き線はダイオード 14 ' とスーパーコンデンサ 16 との間に接続され、変圧器 42 の二次巻き線は、スーパーコンデンサ 16 およびアース間の抵抗器 28 およびトランジスタ 26 に直列接続される。

20

【 0 0 4 1 】

2 つの抵抗器 R1 および R2 の直列ネットワークは、ダイオード 14 ' への入力とアースとの間に接続される。その結合抵抗は、抵抗ネットワークが電力供給をドレインするのを阻止するには比較的大きい。2 つの抵抗器 R1 および R2 の結合部での第 1 の電圧 U_1 は、ダイオード 14 ' への入力電圧 U_{in} に比例しており、テストコントローラ 40 に供給される。同様に、抵抗ネットワーク R3 および R4 はダイオード 14 ' の出力に接続されており、第 2 の結合電圧 U_2 は、ダイオード 14 ' からの出力電圧 U_{out} に比例しており、コントローラ 40 に供給される。

30

【 0 0 4 2 】

抵抗器 R1、R2、R3 および R4 の値は、DC 出力電圧 U_{out} が比電圧差 U_{diff} だけ DC 入力電圧 U_{in} を超える場合のみ、第 1 の結合電圧 U_1 が第 2 の結合電圧 U_2 に等しくなるように、選択される。

【 0 0 4 3 】

第 2 の期間 T_2 中に、コントローラ 40 からのテスト信号 DT はトランジスタ 26 を飽和させ、それによって電流は変圧器 42、抵抗器 28 およびトランジスタ 26 の二次巻き線を介して流れる。この推移電流は、変圧器 43 の一次巻き線における電磁場を誘発し、ダイオード 14 ' の出力電圧 U_{out} を入力電圧 U_{in} よりも大きい値に上昇させることによって、ダイオード 14 ' はリバースバイアスされる。この効果は図 7 (a) に強調して示されている。

40

【 0 0 4 4 】

ダイオード 14 ' が正常である場合、DC 入力電圧 U_{in} は定格値にとどまるのに対して、DC 出力電圧 U_{out} は上昇する。時間 t_3 において、DC 出力電圧 U_{out} は比電圧差 U_{diff} の分だけ DC 入力電圧 U_{in} を上回り、それによってコントローラ 40 内の 2 つの結合電圧 U_1 および U_2 の比較は、図 7 (b) に示されたステップ関数を生成する。

【 0 0 4 5 】

50

反対に、ダイオード14'が故障している場合、電流はダイオード14'を介して流れ、DC出力および入力電圧 U_{in} および $U_{dot{u}t}$ を等化する。したがって、DC出力電圧 $U_{dot{u}t}$ は、比電圧差 U_{dif} の分だけDC入力電圧 U_{in} を上回ることがない。したがって、第1の結合電圧 U_1 は、第2のテストサイクル T_2 の間ずっと第2の結合電圧 U_2 より大きいままであり、2つの結合電圧 U_1 および U_2 の比較によってはステップ関数は生成されず、コントローラ40は図7(c)に示されるように、エラー信号 DTE_{rror} をエレベータコントローラ32に出力する。

【0046】

図示されていないが、テストの第2の期間 T_2 中にダイオード14'からのDC出力電圧 $U_{dot{u}t}$ を上昇させるためのさらなる代替例は、チョークをダイオード出力とスーパーコンデンサの間に、トランジスタおよび抵抗器の直列ネットワークをスーパーコンデンサの公称電圧に対して正の電圧源とダイオード出力との間に、配置することが理解されるであろう。第2のテスト期間 T_2 中に、トランジスタは直列ネットワークを閉鎖し、ダイオードの出力電圧は上昇する。

10

【0047】

さらに、いくつかの修正によって、コントローラ40と共に抵抗器ネットワークR1、R2、R3およびR4を使用して、図2に示された実施形態の第2のコンパレータ30とコントローラ24とを置き換えることができることを、当業者は即座に認識するであろう。

【0048】

分離手段14にわたる極性を一時的に反転させることができる多数の他の配置と、テストサイクルの第2の期間 T_2 中にDC入力電圧 U_{in} を監視するための多数の代替手段とがあることは、いうまでもない。

20

【0049】

UPS10は、メイン電源1からのACをブレーキモジュール2に使用可能なDCに変換するが、回路におけるAC/DCコンバータやDC/ACコンバータの適切な配置によって、UPS10は電源ACまたはDCから電源投入されて、任意のACまたはDC用途に対して保証された電力供給ができることを、当業者は容易に理解するであろう。

【0050】

さらに、本発明は充電式電源、より具体的にはスーパーコンデンサ16を参照して説明されているが、第2の商用メイン電源、燃料電池、バックアップ発電機などの代替的補助電源もまた使用可能であることが理解されるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明に従ったUPSの一般的な用途の概観である。

【図2】本発明の第1の実施形態に従ったUPSの回路図である。

【図3】図2に示された回路の種々のノードでの電圧プロファイルのグラフ表示である。

【図4】図2のダイオードに対する代替分離手段を示す図である。

【図5】ダイオード入力電圧を低下させるための代替配置を示す図である。

【図6】ダイオード出力電圧を上昇させるための手段と、ダイオード入力電圧を監視するための代替手段とを組み込む回路図である。

40

【図7】図6に示された回路の種々のノードでの電圧プロファイルのグラフ表示である。

【符号の説明】

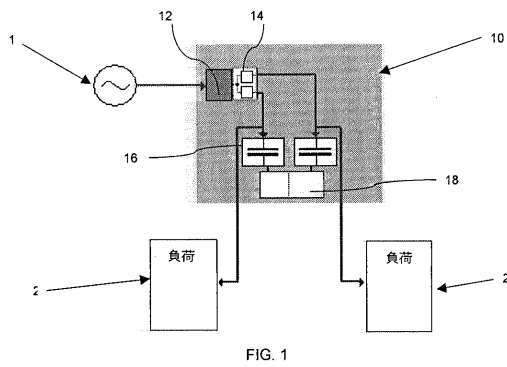
【0052】

- 1 メイン電源
- 2 電磁ブレーキモジュール
- 10 UPS
- 12 AC/DCコンバータ
- 14 分離手段
- 14' ダイオード

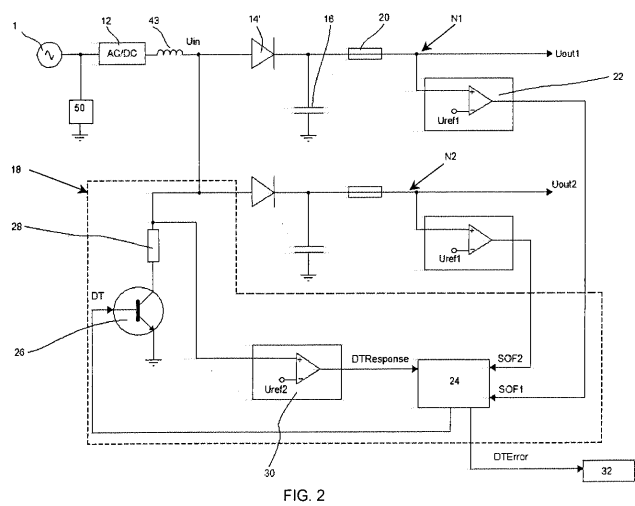
50

- 14 " スイッチ
- 16 充電式エネルギー貯蔵部
- 18、18' テスター
- 20 ヒューズ
- 22 第1のコンパレータ
- 24 テストコントローラ
- 26 トランジスタ
- 28 抵抗器
- 30 第2のコンパレータ
- 32 エレベータコントローラ
- 34 スイッチコントローラ
- 36 テストスイッチ
- 40 コントローラ
- 42 変圧器
- 43 チョーク
- 50 サージ保護回路

【図1】



【図2】



【 図 3 】

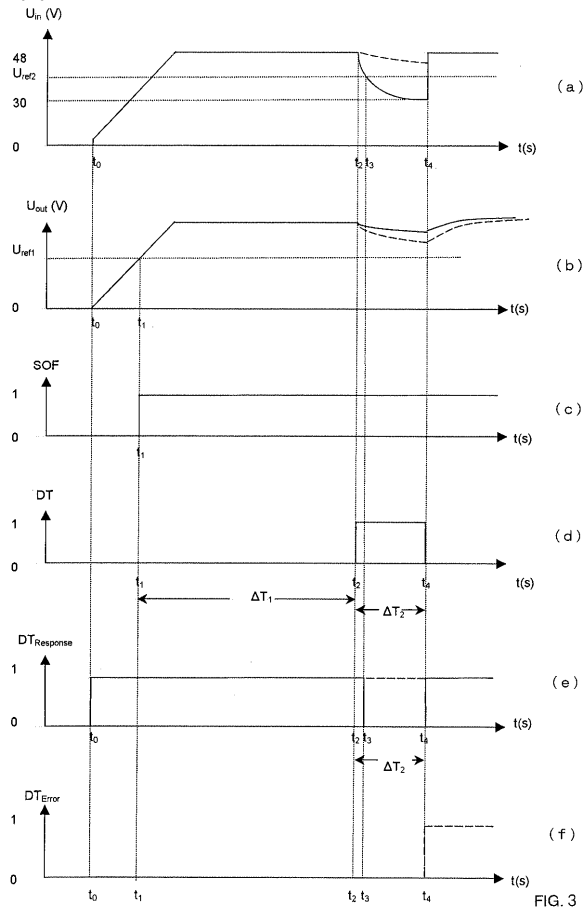


FIG. 3

【 図 4 】

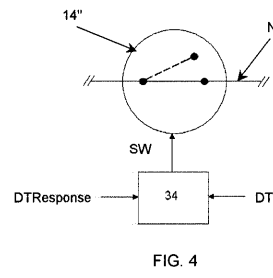


FIG. 4

【 図 5 】

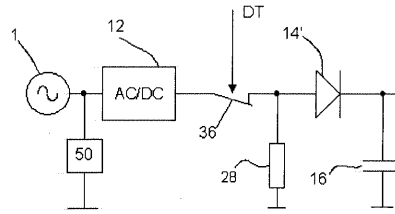


FIG. 5

【 図 6 】

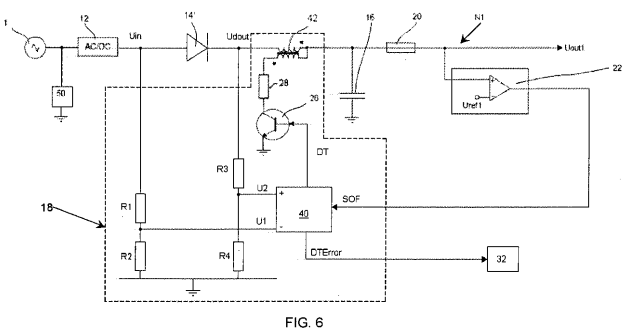


FIG. 6

【 図 7 】

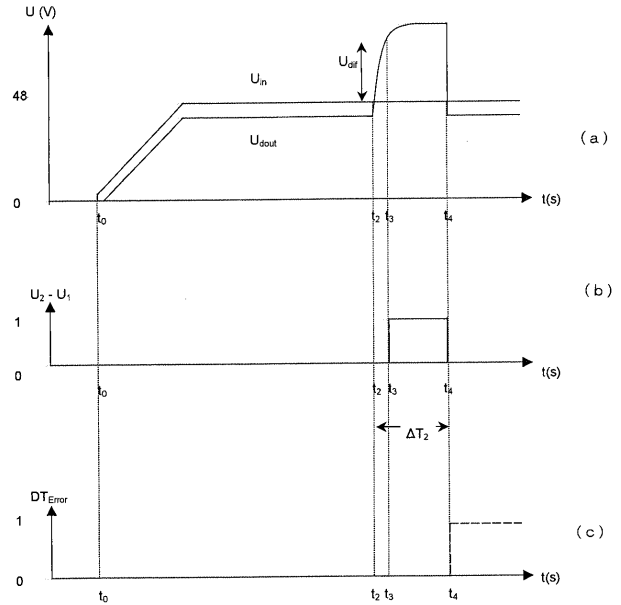


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100103920

弁理士 大崎 勝真

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 シュテファン・グランドマン

スイス国、ツエー・ハー - 8 9 0 6 ・ボンシユテツテン、イム・フォルダードルフ・5

(72)発明者 ニコラス・グレマウド

スイス国、ツエー・ハー - 8 8 0 3 ・リュツシユリコン、ゲレルニツシユシユトラーセ・1 5

Fターム(参考) 5G015 FA18 GB01 HA15 JA10 JA32 JA61

【外国語明細書】

Specification

Title of Invention

Integrity testing of Isolation Means in an Uninterruptible Power Supply

The present invention relates to uninterruptible power supplies and in particular to an apparatus and a method for testing the integrity of isolation means used in an uninterruptible power supply to isolate an auxiliary power source from a main power supply during a disruption of the main power supply.

An uninterruptible power supply (herein referred to as a UPS) can be used to guarantee the power supply to an electrical load for a limited period in the event of a disruption to the dedicated mains electricity supply. A UPS is generally provided with an input for the mains electricity supply, an output for connection to the electrical load, a rechargeable energy storage unit, such as a battery, interconnected with the output, and a switch located between the input and the interconnected energy storage unit / output network, and a sensor detecting any disruption to the electricity supply at the input. In normal operation (e.g. non-disruption of mains power), the switch is closed and permits energy to flow from the input to the energy storage unit and the output. In emergency operation (e.g. mains power failure), the sensor detects the disruption to the electricity supply at the input and activates the switch to isolate the energy storage unit / output network from the input. Accordingly the power supply to the electrical load is maintained by the energy storage unit.

Such a UPS is described in Japanese Patent Unexamined Publication No. 04-147076 which also includes a backup-battery check circuit to detect a failure of the rechargeable battery (energy storage unit).

It is vitally important during emergency operation that the energy storage unit is always isolated from the disrupted mains electricity network since otherwise it would rapidly discharge the vast majority of its stored energy back into the mains network and thus would be incapable of maintaining the power supply to the electrical load for any appreciable length of time.

In most instances, the isolation capability of the switch is only ever tested during actual real-life situations when the UPS is called upon to switch from normal operation to emergency operation. Obviously, if the switch fails to isolate the energy storage unit

from the input in these circumstances there could be catastrophic consequences when the power supply to the electrical load unexpectedly plummets and eventually fails.

A UPS is described in EP-A-0309124 which during emergency operation detects whether an electronic isolation switch has failed, and if so, operates a mechanical isolation backup switch to isolate the entire UPS circuit from the commercial AC input. However, this purely reactive procedure is only brought into effect during emergency operation when the commercial AC power supply has already been disrupted. As such it requires the additional mechanical isolation backup switch to ensure that power is prevented from flowing from the battery into the disrupted commercial AC power supply.

The objective of the invention is to overcome these problems by providing an uninterruptible power supply wherein the isolation means is proactively and automatically tested during normal operation to ensure that it is capable of effectively isolating the input from the output and energy storage unit during emergency operation.

This objective is achieved by providing an uninterruptible power supply comprising an input for coupling to a main power supply, an output for connection to an electrical load, an auxiliary power supply, and selective isolation means configured to isolate the auxiliary power supply from the input during emergency operation characterised in further comprising first means establishing a reverse polarity across the isolation means for a test period during normal operation and second means monitoring a voltage proportional to an input voltage to the isolation means and outputting an error signal if the monitored voltage remains or rises above a first reference value during the test period.

The invention also provides a method for testing selective isolation means used in an uninterruptible power supply to isolate an auxiliary power supply from an input during emergency operation, characterised by establishing a reverse polarity across the isolation means for a test period during normal operation, monitoring a voltage proportional to an input voltage to the isolation means, and outputting an error signal if the monitored voltage remains or rises above a first reference value during the test period.

The error signal provides an indication that the isolation means is faulty and accordingly corrective action can be taken. In reversing the polarity of the isolation means during the test period, either a) an input voltage to the isolation means is reduced below that of its output or b) the output voltage is increased above that at the input. In either case, if the isolation means is faulty, there will be a reverse current flow therethrough.

Preferably the isolation means is a diode, since a diode will automatically reverse bias and thereby assume its isolation state when its polarity is reversed. A skilled person will readily appreciate that the diode may be replaced by two diodes in series to increase the admissible reverse voltage or by two diodes in parallel to increase the admissible forward current.

Alternatively the isolation means could be a switch. In this case, a third means is required to trigger the switch into its non-conducting state during the test period.

Preferably the auxiliary power supply is a rechargeable energy storage unit and a comparator can be used to compare a voltage at the output of the uninterruptible power supply with a second reference value and to output a test commence signal if the output voltage is greater than the second reference value. This comparator provides an excellent indication of the level to which the energy storage unit has been charged and only permits the test to commence when the energy storage unit has been sufficiently charged. Alternatively, if the test cycle is sufficiently long, the user can rely on the fact that the time period between initial power up and the first test is sufficiently large to ensure that the energy storage unit has been sufficiently charged.

Although batteries or conventional capacitor banks can be used in the uninterruptible power supply, in the preferred embodiments of the invention the rechargeable energy source is one or more supercapacitors.

In a preferred application of the present invention, the uninterruptible power supply includes an AC/DC converter at its input and is incorporated in an elevator between an AC mains power supply and a brake module and controller mounted on an elevator car.

The invention is herein described by way of specific examples with reference to the accompanying drawings.

Fig. 1 shows a typical application for a UPS 10. In this instance the UPS 10 interconnects a mains power supply 1 with two electromagnetic brake modules 2 mounted on an elevator car within a hoistway of an elevator installation. Each module 2 is activated by an integral brake controller to frictionally engage with a guide rail in the hoistway thereby bringing the elevator car to a stop. As safe operation of the elevator clearly depends on the reliability of the power supply to the brake modules 2 and associated brake controllers, the UPS 10 is installed to guarantee this power supply. As shown, the UPS 10 contains an AC/DC converter 12, isolation means 14, two rechargeable energy storage units 16 (one per brake module 2) and one or two testers 18 to check the integrity of the isolation means 14.

A specific embodiment of the invention is shown in detail in the circuit diagram of Fig. 2. The AC/DC converter 12 transforms the standard AC voltage (220V, 50Hz) from the mains power supply 1 into a DC input voltage U_{in} (48V) for the UPS 10. A surge protection circuit 50 protects the AC/DC converter 12 and thus the whole energy supply system against the dangerous effects of overvoltage surges in the AC mains. Furthermore, the converter 12 is current limited to 5A to protect it in the event of a short circuit. The DC input voltage U_{in} delivered by the AC/DC converter 12 is passed through a choke 43 and split into two independent yet identical networks N1 and N2 each supplying a DC output voltage U_{out} which is feed to the respective brake module 2 and associated controller. Each of these DC power networks N1 and N2 is provided

with a serially connected diode 14' and fuse 20 as well as a rechargeable supercapacitor 16 connected in parallel. In the present embodiment the diodes 14' function as the isolation means 14. They are forward biased to permit current flow from the AC/DC converter 12 to the respective supercapacitor 16 and brake module 2, and reverse biased for current flow in the opposite direction. Accordingly, during normal operation, current flows from the mains power supply 1 through the AC/DC converter 12 and the diodes 14' to charge the supercapacitors 16 and power the brake modules 2. If there is a disruption to the mains power supply 1 causing the DC input voltage U_{in} supplied by the AC/DC converter 12 to drop, the diodes 14' will automatically reverse bias and thereby prevent backflow of energy from the supercapacitors 16 into the disrupted mains power supply 1. In these circumstances, the energy stored in the supercapacitors 16 is used exclusively to maintain an effective power supply to the brake modules 2.

If the diodes 14' are overloaded then they can be subjected to degradation and electrostatic breakdown causing them to freely conduct in both directions. In these circumstances the diodes 14' would not be capable of isolating the supercapacitors 16 from a disrupted power supply 1. The following describes a test used to verify the integrity and specifically the isolation capability of the diodes 14' during normal operation of the UPS 10.

The DC output voltage U_{out} of each network N1 and N2 is continually monitored by a first comparator 22. Initially, the supercapacitors 16 will be completely discharged, so when the UPS 10 is connected to the mains power supply 1 for the first time, the supercapacitors 16 will begin to charge and the output voltage U_{out} on the DC networks N1 and N2 will grow linearly due to the current limitation of the AC/DC converter 12 (as shown in Fig. 3b). When the output voltage U_{out} reaches a first reference value U_{ref1} , a signal SOF from the comparators 22 change state to confirm that the supercapacitors 16 have charged to a level above the first reference voltage U_{ref1} .

During normal operation, the integrity of the diodes 14' is periodically checked by a tester 18 which will verify whether either of the diodes 14' has broken down to permit current conduction in both directions. The tester 18 includes a test controller 24 receiving the signals SOF from the first comparators 22, a serial network of a resistor 28 and a transistor 26 connected between the output from the choke 43 and earth, and

a second comparator 30 also connected to the output from the choke 43 to monitor the DC input voltage U_{in} . The test controller 24 can be connected directly, or indirectly over the brake controller, to an elevator controller 32.

The function of the UPS 10 and specifically that of the tester 18 is described with reference to Figs. 3a-3f, which show in simplified and exaggerated form voltage profiles at various nodes of the circuit illustrated in Fig. 2. The UPS 10 is initially connected to the mains power supply 1 at a time t_0 . The DC voltage input U_{in} delivered by the converter 12 rises linearly to the rated voltage as shown in Fig. 3a. Current flows from the converter 12 through the diodes 14' to charge the supercapacitors 16 and the DC output voltages U_{out} rise linearly as shown in Fig. 3b. When the DC output voltages U_{out} reach the first reference voltage level U_{ref1} at a time t_1 the signals SOF from both of the first comparators 22 become active as shown in Fig. 3c and these active signals SOF instruct the test controller 24 that the test can commence.

As shown in Fig. 3d, during a first period ΔT_1 of the test cycle, a test signal DT from the test controller 24 to a gate of the transistor 26 remains inactive and thereby there is no conduction of current through the resistor 28 and transistor 26. However, at a time t_2 a second period ΔT_2 of the test cycle commences and the test signal DT becomes active to cause saturation of the transistor 26. Accordingly, current flows directly from the converter 12 through the choke 43, the resistor 28 and the transistor 26 to earth. The resistor 28 has a resistance value of 6Ω and since the converter 12 is current limited to 5A it is clearly unable to maintain the DC input voltage U_{in} at the rated value. The choke 43 effectively limits the rate of change of the current flowing from the converter 12 and therefore the DC input voltage U_{in} immediately collapses.

At the onset of this collapse in the DC input voltage U_{in} , the diodes 14' should automatically reverse bias and therefore isolate the charged supercapacitors 16 from the converter 12, the resistor 28 and the transistor 26. In this case the DC input voltage U_{in} will rapidly decay as shown by the solid line in Fig. 3a. Once the DC input voltage U_{in} drops past the second reference voltage U_{ref2} at a time t_3 , a signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30 changes from an active to an inactive state as illustrated by the solid line in Fig. 3e.

If, on the other hand, the diodes 14' are faulty for some reason and they permit conduction in both directions, at the onset of the collapse of the DC input voltage U_{in} , the supercapacitors 16 will, in addition to providing the DC output voltage U_{out} , discharge through the diodes 14' to try to maintain the DC input voltage U_{in} at its rated level. Hence, although there will be some decay in the DC input voltage U_{in} as shown by the dashed line in Fig. 3a, this decay will not be as rapid as in the case where the diodes 14 are faultless. In these circumstances, the DC input voltage U_{in} does not drop past the second reference voltage U_{ref2} during the second period ΔT_2 of the test cycle and therefore the signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30 will remain in the active state illustrated by the dashed line in Fig. 3e.

The test controller 24 monitors the signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30 during the second period ΔT_2 of the test cycle. If there is a state transition in the signal $DT_{Response}$ from an active to an inactive state during this period ΔT_2 , then the controller 24 recognises that the diodes 14' are healthy. On the contrary, if the signal $DT_{Response}$ remains active throughout this period ΔT_2 , then the controller 24 outputs an error signal DT_{Error} to the elevator controller 32 signalling that one or both of the diodes 14' are faulty. The controller 24 may include a memory for storing the fault information gathered during the test pulse duration ΔT_2 for a more convenient information transfer to the elevator controller 32 at a later time. On receipt of this error signal DT_{Error} , the elevator controller 32 moves the car to the nearest landing, opens the doors to allow any passengers to exit and activates the electromechanical brake modules 2 to park the car in that position. The error signal DT_{Error} , once established, can only be reset and the elevator restarted after the faulty diode or diodes 14' have been replaced.

The entire test cycle repeats itself after time t_4 . In order to ensure that the test itself does not damage the diodes 14', the second period ΔT_2 is generally as short as possible, typically in the region of $10\mu s$. The first period ΔT_1 of the test cycle can be adjusted by the user to vary the frequency of the test; in some applications, the user may want to automatically test the diodes once per hour, while in other applications a test frequency of once per week may suffice.

In order to enhance the collapse in the DC input voltage U_{in} , a capacitor can be connected in parallel across the resistor 28.

It will be readily understood that the diodes 14' of the previously described embodiment are only one type of isolation means 14 which can be used in the UPS 10. In a second embodiment of the invention each of the diodes 14' in the circuit of Fig. 2 is substituted by a switch 14" as shown in Fig. 4. The switch 14" can be electromechanical or, preferably, a semiconductor switch such as a transistor. If an electromechanical switch 14" is used heavy loads therethrough coupled with long periods in the conducting state can cause the contacts of the switch 14" to become sticky and in an extreme example will cause the contacts to fuse permanently in the conducting state. Accordingly, in these circumstances the switch 14" will not be able to break the DC network N1 during a power disruption. If a semiconductor switch 14" is used then it is subject to the same degradation and electrostatic breakdown problems of the diodes 14' of the previous embodiment.

Whereas the diodes 14' of the previous embodiment are predisposed to conduct in one direction of current flow and isolate in the opposing direction, a signal SW must be supplied to the switch 14" to selectively make or break the DC network N1. The signal SW must cause the switch 14" to break the DC network N1 during a disruption in the mains power supply 1 as well as during the second time period ΔT_2 of the test cycle.

Since the second comparator 30 already monitors the DC input voltage U_{in} for the tester 18', the output $DT_{Response}$ from the second comparator 30 is also used in the present invention as an input to the switch controller 34 so as to avoid unnecessary duplication of components in the circuit. The signal DT from the test controller 24 is also fed into the switch controller 34.

The function of the switch controller 34 is illustrated in Table 1, wherein logic 1 refers to the switch 14" making the DC network N1 and logic 0 refers to the switch 14" breaking the DC network N1.

DT	$DT_{Response}$	SW
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Table 1

During normal operation, current flows from the mains power supply 1 through the AC/DC converter 12 and the switches 14" to charge the supercapacitors 16 and power the brake modules 2. If there is a disruption to the mains power supply 1 causing the DC input voltage U_{in} supplied by the AC/DC converter 12 to drop below the second reference voltage U_{ref2} , then the signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30 becomes inactive thereby causing the switch 14" to break the network N1 and preventing backflow of energy from the supercapacitors 16 into the disrupted mains power supply 1.

As in the previous embodiment, when the DC output voltages U_{out} reach the first reference voltage level U_{ref1} at a time t_1 the signals SOF from the first comparators 22 become active as shown in Fig. 3c and these active signals SOF instruct the test controller 24 that the test can commence. The test follows the same procedure already described with reference to Figs. 3a to 3f.

During the second period ΔT_2 of the test cycle, the signal DT from the test controller 24 is active and holds the switch 14" in a non-conducting state while the test controller 24 monitors the signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30. If there is a state transition in the signal $DT_{Response}$ from an active to an inactive state during this period ΔT_2 , then the controller 24 recognises that the switches 14" are healthy. On the contrary, if the signal $DT_{Response}$ remains active throughout this period ΔT_2 (as shown by the dashed line in Fig. 3e), then the controller 24 outputs an error signal DT_{Error} to the elevator controller 32 signalling that one or both of the switches 14" are faulty.

It will be appreciated that the main components of the tester 18 are a) the serial network of the resistor 28 and the transistor 26 which establishes a reverse polarity across the diode 14' or switch 14" during the second period ΔT_2 of the test cycle, b) the second comparator 30 which monitors the DC input voltage U_{in} during the second period ΔT_2 of the test cycle and c) the test controller 24 to trigger the transistor 26 and evaluate the response signal $DT_{Response}$ from the second comparator 30.

Fig. 5 illustrates an alternative embodiment of the present invention wherein the transistor 26 used in the previous embodiments to reverse the polarity of the diode 14' by draining the DC input voltage U_{in} during the second period ΔT_2 is replaced by a test switch 36 located between the mains power supply 1 and the diodes 14' to completely

isolate the DC networks N1 and N2 from the mains power supply 1 during this period ΔT_2 . Accordingly, the voltage profiles will be similar to those of Figs. 3a to 3f during operation, the only difference being that the DC input voltage U_{in} will drain through the resistor 28 towards zero instead of 30V during the second time period ΔT_2 if the diodes 14' are healthy. Otherwise, the test procedure is the same as previously described. Although in this particular embodiment the test switch 36 is placed between the AC/DC converter 12 and the diodes 14', it will be appreciated that the switch 36 can be located between the mains power supply 1 and the AC/DC converter 12.

Although not shown, it will be appreciated, that a further alternative to reduce of the DC input voltage U_{in} during the second period ΔT_2 of the test cycle would be to arrange a primary winding of a transformer between the AC/DC converter and the diode and a drain circuit comprising a secondary winding of the transformer, a resistor and a transistor serially arranged between the AC/DC converter and earth. Saturation of the transistor during the second period ΔT_2 of the test cycle will cause a transient current to flow through the secondary winding in turn inducing an emf in the primary winding causing the voltage at the input of the diode to decay.

Fig. 6 shows not only an alternative way in which to establish the reverse polarity across the diodes 14' but also an alternative means of monitoring the DC input voltage U_{in} during the second period ΔT_2 of the test cycle.

Instead of draining the DC input voltage U_{in} to the diode 14', a transformer 42 is used to increase the DC output voltage U_{dout} from the diode 14' during the second period ΔT_2 of the test. A primary winding of the transformer 42 is connected between the diode 14' and the supercapacitor 16 and a secondary winding of the transformer 42 is connected in series with a resistor 28 and a transistor 26 between the supercapacitor 16 and earth.

A series network of two resistors R1 and R2 is connected between the input to the diode 14' and earth. The combined resistance of which is relatively large to prevent the resistive network from draining the power supply. A first voltage U_1 at the junction of the two resistors R1 and R2, which is proportional to the input voltage U_{in} to the diode 14', is fed into a test controller 40. Similarly, a resistive network R3 and R4 is connected to the output of the diode 14' and second junction voltage U_2 , which is proportional to the output voltage U_{dout} from the diode 14', is fed into the controller 40.

The values of the resistors R_1 , R_2 , R_3 and R_4 are selected so that the first junction voltage U_1 is equal to the second junction voltage U_2 only when the DC output voltage U_{dout} exceeds the DC input voltage U_{in} by a specific voltage difference U_{dif} .

During the second period ΔT_2 , the test signal DT from the controller 40 causes the transistor 26 to saturate and thereby current flows through a secondary winding of the transformer 42, the resistor 28 and the transistor 26. This transient current flow induces an emf in a primary winding of the transformer 43 causing the voltage U_{dout} at the output of the diode 14' to increase to a value greater than the input voltage U_{in} and hence the diode 14' is reverse biased. This effect is shown in exaggerated form in Fig. 7a.

If the diode 14' is healthy, then the DC input voltage U_{in} will remain at the rated value while the DC output voltage U_{dout} increases. At a time t_3 , DC output voltage U_{dout} surpasses the DC input voltage U_{in} by the specific voltage difference U_{dif} and thereby a comparison of the two junction voltages U_1 and U_2 within the controller 40 produces the step function shown in Fig. 7b.

On the contrary, if the diode 14' is faulty, then current will flow through the diode 14' to equalize the DC output and input voltages U_{in} and U_{dout} . Hence, the DC output voltage U_{dout} will not exceed the DC input voltage U_{in} by the specific voltage difference U_{dif} . Accordingly the first junction voltage U_1 remains greater than the second junction voltage U_2 throughout the second test period ΔT_2 and no step function is generated from the comparison of the two junction voltages U_1 and U_2 and the controller 40 outputs an error signal DT_{Error} to the elevator controller 32 as shown in Fig. 7c.

Although not shown, it will be appreciated, that a further alternative to increase the DC output voltage U_{dout} from the diode 14' during the second period ΔT_2 of the test, would be to arrange a choke between the diode output and the supercapacitor, and a serial network of a transistor and a resistor between a voltage source which is positive with respect to the nominal voltage of the supercapacitor and the diode output. During the second test period ΔT_2 , the transistor will close the serial network and the voltage at the output of the diode will increase.

Furthermore, the skilled person will immediately recognize that with some modification the resistor networks R1, R2, R3 and R4 together with the controller 40 can be used to substitute the second comparator 30 and controller 24 of the embodiment illustrated in Fig. 2.

Of course, there are many other arrangements available to temporarily reverse the polarity across the isolation means 14 and many alternative means of monitoring the DC input voltage U_{in} during the second period ΔT_2 of the test cycle.

Although, the UPS 10 converts the AC from the mains supply 1 into usable DC for the brake modules 2, the skilled person will readily appreciate that with appropriate arrangements of AC/DC converters or DC/AC converters in the circuit, the UPS 10 can be powered from any power source AC or DC to provide a guaranteed power supply for any AC or DC application.

Furthermore, although the invention has been described with reference to a rechargeable power supply, and more particularly supercapacitors 16, it will be appreciated that alternative auxiliary power supplies, such as second commercial mains power supplies, fuel cells, back-up generators etc., can also be used.

Brief Description of Drawings

Figure 1 is a general overview of a typical application for a UPS according to the present invention.

Figure 2 is a circuit diagram of a UPS according to a first embodiment of the invention, Figures 3a - 3f are graphical representations of voltage profiles at various nodes of the circuit illustrated in Fig. 2.

Figure 4 shows an alternative isolation means to the diode of Fig. 2.

Figure 5 shows an alternative arrangement to reduce the voltage at the diode input, Figure 6 is circuit diagram incorporating means to increase the voltage at the diode output and an alternative means of monitoring the diode input voltage.

Figures 7a – 7c are graphical representations of voltage profiles at various nodes of the circuit illustrated in Fig. 6.

Claims

1. An uninterruptible power supply (10) comprising:
 - an input for coupling to a main power supply (1);
 - an output for connection to an electrical load (2);
 - an auxiliary power supply (16); and
 - selective isolation means (14) configured to isolate the auxiliary power supply (16) from the input during emergency operationCHARACTERISED in further comprising
 - first means (26,28,36,42) establishing a reverse polarity across the isolation means (14) for a test period (ΔT_2) during normal operation; and
 - second means (30,24;R1,R2,R3,R4,40) monitoring a voltage ($U_{in};U_1$) proportional to an input voltage (U_{in}) to the isolation means (14) and outputting an error signal (DT_{Error}) if the monitored voltage ($U_{in};U_1$) remains or rises above a first reference value ($U_{ref2};U_2$) during the test period (ΔT_2).
2. An uninterruptible power supply (10) according to claim 1, wherein the auxiliary power supply is a rechargeable energy storage unit (16).
3. An uninterruptible power supply (10) according to claim 1 or claim 2, wherein the first means comprises of a resistor (28) and a transistor (26) serially arranged between an input to the isolation means (14) and earth.
4. An uninterruptible power supply (10) according to claim 3 further comprising a capacitor connected in parallel across the resistor (28).
5. An uninterruptible power supply (10) according to claim 3 or claim 4 further comprising a choke (43) arranged between the input of the uninterruptible power supply (10) and the input to the isolation means (14).
6. An uninterruptible power supply (10) according to claim 1 or claim 2 further comprising a resistor (28) arranged between an input to the isolation means (14) and earth, and wherein the first means comprises a disconnection switch (36) at the main power supply (1) or arranged between the main power supply (1) and the isolation means (14).

7. An uninterruptible power supply (10) according to claim 1 or claim 2 further comprising a transformer (42) having a primary winding arranged between an output of the isolation means (14) and the auxiliary power supply (16), and wherein the first means comprises of a secondary winding of the transformer (42), a resistor (28) and a transistor (26) serially arranged between the auxiliary power supply (16) and earth.
8. An uninterruptible power supply (10) according to any preceding claim wherein the second means comprises a first comparator (30) to compare the input voltage (U_{in}) to the isolation means (14) with the first reference value (U_{ref2}) and a controller (24) to monitor a output signal ($DT_{Response}$) from the comparator (30).
9. An uninterruptible power supply (10) according to any of claims 1 to 7, wherein the second means comprises a first resistor network ($R1,R2$) connected between an input to the isolation means (14) and earth to provide a first voltage (U_1) proportional to the input voltage (U_{in}), a second resistor network ($R3,R4$) connected between an output of the isolation means (14) and earth to provide the first reference value (U_2) which is proportional to a voltage (U_{dout}) at the output of the isolation means (14), and a controller (40) comparing the first voltage (U_1) with the first reference value (U_2).
10. An uninterruptible power supply (10) according to any preceding claim further comprising a second comparator (22) comparing a voltage (U_{out}) at the output of the uninterruptible power supply (10) with a second reference value (U_{ref1}) and outputting a test commence signal (SOF) if the output voltage (U_{out}) is greater than the second reference value (U_{ref1}).
11. A method for testing selective isolation means (14) used in an uninterruptible power supply (10) to isolate an auxiliary power supply (16) from an input during emergency operation, CHARACTERISED BY:
 - establishing a reverse polarity across the isolation means (14) for a test period (ΔT_2) during normal operation;
 - monitoring a voltage ($U_{in};U_1$) proportional to an input voltage (U_{in}) to the isolation means (14); and

outputting an error signal (DT_{Error}) if the monitored voltage ($U_{in}; U_1$) remains or rises above a first reference value ($U_{ref2}; U_2$) during the test period (ΔT_2).

1. Abstract

Integrity testing of Isolation Means in an Uninterruptible Power Supply

The present invention provides an uninterruptible power supply (10) wherein the isolation means (14') is automatically tested during normal operation to ensure that it is capable of effectively isolating the input from an auxiliary power supply (16) during emergency operation. The uninterruptible power supply (10) comprises an input for coupling to a main power supply (1), an output for connection to an electrical load (2), an auxiliary power supply (16) and selective isolation means (14') configured to isolate the auxiliary power supply (16) from the input during emergency operation. First means (26,28) establish a reverse polarity across the isolation means (14') for a test period (ΔT_2) during normal operation, and second means (30,24) monitor a voltage proportional to an input voltage (U_{in}) to the isolation means (14) and output an error signal (DT_{Error}) if the monitored voltage (U_{in}) remains or rises above a first reference value (U_{ref2}) during the test period (ΔT_2).

2. Representative Drawing

Fig.2

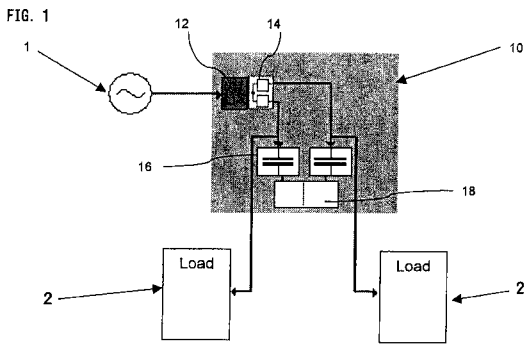


FIG. 1

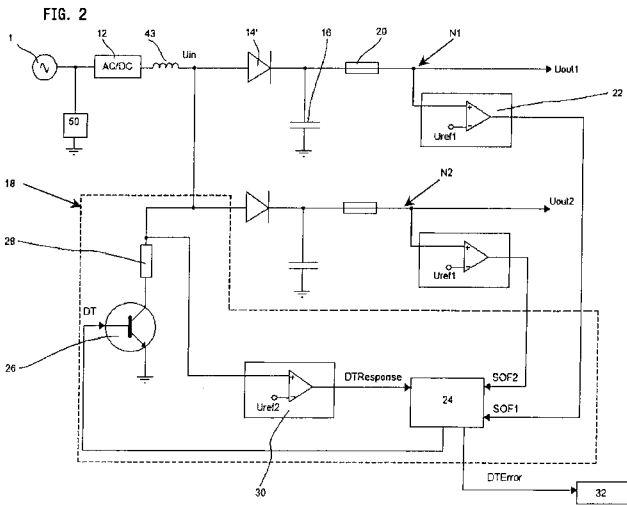


FIG. 2

FIG. 4

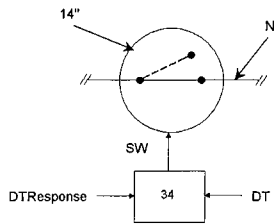


FIG. 4

FIG. 5

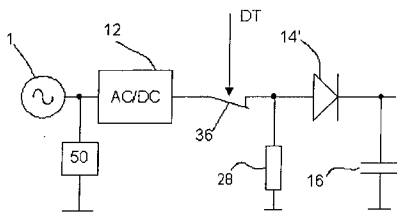


FIG. 5

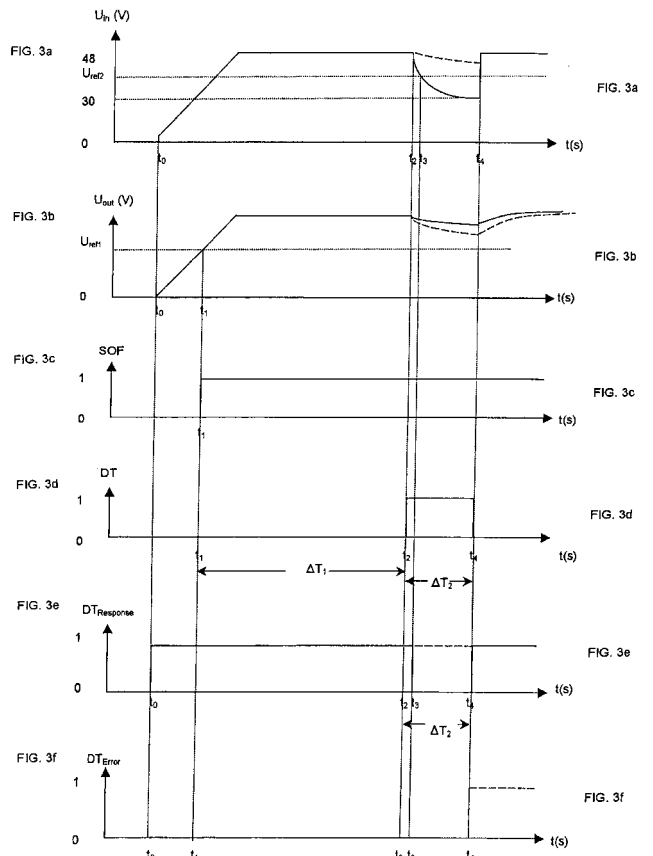


FIG. 6

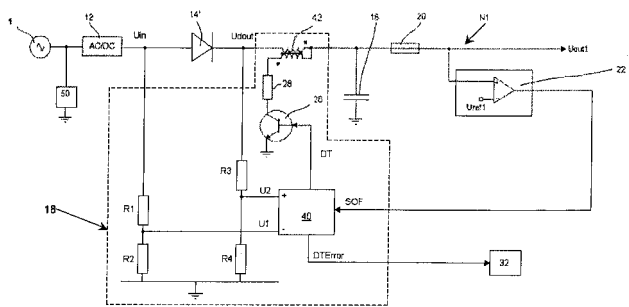


FIG. 6

