

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6069508号
(P6069508)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl. F I
HO 2 J 13/00 (2006.01) HO 2 J 13/00 3 O 1 D

請求項の数 12 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-532080 (P2015-532080) (86) (22) 出願日 平成25年9月13日 (2013. 9. 13) (65) 公表番号 特表2015-534435 (P2015-534435A) (43) 公表日 平成27年11月26日 (2015. 11. 26) (86) 国際出願番号 PCT/US2013/059673 (87) 国際公開番号 W02014/043479 (87) 国際公開日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20) 審査請求日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25) (31) 優先権主張番号 61/701, 643 (32) 優先日 平成24年9月15日 (2012. 9. 15) (33) 優先権主張国 米国 (US) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 506018363 サウジ アラビアン オイル カンパニー サウジアラビア国 3 1 3 1 1 ダーラン 、 イースタン アベニュー 1 (73) 特許権者 512134897 キング サウド ユニヴァーシティー サウジアラビア国 1 1 4 5 1 リヤド ピー. オー. ボックス 2 4 5 4 キング サウド ユニヴァーシティー ジ イン テレクチュアル プロパティー アンド テクノロジー ライセンシング プログラ ム (74) 代理人 100088616 弁理士 渡邊 一平</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高抵抗領域内の中電圧配電網上の高インピーダンス故障を検出および位置特定するためのGSM /GPRSシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高抵抗の領域へ電力を分配するように配置された中電圧配電網と関連付けられた破壊導体または開放導体の故障を検出および位置特定するためのシステムであって、そのシステムは、

高抵抗を有する領域へ電力を分配するように構成された電圧配電網であって、それぞれが共通ノードを有する複数の高電圧導体ラインと、複数の低電圧導体ラインとを含む、電圧配電網と、

複数の配電変圧器であって、前記複数の配電変圧器はそれぞれ、前記複数の高電圧導体ラインのうち1つ以上へ接続された上部を含み、前記複数の高電圧導体ラインのうち1つ以上によって受容された1つ以上の第1の電圧を、前記1つ以上の第1の電圧よりも低い1つ以上の第2の電圧へ低下させるように構成され、前記複数の配電変圧器はそれぞれ、前記複数の低電圧導体ラインのうち1つ以上へ前記複数の配電変圧器の各1つ以上から前記1つ以上の第2の電圧を分配するように前記複数の低電圧導体ラインのうちの1つ以上へ接続された下部をさらに含む、複数の配電変圧器と、

複数の開放導体装置であって、前記複数の開放導体装置はそれぞれ、各配電変圧器の低電圧側上と、前記各配電変圧器の下部へ接続された各低電圧導体ラインの横端部とへ接続され、前記複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の電圧読み取り値をモバイル用グローバルシステム(GSM)通信網を介してマスターステーションへ通信するように構成され、

前記複数の開放導体装置へ電力を供給するように構成された電源であって、電圧変圧器

および整流回路を含む、電源と、

直流(DC)バッテリーをバックアップ電源として充電するように構成されたバッテリー充電ユニットと、

前記GSM通信網との通信を促進するように構成されたGSMモジュールと、

前記複数の低電圧導体ラインの電圧を感知するように構成された電圧感知モジュールと

、
前記GSM通信網インターフェースへ接続された1つ以上のマイクロコントローラ基板であり、前記1つ以上のマイクロコントローラ基板は、前記電圧感知モジュールによって感知された前記複数の低電圧導体ラインの複数の電圧負荷を保存するように、および前記複数の電圧負荷を、前記GSM通信を用いて通信するように構成される、1つ以上のマイクロコントローラ基板と、

10

を含む、複数の開放導体装置と、

によって特徴付けられ、前記システムは、

前記複数の開放導体装置から遠隔かつサブステーションの近隣に配置されて前記マスターステーションを画定する1つ以上のサーバであって、前記マスターステーションは、前記電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障の場所を判定するように構成される、1つ以上のサーバをさらに含み、

前記マスターステーションは、

1つ以上のプロセッサと、

前記GSM通信網との通信を促進するように構成された1つ以上の加入者識別モジュールと、

20

1つ以上のコンピュータプログラムによって符号化された、1つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体であって、前記1つ以上のコンピュータプログラムは、前記1つ以上のプロセッサと協働して前記電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障の場所を判定するように動作することができる、1つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体と、

を含み、

前記コンピュータプログラムは、

前記電圧配電網のための複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルを構築するための命令であって、前記複数のルックアップテーブルは、前記複数の高電圧導体ラインのそれぞれ、前記複数の低電圧導体ラインのそれぞれ、および前記複数の高電圧導体ライン、前記複数の開放導体装置および前記複数の低電圧導体ラインを介した共通接続点への各経路のトポロジーを含む、命令と、

30

前記複数の低電圧導体ラインからの複数の第1の電圧負荷が前記複数の開放導体装置から所定の期間にわたって受容されることに応答して、前記複数の低電圧導体ラインそれぞれのベースライン電圧を決定するための命令と、

複数の第2の電圧負荷の受容を判定するための命令であって、前記複数の第2の電圧負荷は、少なくとも前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも少なくとも所定の量低い電圧であり、前記複数の第2の電圧負荷は、前記複数の開放導体装置のうち少なくとも2つから前記GSM通信網を介して通信されて、これにより、複数の故障が検出された導体装置が画定される、命令と、

40

前記複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルに応答して、前記複数の故障が検出された導体装置および前記共通接続点それぞれによって共有されている各経路を前記複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルに基づいて特定するための命令と、

共有されている各経路が特定されたことに応答して、前記複数の故障が検出された導体装置のうち前記共通接続点から最も離れた下流に配置された2つを特定するための命令であって、破壊導体または開放導体の故障の場所は、前記複数の故障が検出された導体装置のうちの前記2つの間に接続された前記複数の高電圧導体ラインのうちの1つ以上の近隣にある、命令と、

を含む、システム。

【請求項2】

50

前記複数の第1の電圧負荷および第2の電圧負荷は、前記複数の低電圧導体ラインからの複数のライン電圧および複数の相電圧のうち少なくとも1つを含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記複数の開放導体装置は、

前記複数の第2の電圧負荷が、前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも低い前記所定の量を下回らないことを判定し、

前記複数の第2の電圧負荷のうち1つ以上を所定の間隔で前記マスターステーションへ送るように、

構成される、請求項1または2のいずれかに記載のシステム。

10

【請求項4】

前記複数の開放導体装置は、

前記複数の第2の電圧負荷が、少なくとも前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも前記所定の量低い電圧であることを判定し、

前記ベースライン電圧よりも少なくとも前記所定の量低い電圧であると判定された前記複数の第2の電圧負荷を有する前記低電圧導体ラインを示すインジケータを設定し、

前記複数の第2の電圧負荷を有する前記低電圧導体ラインを示し、前記複数の第2の電圧負荷を特定する1つ以上のメッセージを、前記マスターステーションへ送るように、

構成される、請求項1～3のいずれかに記載のシステム。

20

【請求項5】

前記複数の開放導体装置はそれぞれ、前記DCバッテリーの完全放電を回避するように構成されたバッテリースイッチ回路をさらに含む、請求項1～4のいずれかに記載のシステム。

【請求項6】

前記1つ以上のマイクロコントローラ基板は、前記複数の開放導体装置からの前記マスターステーションへの1つ以上のメッセージの送信および前記マスターステーションからの前記複数の開放導体装置への1つ以上のメッセージの受信のための1つ以上のコマンドを実行するように、さらに構成される、請求項1～5のいずれかに記載のシステム。

【請求項7】

高抵抗の内陸部へ電力を分配するように構成された中電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障を検出するためのシステムであって、前記システムは、

高抵抗を有する内陸部へ電力を分配するように構成された中電圧配電網であって、前記中電圧配電網は、それぞれが共通ノードを有する複数の高電圧導体ラインと、複数の低電圧導体ラインとを含む、中電圧配電網と、

前記複数の配電変圧器の上部へ接続された前記複数の高電圧導体ラインのうち1つ以上によって受信された1つ以上の第1の電圧を、前記1つ以上の第1の電圧よりも低い1つ以上の第2の電圧へ低下させるように構成された複数の配電変圧器であって、前記複数の配電変圧器はそれぞれ、前記複数の低電圧導体ラインのうち1つ以上へ前記1つ以上の第2の電圧を分配するように、前記複数の低電圧導体ラインのうち1つ以上へ接続された下部をさらに含む、複数の配電変圧器と、

40

複数の開放導体装置であって、前記複数の開放導体装置はそれぞれ、各配電変圧器の低電圧側上と、前記各配電変圧器の下部へ接続された各低電圧導体ラインの横端部とへ接続され、前記複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の電圧読み取り値をモバイル用グローバルシステム(GSM)通信網を介してマスターステーションへ通信するように構成される、複数の開放導体装置と、

によって特徴付けられ、

前記複数の開放導体装置は、

前記複数の開放導体装置へ電力を供給するように構成された電源であって、前記電源は電圧変圧器と、整流回路とを含む、電源と、

バックアップ電源として用いられるDCバッテリーを充電するように構成されたバッテ

50

リー充電ユニットと、

前記 G S M 通信網との通信を促進するように構成された G S M 通信網インターフェースと、

前記 G S M 通信網インターフェースへ、シリアルリンクを介して接続された 1 つ以上のマイクロコントローラ基板と、

前記複数の低電圧導体ラインの電圧を感知するように構成された電圧感知モジュールと、

を含み、

前記システムは、

前記複数の開放導体装置から遠隔に配置され、さらにサブステーションの近隣に配置されて、前記マスターステーションを画定する 1 つ以上のサーバであって、前記マスターステーションは、前記中電圧配電網上の破壊導体または開放導体の故障の場所を決定するように構成される、1 つ以上のサーバ、

をさらに含み、

前記マスターステーションは、

1 つ以上のプロセッサと、

前記 G S M 通信網との通信を促進するように構成された 1 つ以上の加入者識別モジュールと、

1 つ以上のコンピュータプログラムによって符号化された、1 つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体であって、前記 1 つ以上のコンピュータプログラムは、前記中電圧配電網上の前記破壊導体または開放導体の故障の場所を決定するように動作可能である、1 つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体と、

を含み、

前記コンピュータプログラムは、

前記中電圧配電網のトポロジーを含む複数のルックアップテーブルを生成するための命令であって、前記複数のルックアップテーブルは、前記複数の高電圧導体ラインのそれぞれと、前記複数の低電圧導体ラインのそれぞれと、前記複数の高電圧導体ライン、前記複数の開放導体装置および前記複数の低電圧導体ラインを介した共通接続点への各経路と、のトポロジーを含む、命令と、

前記複数の低電圧導体ラインの複数の電圧負荷を前記複数の開放導体装置から所定の期間にわたって収集するための命令と、

前記複数の低電圧導体ラインそれぞれのベースライン電圧を決定するための命令であって、前記中電圧配電網上に破壊導体または開放導体の故障が無いときに、前記ベースライン電圧は、前記収集された複数の第 1 の電圧負荷に基づく、命令と、

少なくとも前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも所定の量低い電圧である複数の第 2 の電圧負荷の受信を決定するための命令であって、前記複数の第 2 の電圧負荷は、前記複数の開放導体装置のうち少なくとも 2 つから前記 G S M 通信網を用いて通信されて、これにより、複数の故障が検出された導体装置を画定する、命令と

前記複数のルックアップテーブルに回答して、前記複数の故障が検出された導体装置および前記共通接続点のそれぞれによって共有されている各経路を、前記複数の前記ルックアップテーブルに基づいて特定するための命令と、

共有されている各経路が特定されたことに回答して、前記複数の故障が検出された導体装置のうち前記共通接続点から最も離れた下流に配置された 2 つを特定するための命令であって、破壊導体または開放導体の故障の場所は、前記複数の故障が検出された導体装置の前記 2 つの間に接続された前記複数の高電圧導体ラインのうち 1 つ以上にある、命令と、

を含む、システム。

【請求項 8】

前記複数の第 1 の電圧負荷および第 2 の電圧負荷は、前記複数の低電圧導体ラインからの複数のライン電圧および複数の相電圧のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 7 に記載の

10

20

30

40

50

システム。

【請求項 9】

前記複数の開放導体装置は、

前記複数の第 2 の電圧負荷が、前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも低い前記所定の量を下回らないことを判定し、

前記複数の第 2 の電圧負荷のうち 1 つ以上を所定の間隔で前記マスターステーションへ送るよう、

構成される、請求項 7 または 8 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 10】

前記複数の開放導体装置は、

前記複数の第 2 の電圧負荷が、少なくとも前記複数の低電圧導体ラインの前記ベースライン電圧よりも前記所定の量低い電圧であることを判定し、

前記ベースライン電圧よりも少なくとも前記所定の量低い電圧であると判定された前記複数の第 2 の電圧負荷を有する前記低電圧導体ラインを示すインジケータを設定し、

前記複数の第 2 の電圧負荷を有する前記低電圧導体ラインを示し、前記複数の第 2 の電圧負荷を特定する 1 つ以上のメッセージを、前記マスターステーションへ送るよう、

構成される、請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 11】

前記複数の開放導体装置はそれぞれ、前記 DC バッテリーの完全放電を回避するように構成されたバッテリースイッチ回路をさらに含む、請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 12】

前記 1 つ以上のマイクロコントローラ基板は、前記複数の開放導体装置からの前記マスターステーションへの 1 つ以上のメッセージの送信および前記マスターステーションからの前記複数の開放導体装置への 1 つ以上のメッセージの受信のための 1 つ以上のコマンドを実行するよう、さらに構成される、請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願]

本出願は、2012年9月15日出願の米国仮特許出願第 61/701,643号に関連し、同出願に対する優先権を主張するものであり、本開示は、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明の実施形態は、一般に、中電圧 (MV) 配電網における 1 つ以上の破壊導体または開放導体の故障の検出の分野に関する。より具体的な態様において、本発明の実施形態は、例えば、内陸の砂漠地帯のような高抵抗を有する内陸部内の破壊または開放故障を検出するためのモバイル用グローバルシステム (GSM) および / または汎用パケット無線サービス (GPRS) 通信ベースシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

導体ラインがダウンした場合、人、動物、および環境にとって極めて危険である。導体ラインのダウンは、励起されている導体ラインが、木、構造体もしくは設備などの準絶縁物体または地面と接触する場合に発生し得る。このような事象は、接触点におけるアーク放電および引火の原因となることが多い。

【0004】

さらなる問題は、砂漠の場所等の高い接地抵抗を有する領域におけるこのような故障の検出である。励起された導体ラインが砂地等の高い接地抵抗の領域内の地面に落下する場合、極めて高い地面の比抵抗値に起因して、ダウンした導体ラインの故障電流は実質的にゼロになる。故障検出を測定するための従来の方法は、例えば電流および / または電圧の

10

20

30

40

50

ソース側の信号処理に依存しており、高い接地抵抗領域内の高インピーダンス故障を検出することができない。本出願人は、当該分野における上記の問題および制限を認識し、高い接地抵抗領域内のダウンした導体ラインを検出するための多様な実施形態を提供する。

【発明の概要】

【0005】

本発明の実施形態は、一般に、供給電圧の負荷側の処理を提供すること、およびこの情報を基地局へ通信することで、MV配電網内の破壊導体または開放導体の故障を修理するための是正措置をとることを可能にする、GSM/GPRS通信ベースの電圧検出システム、方法、コンピュータ可読媒体、およびコンピュータプログラムに関する。

【0006】

具体的には、少なくとも1つの実施形態によれば、システム、方法、コンピュータ可読媒体、およびコンピュータプログラムは、配電変圧器の低電圧(LV)側において電圧を監視する。測定された電圧を、例えばGSM/GPRS通信を用いて基地局へ送り、MV配電網上の破壊導体または開放導体の故障に対処するための後続の是正措置が行われる。

【0007】

さらに、本発明の実施形態は、高抵抗領域内のMV配電網内の1つ以上の故障を判定および位置特定するための、システム、方法、コンピュータ可読媒体、およびコンピュータプログラムを含む。本発明の実施形態は、例えば複数の開放導体装置を含み、これにより、各開放導体装置は各配電変圧器のLV側上および各低電圧導電ラインの横端部に接続される。多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置はそれぞれ、例えば、異常な電圧読み取り値を判定し、このような読み取り値を通信網(非限定的な例を挙げると、GSM/GPRS通信ベースのネットワーク)を介してマスターステーションへ通信するように、構成される。本発明の多様な実施形態によるマスターステーションは、配電網上の1つ以上の故障の存在および1つ以上の故障の場所を判定または確認するように構成される。

【0008】

本発明の一実施形態によれば、高抵抗の領域へ電力を分配するように配置された中電圧配電網と関連付けられた破壊導体または開放導体の故障を検出および位置特定するためのシステムが提供される。このシステムは、高抵抗を有する領域へ電力を分配するように構成された電圧配電網を含む。電圧配電網はそれぞれ共通ノードを有する複数の高電圧導体ラインと、複数の低電圧導体ラインを含む。このシステムは複数の配電変圧器をさらに含む。これら複数の配電変圧器はそれぞれ、複数の高電圧導体ラインのうちの1つ以上へ接続された上部を含む。複数の配電変圧器はそれぞれ、複数の高電圧導体ラインのうちの1つ以上によって受容された1つ以上の第1の電圧を、1つ以上の第1の電圧よりも低い1つ以上の第2の電圧へ低下させるように構成される。複数の配電変圧器はそれぞれ、複数の配電変圧器の各1つ以上からの1つ以上の第2の電圧を分配するように、複数の低電圧導体ラインのうちの1つ以上へ接続された下部をさらに含む。このシステムは、複数の開放導体装置をさらに含む。複数の開放導体装置はそれぞれ、各配電変圧器の低電圧側上と、各配電変圧器の下部へ接続された各低電圧導体ラインの横端部と、へ接続される。複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の電圧読み取り値を、モバイル用グローバルシステム(GSM)通信網を介してマスターステーションへ通信するように、構成される。

【0009】

複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の開放導体装置へ電力を供給するように構成された電源を含む。電源は、電圧変圧器および整流回路を含む。複数の開放導体装置はそれぞれ、直流(DC)バッテリーをバックアップ電源として充電するように構成されたバッテリー充電ユニットと、GSM通信網との通信を促進するように構成されたGSMモジュールと、をさらに含む。複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の低電圧導体ラインの電圧を感知するように構成された電圧感知モジュールと、GSM通信網インターフェースへ接続され、電圧感知モジュールによって感知された複数の低電圧導体ラインの複数の電圧負荷を保存するように、および、複数の電圧負荷をGSM通信を用いて通信するように、構成された1つ以上のマイクロコントローラ基板と、をさらに含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

このシステムは、複数の開放導体装置から遠隔に配置され、サブステーションの近隣に配置されて、マスターステーションを画定する1つ以上のサーバをさらに含む。マスターステーションは、電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障の場所を決定する。マスターステーションは、1つ以上のプロセッサと、G S M通信網との通信を促進するように構成された1つ以上の加入者識別モジュールと、電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障の場所を決定するために、1つ以上のプロセッサと共に動作可能な1つ以上のコンピュータプログラムによって符号化された1つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体と、を含む。

【 0 0 1 1 】

コンピュータプログラムは、電圧配電網のための複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルを構築する命令を含む。これら複数のルックアップテーブルは、複数の高電圧導体ラインのそれぞれと、複数の低電圧導体ラインのそれぞれと、複数の高電圧導体ライン、複数の開放導体装置および複数の低電圧導体ラインを介した共通接続点への各経路と、のトポロジーを含む。コンピュータプログラムは、複数の低電圧導体ラインからの複数の第1の電圧負荷が複数の開放導体装置から、所定の期間にわたって受容されることに応答して、複数の低電圧導体ラインのそれぞれのベースライン電圧を決定するための命令をさらに含む。コンピュータプログラムは、少なくとも、複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差である複数の第2の電圧負荷の受容を判定することをさらに含む。これら複数の第2の電圧負荷は、複数の開放導体装置のうちの少なくとも2つからG S M通信網を介して通信されて、複数の故障が検出された導体装置を画定する。さらに、コンピュータプログラムは、複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルにตอบสนองして、複数の故障が検出された導体装置のそれぞれおよび共通接続点によって共有されている各経路を、複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルに基づいて特定するための命令と、共有されている各経路が特定されたことにตอบสนองして、複数の故障が検出された導体装置のうち共通接続点から最も離れた下流に配置された2つを特定するための命令と、を含み、破壊導体または開放導体の故障の場所は、複数の故障が検出された導体装置のうちの2つの間に接続された、複数の高電圧導体ラインのうちの1つ以上の近隣にある。

【 0 0 1 2 】

一実施形態によれば、複数の第1の電圧負荷および第2の電圧負荷は、複数の低電圧導体ラインからの、複数のライン電圧および複数の相電圧のうちの少なくとも1つを含む。

【 0 0 1 3 】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置は、複数の第2の電圧負荷が、複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差を下回らないことを判定し、複数の第2の電圧負荷のうち1つ以上を、所定の間隔でマスターステーションへ送るように、構成される。

【 0 0 1 4 】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置は、複数の第2の電圧負荷が少なくとも複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差であることを判定し、複数の第2の電圧負荷を有する低電圧導体ラインがベースライン電圧よりも低い少なくとも所定の差であると判定されたことを示すインジケータを設定し、1つ以上のメッセージを、示された低電圧導体ラインおよび複数の第2の電圧負荷を特定するマスターステーションへ送るように、構成される。

【 0 0 1 5 】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置はそれぞれ、D Cバッテリーの完全放電を回避するように構成されたバッテリースイッチ回路をさらに含む。

【 0 0 1 6 】

一実施形態によれば、1つ以上のマイクロコントローラ基板は、複数の開放導体装置からの1つ以上のメッセージの受信および複数の開放導体装置への1つ以上のメッセージの送信のための1つ以上のコマンドを実行するように、さらに構成される。

10

20

30

40

50

【0017】

本発明の一実施形態によれば、高抵抗の内陸部へ電力を分配するように構成された中電圧配電網上の1つ以上の破壊導体または開放導体の故障を検出するためのシステムが提供される。このシステムは、高抵抗を有する内陸部へ電力を分配するように構成された中電圧配電網を含む。中電圧配電網は、それぞれが共通ノードを有する複数の高電圧導体ラインと、複数の低電圧導体ラインと、を含む。このシステムは、複数の配電変圧器の上部へ接続された複数の高電圧導体ラインのうち1つ以上によって受信された1つ以上の第1の電圧を、1つ以上の第1の電圧よりも低い1つ以上の第2の電圧へ低減するように構成された複数の配電変圧器をさらに含む。複数の配電変圧器はそれぞれ、複数の低電圧導体ラインのうち1つ以上へ1つ以上の第2の電圧を分配するように、複数の低電圧導体ラインのうち1つ以上へ接続された下部をさらに含む。さらに、システムは、複数の開放導体装置を含む。複数の開放導体装置はそれぞれ、各配電変圧器の低電圧側上と、各配電変圧器の下部へ接続された各低電圧導体ラインの横端部へ接続される。複数の開放導体装置はそれぞれ、複数の電圧読み取り値を、モバイル用グローバルシステム(GSM)通信網を介してマスターステーションへ通信するように、構成される。

10

【0018】

開放導体装置はそれぞれ、複数の開放導体装置へ電力を供給するように構成された電源を含む。この電源は、電圧変圧器および整流回路を含む。開放導体装置はそれぞれ、バックアップ電源として用いられるDCバッテリーを充電するように構成されたバッテリー充電ユニットと、GSM通信網との通信を促進するように構成されたGSM通信網インターフェースと、をさらに含む。さらに、開放導体装置はそれぞれ、GSM通信網インターフェースへ、シリアルリンクを介して接続された1つ以上のマイクロコントローラ基板と、複数の低電圧導体ラインの電圧を感知するように構成された電圧感知モジュールと、を含む。

20

【0019】

このシステムは、複数の開放導体装置から遠隔に、かつサブステーションのさらに近隣に配置され、マスターステーションを画定する1つ以上のサーバをさらに含み、そのマスターステーションは、中電圧配電網上の破壊導体または開放導体の故障の場所を決定するように構成される。マスターステーションは、1つ以上のプロセッサと、GSM通信網との通信を促進するように構成された1つ以上の加入者識別モジュールと、中電圧配電網上の破壊導体または開放導体の故障の場所を決定するように動作可能な1つ以上のコンピュータプログラムによって符号化される1つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体と、を含む。

30

【0020】

コンピュータプログラムは、中電圧配電網のトポロジを含む複数のルックアップテーブルを生成する命令を含む。これら複数のルックアップテーブルは、複数の高電圧導体ラインのそれぞれ、複数の低電圧導体ラインのそれぞれ、および複数の高電圧導体ライン、複数の開放導体装置および複数の低電圧導体ラインを介した共通接続点への各経路のトポロジを含む。コンピュータプログラムは、複数の低電圧導体ラインの複数の電圧負荷を、複数の開放導体装置から所定の期間にわたって収集するための命令と、中電圧配電網上の破壊導体または開放導体の故障が無いときに、複数の低電圧導体ラインのそれぞれのベースライン電圧を決定するための命令と、をさらに含み、ベースライン電圧は、収集された複数の第1の電圧負荷に基づく。さらに、コンピュータプログラムは、少なくとも複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差である複数の第2の電圧負荷の受信を判定するための命令を含む。複数の第2の電圧負荷は、複数の開放導体装置のうち少なくとも2つから、GSM通信網を用いて通信され、これにより、複数の故障が検出された導体装置を画定する。コンピュータプログラムは、複数のルックアップテーブルに回答して、複数の故障が検出された導体装置および共通接続点のそれぞれによって共有されている各経路を、複数のルックアップテーブルに基づいて特定するための命令と、共有されている各経路が特定されたことに回答して、複数の故障が検出された導体装置のうち

40

50

共通接続点から最も離れた下流に配置された2つを特定するための命令と、をさらに含む。破壊導体または開放導体の故障の場所は、複数の故障が検出された導体装置のうちの2つの間に接続された複数の高電圧導体ラインのうち1つ以上にある。

【0021】

一実施形態によれば、複数の第1の電圧負荷および第2の電圧負荷は、複数の低電圧導体ラインからの複数のライン電圧および複数の相電圧のうち少なくとも1つを含む。

【0022】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置は、複数の第2の電圧負荷が、複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差を下回らないことを判定し、複数の第2の電圧負荷のうち1つ以上を所定の間隔でマスターステーションへ送るように、構成される。

10

【0023】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置は、複数の第2の電圧負荷が、少なくとも複数の低電圧導体ラインのベースライン電圧よりも低い所定の差である旨を判定し、複数の第2の電圧負荷を有する低電圧導体ラインがベースライン電圧よりも低い少なくとも所定の差であると判定された旨を示すインジケータを設定し、1つ以上のメッセージを、示された低電圧導体ラインおよび複数の第2の電圧負荷を特定するマスターステーションへ送るように、構成される。

【0024】

一実施形態によれば、複数の開放導体装置はそれぞれ、DCバッテリーの完全放電を回避するように構成されたバッテリースイッチ回路をさらに含む。

20

【0025】

一実施形態によれば、1つ以上のマイクロコントローラ基板は、複数の開放導体装置からの1つ以上のメッセージの受信、および複数の開放導体装置への1つ以上のメッセージの送信のための1つ以上のコマンドを実行するように、さらに構成される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

明らかになるであろう本発明の特徴および恩恵などのより詳細な理解のために、本明細書の一部を形成する添付図面に例示されるその実施形態を参照して、実施形態のより具体的な記載が記載される。しかし、図面は本発明の多様な実施形態のみを示すものであり、図面には他の有効な実施形態も含まれ得るため、本発明の範囲を制限するものとしてみなされるべきではない。

30

【0027】

【図1】本発明の多様な実施形態による、MV配電網内の破壊導体または開放導体の検出および位置特定の概要のフローチャートである。

【0028】

【図2】本発明の多様な実施形態による、MV配電網内の破壊導体または開放導体の検出および位置特定のためのシステムの模式的ブロック図である。

【0029】

【図3】本発明の多様な実施形態による、開放導体装置の位置決めおよび接続を示す図である。

40

【0030】

【図4】本発明の多様な実施形態による、開放導体装置の模式的ブロー図である。

【0031】

【図5】本発明の多様な実施形態による、複数の導体ラインのためのベースライン電圧の生成のフローチャートである。

【0032】

【図6A】本発明の多様な実施形態による、複数の開放導体装置による電圧読み取り値の監視のフローチャートである。

【図6B】本発明の多様な実施形態による、複数の開放導体装置による電圧読み取り値の

50

監視のフローチャートである。

【0033】

【図7】本発明の多様な実施形態による、マスターステーションによる、MV配電網内の破壊導体または開放導体の検出および位置特定のフローチャートである。

【0034】

【図8】本発明の多様な実施形態による、MV配電網内の故障の模式図である。

【0035】

【図9】本発明の多様な実施形態による、故障を検出および位置特定するように動作可能な1つ以上のコンピュータプログラムの視覚的出力のスクリーンショットである。

【0036】

【図10】本発明の多様な実施形態による、複数の開放導体装置による電圧読み取り値のサンプルデータである。

【0037】

本発明においては多様な変更および代替的形態が可能であるが、その特定の実施形態を図面中に例示目的のために図示し、本明細書中において詳述する。以下の図面および記載において、本明細書および図面全体において類似の部分それぞれ同一の参照符号によって示す。プライム表記法が用いられる場合、代替的な実施形態中の類似の要素を指す。図面は、必ずしも縮尺通りではない。本開示の特定の特徵について、縮尺を誇大して図示している場合もあれば、従来の要素のいくつかの詳細を明確さおよび簡潔さのために省略している場合もある。しかし、図面およびその詳細な説明は、本発明を開示の特定の形態に限定することを意図しておらず、それどころか、本発明は、特許請求の範囲によって定義されるような本発明の主旨および範囲内に収まる全ての変更例、均等例および代替例を網羅することが理解されるべきである。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下に、本発明について、本発明の多様な実施形態を示す添付図面を参照してより詳細に説明する。しかし、本発明は、多数の異なる形態において具現化することが可能であり、本明細書中に記載される実施形態に限定されるものとして解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は本開示の深く完全な記載のためのものであり、本発明の範囲を当業者に深く伝達するものである。以下に述べる多様な実施形態の異なる教示内容は、所望の結果が得られるように、別個にまたは任意の適切な組み合わせで用いられ得ることが深く認識される。上記した多様な特性ならびに以下に詳述する他の特徴および特性は、以下の多様な実施形態の詳細な記載を読み、添付図面を参照することにより、当業者にとって容易に明らかとなるだろう。

【0039】

本発明の実施形態は、MV配電網200中の破壊導体または開放導体の故障を検出および位置特定するための、システム、方法、およびコンピュータ可読媒体上に符号化されたコンピュータプログラムを提供する。電力送信および配電システムは、発電所から1つ以上の遠端ユーザへのサービスの継続性を生成する重要なリンクである。頭上の給電導体は、隣接する物体（例えば、非限定的例を挙げると、木、建物、またはそれらの下側の表面）と物理的な接触を発生する傾向がある。開放導体ラインまたは破壊導体ラインが検出された場合、健康および環境の重大な危険性が発生し得る。破壊またはダウンした導体ラインに起因して高インピーダンス故障が発生した場合、アーチングまたは他の火災危険に繋がる場合が多い。故障電流はゼロであるか実質的にゼロに近く、したがって従来の電力システム保護装置では検出されないため、このような故障が検出されると、高い接地抵抗の領域（例えば、砂漠地帯）において特に問題となる。

【0040】

上記を鑑みて、本発明の実施形態は、高抵抗領域内のMV配電網200内の破壊導体または開放導体の故障を検出および位置特定するためのシステム、方法、およびコンピュータ可読媒体上に符号化されたコンピュータプログラムを提供する。図2に示すように、M

10

20

30

40

50

V配電網200は、本発明の多様な実施形態によれば、当業者が理解するように、サブステーション212へ接続された一次回路202を含む。多様な実施形態によれば、MV配電網200は、サブステーション212と通信し、1つ以上のコンピュータプログラム、非一時的メモリ、および1つ以上の破壊導体または開放導体の検出および位置特定を促進するように動作可能な他のハードウェアを有するマスターステーション214をさらに含む。マスターステーション214は、本発明の実施形態によれば、マスターステーション214が通信ベースのネットワーク201（例えば、非限定的な例として、GSM/GPRS通信網）を介して通信することが可能になる、1つ以上の加入者識別情報モジュールカードを含む。他の種類の通信網が、本発明の実施形態によって予測される。

【0041】

10

本発明の多様な実施形態によれば、MV配電網200は、一次回路202からの電力を複数の配電変圧器206に分配するように適合された複数の高電圧(HV)導体ライン204をさらに含む。当業者であれば理解されるように、複数の配電変圧器206はそれぞれ、特定の実施形態によれば、エンドユーザ顧客の要求に応じて、各HV導体ライン204のHVライン電圧をLVへ低下させるように構成される。HV導体ライン204はそれぞれ、空中に位置決めされ、例えば各配電変圧器206の上部へ接続され、各配電変圧器206は、エンドユーザ顧客の要求に応じて、例えばHVライン電圧を受信し、かつ、HVライン電圧を適切なLVライン電圧へ低下させるように、例えばポール上に取り付けられる。

【0042】

20

本発明のさらなる実施形態において、各配電変圧器206はまた、当業者であれば理解されるように、HVをLVへ低減または減減させた後、そのようなLVが1人以上のエンドユーザ顧客へ送られるように適合されるように、各LV導体ライン208へ接続される。LV導体ライン208はそれぞれ、本発明の多様な実施形態によれば、例えば各配電変圧器206の下端部へ接続される。少なくとも1つの実施形態によれば、複数の開放導体装置210は、各配電変圧器206のLV側上および各LV導体ライン208の横端部へ接続される。

【0043】

多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置210はそれぞれ、各LV導体ライン208の電圧負荷を検出するように構成され(ブロック602)、検出された電圧負荷をGSM/GPRS通信網201を通じてマスターステーション214へ通信する(例えば、図6Aおよび図6Bを参照)。少なくとも1つの実施形態によれば、検出された電圧負荷は、LV導体ライン208のライン電圧および相電圧のうち少なくとも1つを含む。図6Aおよび図6Bに示すように、いくつかの実施形態において、複数の開放導体装置210は、検出された電圧負荷のうちいずれかが少なくとも各ベースラインよりも低い所定の量であるかどうかを判定するように、さらに構成される(ブロック604)。特定の実施形態において、図6Bに示すように、検出された電圧負荷がベースラインの所定の量以下ではない場合、複数の開放導体装置210は、検出された電圧負荷のうち1つ以上をマスターステーション214へ所定の間隔で送るように、さらに構成される(ブロック606)。いくつかの実施形態において、図6Aおよび図6B双方に示すように、検出された電圧負荷がベースライン電圧負荷の所定の量以下である場合、複数の開放導体装置210は、各LV導体ライン208に対してフラグを設定するように(ブロック608)、および、1つ以上のメッセージ(例えば、非限定的な例としてショートメッセージサービス(SMS))をGSM/GPRS網201を介してマスターステーション214へ送るように(ブロック610)、構成される。多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置210のうち1つ以上が1つ以上の送信されたSMSの承認を受信していない場合、例えばマスターステーション214からこのような承認受信が受信されるまで、後続のSMSを所定の間隔で(例えば、非限定的な例を挙げると、5分毎に)送ることができる(ブロック612)。本発明の特定の実施形態による、高抵抗領域内のMV配電網200上の複数の開放導体装置OCD210によって検出されたサンプル電圧を例えば図10に示す。

30

40

50

【0044】

少なくとも1つの実施形態によれば、図6Aに示すように、検出された電圧負荷がベースラインの所定の量以下ではない場合、複数の開放導体装置210は、結果をマスターステーション214へ通信することなく、所定の間隔で（例えば、非限定的な例を挙げると5分毎に）、複数のLV導体ライン208の電圧負荷を読み取り続けるように、さらに構成される。

【0045】

多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置210はそれぞれ、多様なハードウェアおよびソフトウェア構成部を含む。例えば、図4に示すように、複数の開放導体装置210はそれぞれ、1つ以上のAC電圧を1つ以上の整流回路404へ供給する1つ以上の変圧器402を含む。1つ以上の整流回路404は、好適には供給されるAC電圧よりも高い1つ以上のDC電圧を出力するように適合される。当業者であれば理解されるように、1つ以上の整流回路404の出力は、1つ以上の電圧調整器（図示せず）、1つ以上のGSMモジュール406、1つ以上のマイクロコントローラ408、および1つ以上のバッテリー充電回路410へ送られる。さらに、本発明の多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置210は、開放導体装置210とGSM/GPRS通信網201との間の通信を促進するようにそれぞれ構成された1つ以上のGSMモジュール406を含む。

【0046】

特定の実施形態によれば、複数の開放導体装置210はそれぞれ、1つ以上のバッテリー切替回路412をさらに含む。バッテリー切替回路412は、1つ以上のバッテリーの完全放電を回避するように構成される。少なくとも1つの実施形態によれば、1つ以上のバッテリーのリレー接点が所定のレベルを下回った場合、複数の開放導体装置210はそれぞれ、1つ以上のバッテリー切替回路412を開く。1つ以上のバッテリー切替回路412は、本発明の多様な実施形態によれば、1つ以上のバッテリーの完全放電を有利に回避し、1つ以上のバッテリーの寿命の増加も助ける。

【0047】

1つ以上のマイクロコントローラ408は、当業者であれば理解するように、1つ以上のGSMモジュール406へ、1つ以上のシリアルリンク414を介して接続される。1つ以上のマイクロコントローラ408は、特定の実施形態によれば、複数のLV導体ライン208それぞれのベースライン電圧を決定するように構成される。1つ以上のマイクロコントローラ408はまた、本発明の多様な実施形態によれば、ベースライン読み取り値と、1つ以上の電圧センサー416によって検出された複数の電圧読み取り値とを保存するように、および、データを1つ以上のGSMモジュール406を用いて通信するように、構成される。1つ以上のマイクロコントローラ408は、1つ以上の故障を検出する診断ソフトウェアを実行するように、さらに構成される。

【0048】

特定の実施形態によれば、1つ以上のマイクロコントローラ408は、SMSの受信および送信を促進するための1つ以上のコマンドを実行する。例えば、1つ以上のマイクロコントローラ408は、当業者であれば理解するように、開放導体装置210が収容可能なエントリ最大数および最長の長さの電話番号、eメールアドレスおよび名前を決定するための読出コマンド（例えば、CPBRコマンド）を実行する。さらに、1つ以上のマイクロコントローラ408は、当業者であれば理解するように、SMSメッセージの送信、受信、読み取り、書き込みまたは削除において用いられるメッセージ保存領域を選択するための保存コマンド（例えば、CPMSコマンド）を実行する。さらに、1つ以上のマイクロコントローラ408は、当業者であれば理解するように、状態またはマスターステーション214への通信リンクを確認するための確認コマンド（例えば、CINDコマンド）を実行する。

【0049】

一実施形態によれば、1つ以上のマイクロコントローラ408は、AC電圧（例えば、60Hzの整流AC電圧）のデジタル画像を、読み取り毎436μsのサンプリングレ-

10

20

30

40

50

トでとるように、プログラムされる。サンプルのピーク値は、あらゆるゼロクロス後の各半サイクルの間にとられる。得られたピーク値はスケールアウトされ、MV配電網200上の故障可能性の警告メッセージと共に、SMSを介してマスターステーション214へ送られる。

【0050】

一例において、Dy n配電変圧器のための計算されたライン電圧値を測定した（表1を参照）。

【0051】

【表1】

番号	MV 一次フィーダー上の状態	V _{out} (ライン電圧)		
		V _{ab}	V _{bc}	V _{ca}
1	通常	220/0°	220/120°	220/240°
2	導体-A 破壊	0	190.7/90°	190.7/270°
3	導体-B 破壊	190.7/30°	0	190.7/210°
4	導体-C 破壊	190.7/330°	190.7/150°	0

表1：Dy n配電変圧器の計算されたライン電圧値

【0052】

別の例として、Dy n配電変圧器のための計算された相電圧を測定した（表2を参照）。

【0053】

【表2】

番号	MV 一次フィーダー上の状態	V _{out} (相電圧)		
		V _{an}	V _{bc}	V _{ca}
1	通常	127/30°	127/150°	127/270°
2	導体-A 破壊	63.5/90°	63.5/90°	127/270°
3	導体-B 破壊	127/30°	63.5/210°	63.5/210°
4	導体-C 破壊	63.5/330°	127/150°	63.5/330°

表2：Dy n配電変圧器の計算された相電圧値

【0054】

多様な実施形態によれば、破壊導体または開放導体の故障の検出および位置特定のための方法が提供される。図1に示すように、その方法は、本発明の多様な実施形態によれば、複数の配電変圧器206へ接続された複数のLV導体ライン208の1つ以上の横端部上の複数の開放導体装置210を位置決めすることを含む（ブロック102）。この方法は、複数の配電変圧器206の1つ以上の下端上の複数の開放導体装置210のうち1つ以上を位置決めすることをさらに含む。本発明の特定の実施形態による、複数の配電変圧器206および複数の開放導体装置210の位置決めおよび接続を、例えば図3に示す。

【0055】

少なくとも1つの実施形態によれば、この方法は、破壊または故障した導体ラインがMV配電網200上に存在しない場合、複数のLV導体ライン208の電圧負荷を、所定の期間にわたって、複数の開放導体装置210を用いて、検出するためのステップまたは命令をさらに含む（ブロック105）。上記したように、検出された電圧負荷は、LV導体ライン208のライン電圧および相電圧のうち少なくとも1つを含む。電圧負荷を所定の期間にわたって検出した後、各それぞれのLV導体ライン208または開放導体装置210のためのベースラインを決定することができる（ブロック108）。多様な実施形態に

10

20

30

40

50

よれば、さらに図1に示すように、ベースライン電圧負荷を複数の開放導体装置210によって決定した後、マスターステーション214へGSM/GPRS通信網201を介して通信することができる。本発明の特定の実施形態において、ベースライン電圧負荷をマスターステーション214によって決定した後、GSM/GPRS通信網201を介して複数の開放導体装置210へ通信することができる。さらなる実施形態において、ベースラインを先ず複数の開放導体装置210によって決定した後、マスターステーション214によって確認することができる。当業者であれば理解するように、マスターステーション214は、複数の開放導体装置210および複数のLV導体ライン208と関連付けられた履歴データを保存するかまたはこのデータへアクセスし、複数の開放導体装置210からの読み取り値および履歴データに基づいて、ベースラインを決定する。

10

【0056】

いくつかの実施形態によれば、方法は、当業者であれば理解するように、複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルを構築するステップまたは命令をさらに含む(ブロック111)。複数のトポロジールックアップテーブルは、マスターステーション214の1つ以上のコンピュータプロセッサによって構築される。MV配電網200は、本発明の多様な実施形態によれば、複数の開放導体装置210、複数のLV導体ライン208、複数の配電変圧器206、複数のHV導体ライン204、1つ以上の一次回路202、1つ以上のマスターステーション214および1つ以上のサブステーション212といった複数の要素を含むが、これらに限定はされない。当業者であれば理解するように、MV配電網200の電力は、本発明の多様な実施形態によれば、1つ以上の単相配電変圧器206

または三相配電変圧器206によって提供される。少なくとも1つの実施形態によれば、複数のトポロジールックアップテーブルは、MV配電網200の上記要素のうちの1つ以上の相互接続を詳述する。例えば、トポロジールックアップテーブルは、HV導体ライン204が、ポール上に取り付けられかつLV導体ライン208へ接続された開放導体装置210へ接続された頭上の電力線であることを示す(例えば、図3を参照)。本発明の多様な実施形態によれば、複数のトポロジールックアップテーブルは、図8に示すように、1つ以上の共通接続点Cへの複数のLV導体ライン208それぞれのための経路および対応するノードをさらに示す。さらに、いくつかの本発明の実施形態によれば、複数のトポロジールックアップテーブルは、図8にさらに示すように、1つ以上の共通接続点Cへの複数のHV導体ライン204それぞれのための経路および対応するノードを示す。当業者であれば理解するように、本発明の多様な実施形態によれば、複数のトポロジールックアップテーブルを用いて、検出された破壊導体または開放導体または故障のローカライズを助けることができる。

20

30

【0057】

さらに図1に示すように、MV配電網200上の破壊導体または開放導体または故障の判定を促進するために、複数の開放導体装置210は、上記したように、1つ以上の電圧負荷読み取り値をGSM/GPRS網201を介してマスターステーションへ通信するように、構成される。少なくとも2つの異なる開放導体装置210から少なくとも2つの異常な電圧読み取り値を受信すると、マスターステーション214は、本発明の実施形態に従って、データを分析して、1つ以上の破壊導体または開放導体ラインがMV配電網200上に存在するかどうかを判定する(ブロック115)。マスターステーション214が、例えば受信された読み取り値、履歴データまたは他の診断ソフトウェアまたはシステムに基づいて、1つ以上の破壊導体または開放導体ラインが存在すると判定した場合、マスターステーション214は、トポロジアルゴリズムを用いて、1つ以上の破壊導体ラインまたは開放導体ラインの1つ以上の場所を特定する(ブロック118)。

40

【0058】

図8に示すように、特定の実施形態において、各導体ラインは、2つのノードを有し、一方は、共通接続点Cからの下流のノードであり、他方は、共通接続点Cからの上流の第2のノードである。本発明の多様な実施形態によれば、これらのノードそれぞれを、番号を付すかまたは他の場合に識別子によって識別し、複数の開放導体装置210のうちの1

50

つ以上へ接続する。このような情報は、例えば、複数のトポロジールックアップテーブルのうち1つ以上のマスターステーション214によって保存および維持され得る。当業者であれば理解するように、1つ以上の破壊導体または開放導体または故障FがMV配電網200上において発生すると、故障Fから下流に位置する複数の開放導体装置210のうち1つ以上は、異常な電圧読み取り値を検出し、このような読み取り値をマスターステーション214へ報告する。例えば、図8は、故障Fがノード3とノード5との間に発生している様子を示し、ノード3およびノード5はそれぞれ、複数の開放導体装置210のうちの1つ以上へ接続されている。多様な実施形態によれば、このような故障Fが発生すると、ノード5、7、9および11へ接続された複数の開放導体装置210のうちの1つ以上のそれぞれは、異常な電圧読み取り値（例えば、各ベースラインよりも少なくとも所定の量低い電圧）を検出および報告する。ノード3へ接続された複数の開放導体装置210のうち1つ以上はまた、本発明のいくつかの実施形態に従って、異常な電圧読み取り値を報告し得る。本発明の実施形態に従って、異常な電圧読み取り値を報告する複数の開放導体装置210それぞれを、本明細書中において「故障が検出された導体装置」と呼ぶ場合がある。

10

【0059】

本発明の実施形態によれば、マスターステーション214が、故障が検出された導体装置のそれぞれから異常な電圧読み取り値を受信する（例えば図7中のブロック702を参照）と、マスターステーション214は、1つ以上のコンピュータプロセッサを用いて1つ以上のコンピュータプログラムを実行して、複数のトポロジールックアップテーブルのうち1つ以上を分析して、故障が検出された導体装置のそれぞれから1つ以上の共通接続点Cへの各経路を特定する（例えば、図7中のブロック703を参照）。当業者であれば理解するように、マスターステーション214は、1つ以上の異常な電圧読み取り値を表すフラグを、複数の開放導体装置210のうち1つ以上から受信し得る。再度図8を参照して、マスターステーション214は、本発明の特定の実施形態によれば、ノード（5、3、1、C）、（7、5、3、1、C）、（9、5、3、1、C）および（11、9、5、3、1、C）間の（例えば下流から上流への）経路を特定する。

20

【0060】

次に、本発明のいくつかの実施形態によれば、マスターステーション214によって実行される1つ以上のコンピュータプログラムは、特定された経路全てに共通するノードを特定する。図8の図および図7中のブロック図を再度参照すると、例えば、ノード5、3、1およびCは、本発明の多様な実施形態によれば、先行ステップにおいて特定されたそれぞれの経路間に共通する（ブロック704）。よって、次に、マスターステーション214は、当業者であれば理解するように、1つ以上の共通接続点Cから最も離れた下流に位置するノードのうち2つを特定する（ブロック706）。マスターステーション214はまた、1つ以上の共通接続点Cから最も離れた下流に位置する2つのノードへ接続された故障が検出された導体装置それぞれを特定する。例えば、図8において、このような故障が検出された導体装置はこのサンプル例示において、5、3、1、およびCの特定された経路上の最も離れた下流に配置されたノードであるため、このような故障が検出された導体装置は、ノード3および5へ接続されたものである。

30

40

【0061】

検出された故障Fの場所を特定するために、本発明の多様な実施形態によれば、マスターステーション214は、複数のトポロジールックアップテーブルのうち1つ以上を分析して、2つの最も離れた下流ノードへ接続された1つ以上の導体ラインを判定する。図8に示すように、故障Fは、ノード5とノード3との間で位置特定される。マスターステーション214は、ノード5および3の場所を用いて、例えば両者間に接続された導体ラインを特定する。

【0062】

本発明は、複数の導体ラインそれぞれの1つ以上のベースライン電圧を決定するための多様な実施形態を企図する。例えば、ベースライン電圧を決定することは、MV配電網2

50

00のための複数の電圧配電トポロジールックアップテーブルを構築するステップを含み得る（例えば、ブロック502を参照）。複数のトポロジールックアップテーブルの構築にตอบสนองして、本発明の実施形態は、複数の開放導体装置210が複数の電圧読み取り値を所定の期間にわたって検出することをさらに含む。マスターステーション214、複数の開放導体装置210のうちの1つ以上、または双方は、検出された電圧読み取り値を分析し、各導体ラインのベースラインを決定するように構成される（ブロック504）。少なくとも1つの実施形態によれば、複数の開放導体装置210はそれぞれ、初期ベースライン電圧負荷を決定し、マスターステーション214は、履歴データに基づいてベースラインを確認および最終決定する。当業者であれば理解するように、検出された電圧負荷読み取り値への線形補間の適用を用いて、より高精度のベースラインを入手することができる。ベースライン電圧負荷が決定された後、例えば、ベースライン電圧負荷は複数の開放導体装置210へ通信される（ブロック506）。当業者であれば理解するように、複数の開放導体装置210はそれぞれ、そこへ接続された導体ラインと関連付けられたベースライン電圧負荷のみを受信する。

10

【0063】

本発明の実施形態はまた、MV配電網200の少なくとも一部のトポロジーを視覚的に示す、図9に示すマップと同様のグラフィカルトポロジーマップを含む。図9はまた、本発明の多様な実施形態による、故障を検出および位置特定するように動作可能な1つ以上のコンピュータプログラムの視覚的出力を示す。

20

【0064】

複数の実施例について記述してきた。それにも関わらず、本開示の主旨および範囲から逸脱することなく多様な改変が可能であることが理解されたい。よって、他の実施例は特許請求の範囲内である。多様な実施形態は、上記記載に従って実行される命令および/またはデータをコンピュータによりアクセス可能な媒体上に受信すること、送信することまたは保存することをさらに含み得る。一般的に言って、コンピュータによりアクセス可能な/読み出し可能な保存媒体は、非一時的記憶媒体（例えば、磁気媒体または光媒体、（例えば、ディスクまたはDVD/CD-ROM））、揮発性媒体または不揮発性媒体（例えば、RAM（例えば、SDRAM、DDR、RDRAM、SRAM）またはROM）を、非限定的な例として含み得る。

30

【0065】

特定の実施形態を、例えば計算装置（例えば、パーソナルコンピュータまたはモバイル装置）上に実行することができる。本明細書中において記載される多様な態様（例えば、モジュール、データリポジトリ、次元マップおよび次元プロファイル）が、例えば、計算装置上に実行される1つ以上の市販のアプリケーション内において実行され得る。例えば、本明細書中において記載される多様な態様は、Microsoft（Redmond、Washington）によって提供されるアプリケーション（例えば、.net、Microsoft Excel、およびMicrosoft Access）を実行するパーソナルコンピュータ上において実行することができる。また、例えば、本明細書中に記載される多様な態様を、他の市販のデータベースアプリケーション（例えば、データ保存、計算、グラフ生成ツール、ピボットテーブル、およびマクロプログラミング能力を特徴とするもの）を実行するパーソナルコンピュータ上において実行することができる。

40

【0066】

本発明の多様な態様のさらなる改変例および代替的な実施形態が、本記載を鑑みて、当業者にとって明らかとなるだろう。よって、本記載は、ひとえに例示的なものとして解釈されるべきであり、本発明を実行するための一般的方法を当業者に教示することを目的とする。本明細書中において図示および記載される本発明の形態は、実施形態の例としてとられるべきであることが理解されるべきである。要素および材料は本明細書中に例示および記載されるものと代替されてもよく、部分およびプロセスは逆転または省略されてもよく、本発明の特定の特徴は独立的に用いられてもよいことは、全て、本発明の本記載の恩恵を持てば、当業者にとって明らかである。本明細書中において記載される要素の変更が

50

、特許請求の範囲中に記載されるような本発明の主旨および範囲から逸脱することなく可能である。本明細書中において用いられる見出しは、ひとえに編成目的のためのものであり、本記載の範囲を限定するために用いられるものではない。

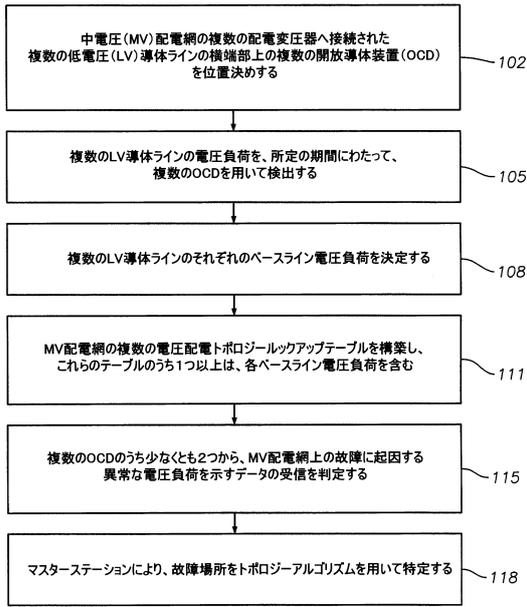
【 0 0 6 7 】

本出願全体において用いられる「～する可能性がある(may)」および「～できる(can)」という用語は、互換的に用いられ、必須のもの(すなわち、必要なもの)としてではなく、許容的なものとして用いられる(すなわち、可能性を持つ意味を有する)。「include」、「including」および「includes」という用語は、「含む(including)」を意味するが、これに限定されない。本出願全体において用いられる「a」、「an」および「the」などの単数形は、文脈からそうではないと明らかにならない限り、複数形を含む。よって、例えば、「要素(an element)」が2つ以上の要素の組み合わせを含み、当該要素に属する特徴は、2つ以上の要素それぞれの特徴であり得、あるいは、2つ以上の要素の異なる要素はそれぞれ、異なる、重複し得る、属する特徴の部分集合を持ち得る。本明細書中においてナンバリングに関連して用いられる用語(例えば、「一次(primary)」、「二次(secondary)」、「第1の(first)」、「第2の(second)」、「第3の(third)」、または他の序数)は、ひとえに記述目的のためのものであり、本明細書中において他に明記無き限り、いかなる具体的な順序または重要度を定義または暗示するものではない。他に具体的に明記無き限り、本議論から明らかであるように、本明細書全体において、「構築(constructing)」、「処理(processing)」、「分析(analyzing)」、「計算(calculating)」、「決定(determining)」などの用語を用いた場合、特定の装置(例えば、特殊目的用コンピュータまたは類似の特殊目的用電子処理/計算装置)のアクションまたはプロセスを指すことが理解される。本明細書中の文脈において、特殊目的用コンピュータまたは類似の特殊目的用電子処理/計算装置は、特殊目的用コンピュータまたは類似の特殊目的用電子処理/計算装置のメモリ、レジスタまたは他の情報記憶装置、送信装置または表示装置内の物理的な電子量、光量または磁気量として典型的に表される信号の操作または変換が可能である。

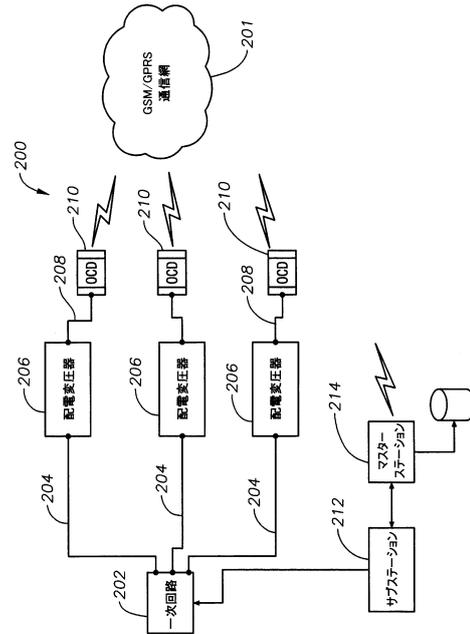
10

20

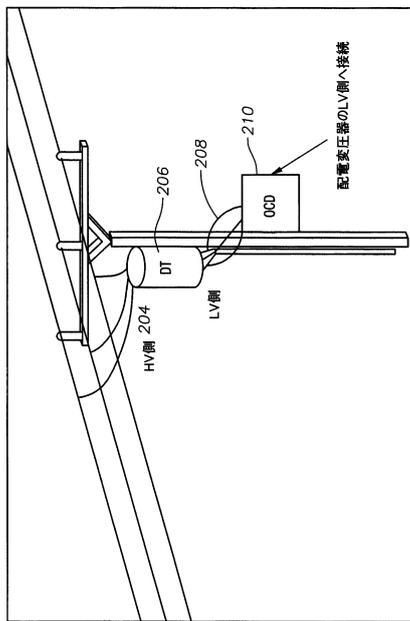
【図1】



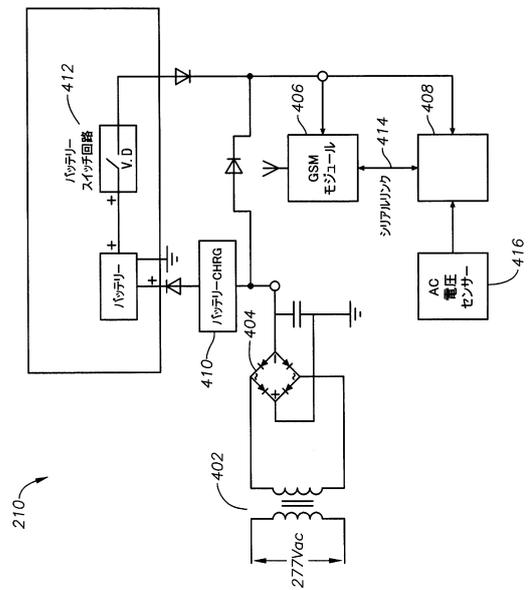
【図2】



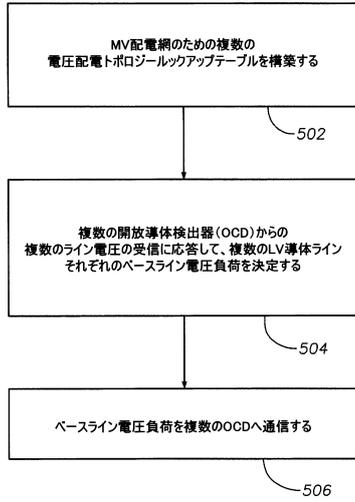
【図3】



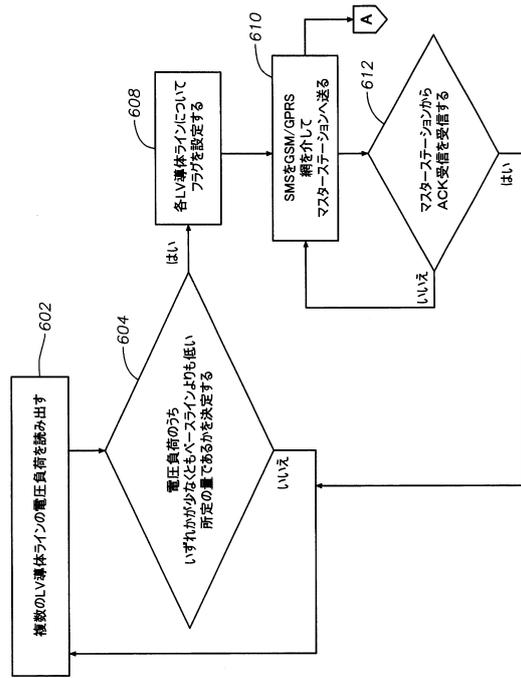
【図4】



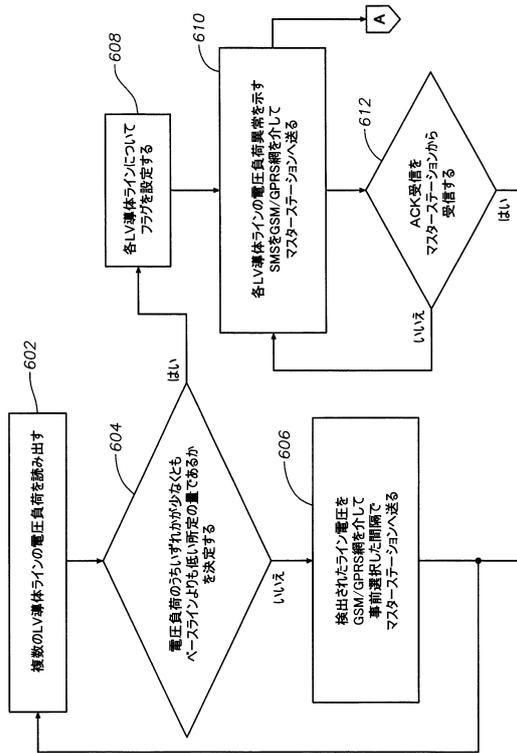
【図5】



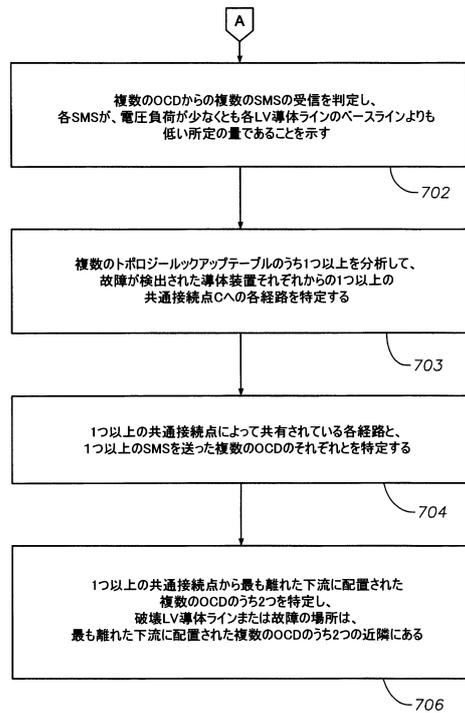
【図6A】



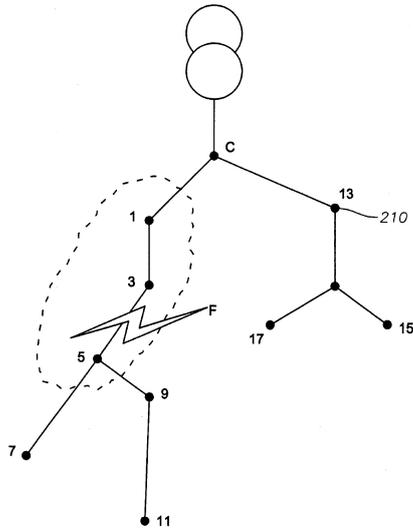
【図6B】



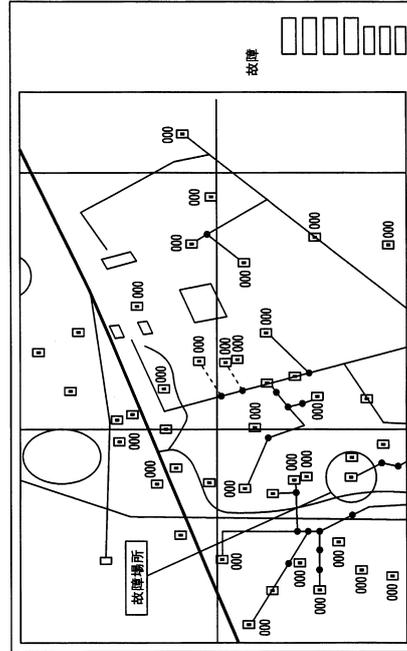
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

番号	メッセージ送信元(コマンド)	相電圧	状態
1	オペレータによる(+ライン)	P1 - 258V P2 - 257V P3 - 281V	動作可能
2	センサーによる (人為的故障の発生時)	P1 - 80V P2 - 165V P3 - 248V	警告: 故障 (フェーズ-B)
3	センサーによる (発生した人為的故障が クリアされた場合)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 282V	動作可能
4	センサーによる (人為的故障の発生時)	P1 - 109V P2 - 242V P3 - 100V	警告: 故障 (フェーズ-A)
5	センサーによる (発生した人為的故障が クリアされた場合)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 282V	動作可能
6	センサーによる (人為的故障の発生時)	P1 - 243V P2 - 106V P3 - 101V	警告: 故障 (フェーズ-C)
7	センサーによる (発生した人為的故障が クリアされた場合)	P1 - 258V P2 - 257V P3 - 282V	動作可能
8	オペレータによる(+ライン)	P1 - 259V P2 - 257V P3 - 283V	動作可能
9	オペレータによる(+ライン)	P1 - 260V P2 - 259V P3 - 285V	動作可能
10	オペレータによる(+ライン)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 283V	動作可能

フロントページの続き

- (74)代理人 100154379
弁理士 佐藤 博幸
- (74)代理人 100154829
弁理士 小池 成
- (74)代理人 100132403
弁理士 永岡 儀雄
- (74)代理人 100157680
弁理士 崎 山 潤一
- (72)発明者 アル・ガーンナム, サミ, エイチ.
サウジアラビア国 ダーラン, アル・ミドラ タワー ビルディング, イースト ウィング, フロア-10, シー-イー-シー-1011
- (72)発明者 カーン, ヤシン
サウジアラビア国 11421, リヤド, キング サウド ユニヴァーシティー, カレッジ オブ エンジニアリング, デパートメント オブ エレクトリカル エンジニアリング, サウジ アラムコ チェアー イン エレクトリカル パワー, ルーム ナンバー2シー108/2

審査官 坂本 聡生

- (56)参考文献 特開2012-105463(JP, A)
国際公開第2008/146358(WO, A1)
特開2011-250580(JP, A)
特開2005-185028(JP, A)
特開2007-282452(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J13/00