

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5993249号  
(P5993249)

(45) 発行日 平成28年9月14日(2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月26日(2016.8.26)

(51) Int. Cl. F I  
 H O 2 J 13/00 (2006.01) H O 2 J 13/00 3 O 1 B  
 G O 1 R 31/08 (2006.01) G O 1 R 31/08

請求項の数 10 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-186136 (P2012-186136)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年8月27日 (2012.8.27)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2013-55878 (P2013-55878A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成25年3月21日 (2013.3.21)		45、スケネクタデー、リバーロード、1
審査請求日	平成27年8月24日 (2015.8.24)		番
(31) 優先権主張番号	13/222,808	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年8月31日 (2011.8.31)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配電ネットワーク上の障害を位置特定するためのシステム、方法、および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

配電ネットワーク(200)上の障害を位置特定するための方法であって、  
 1つまたは複数のスマートメータ(102)により、前記配電ネットワーク(200)に関連する複数の電圧値を監視するステップと、

測定により電力システム障害に関連する過渡状態の不足電圧状況を検出するステップと、

サイクル毎に1回、基本的な電圧成分のRMSまたはフェーザの大きさを計算するステップと、

前記複数の監視した電圧値の1つまたは複数が、電力システム障害を示す場合に、

監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶するステップと、

障害電圧プロファイルをフォーマットするステップと、

1つまたは複数の終了直前メッセージを、電力損失直前の障害電圧プロファイルとともに、前記1つまたは複数のスマートメータ(102)から中央局受信機(136)または線路センサに送信することにより、検出した障害を指示するステップであって、前記1つまたは複数の終了直前メッセージが、前記監視かつ記憶した線間電圧値および線間電流値を含む、ステップと、

送信された前記メッセージを前記中央局受信機(136)で受信するステップと、

前記障害電圧プロファイルにより前記終了直前メッセージを判定するステップと、

前記障害電圧プロファイルにより受信した前記終了直前メッセージを電気接続性の順

に順序付けるステップと、

配電変電所に最も近いノードをオリジナルルートノードとして指定するステップと、  
前記オリジナルルートノードに電氣的に近接するすべてのメータからの線間電圧値を  
検査するステップと、

最も低い線間電圧値を有する、電氣的に近接するメータを判定するステップと、  
前記電氣的に近接するメータを新しいルートノードに昇格させるステップと、  
新しいルートノードが発見され得なくなるまで、前記電氣的に近接する最も低い線間  
電圧値を有するメータを前記新しいルートノードに昇格させるステップを繰り返すステッ  
プと、

障害位置が、最後に判定されたルートノードと、隣の電氣的に近接するメータとの間  
にあると判定するステップと、

を実行するステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記監視した線間電圧値の少なくとも一部分を保存するステップが、AC線間電圧の1  
つまたは複数のサイクルに対するRMSまたはフェーザ電圧測定結果を記憶するステップ  
を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の電圧を監視するステップが、前記配電ネットワーク(200)の1つまたは  
複数の枝路(202)上の電圧を監視するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の電圧を監視するステップが、前記配電ネットワーク(200)の1つまたは  
複数の枝路(202)に関連する、複数のタップ線(122、305)での電圧を監視す  
るステップを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 5】

前記1つまたは複数のメッセージを、前記1つまたは複数のスマートメータ(102)  
から前記中央局受信機(136)に送信するステップが、前記1つまたは複数のスマート  
メータ(102)を識別するコードを送信するステップをさらに含む、請求項1に記載の  
方法。

【請求項 6】

前記1つまたは複数のスマートメータ(102)を識別する前記コードを送信するステ  
ップが、前記中央局受信機(136)により受信され、前記1つまたは複数のスマートメ  
ータ(102)の位置を決定するために、前記配電ネットワーク(200)の前記モデル  
と比較される、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

障害位置を判定するステップが、前記配電ネットワーク(200)のスマートメータ(102)間の、物理的トポロジーおよびモデル形成された線路インピーダンス(124、128、132)に少なくとも部分的に基づく、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

配電ネットワーク(200)上の障害を位置特定するためのシステムであって、  
配電ネットワーク(200)と、  
少なくとも1つの中央局受信機(136)と、  
前記少なくとも1つの中央局受信機(136)と通信するように構成される1つまたは  
複数のスマートメータ(102)と、  
を備え、

前記1つまたは複数のスマートメータ(102)は、  
1つまたは複数のスマートメータ(102)により、前記配電ネットワーク(200)  
に関連する複数の電圧値を監視するステップと、  
測定により電力システム障害に関連する過渡状態の不足電圧状況を検出するステッ  
プと、

10

20

30

40

50

サイクル毎に 1 回、基本的な電圧成分の R M S またはフェーザの大きさを計算するステップと、

前記複数の監視した電圧値の 1 つまたは複数が、電力システム障害を示す場合に、

監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶するステップと、

障害電圧プロファイルをフォーマットするステップと、

1 つまたは複数の終了直前メッセージを、電力損失直前の障害電圧プロファイルとともに、前記 1 つまたは複数のスマートメータ ( 1 0 2 ) から中央局受信機 ( 1 3 6 ) または線路センサに送信することにより、検出した障害を指示するステップであって、前記 1 つまたは複数の終了直前メッセージが、前記監視かつ記憶した線間電圧値および線間電流値を含む、ステップと、

10

送信された前記メッセージを前記中央局受信機 ( 1 3 6 ) で受信するステップと、

前記障害電圧プロファイルにより前記終了直前メッセージを判定するステップと、

前記障害電圧プロファイルにより受信した前記終了直前メッセージを電気接続性の順に順序付けるステップと、

配電変電所に最も近いノードをオリジナルルートノードとして指定するステップと、

前記オリジナルルートノードに電氣的に近接するすべてのメータからの線間電圧値を検査するステップと、

最も低い線間電圧値を有する、電氣的に近接するメータを判定するステップと、

前記電氣的に近接するメータを新しいルートノードに昇格させるステップと、

新しいルートノードが発見され得なくなるまで、前記電氣的に近接する最も低い線間電圧値を有するメータを前記新しいルートノードに昇格させるステップを繰り返すステップと、

20

障害位置が、最後に判定されたルートノードと、隣の電氣的に近接するメータとの間にあると判定するステップと、

を実行するように構成されず、

システム。

#### 【請求項 9】

前記監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶するステップが、A C 線間電圧の基本的な成分の 1 つまたは複数のサイクルに対するフェーザ電圧測定結果を保存することを含む、請求項 8 に記載のシステム。

30

#### 【請求項 10】

前記複数の電圧を監視することが、前記配電ネットワーク ( 2 0 0 ) の 1 つまたは複数の枝路 ( 2 0 2 ) 上の電圧を監視することを含む、請求項 8 に記載のシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、一般には、配電ネットワークに関係し、詳細には、配電ネットワーク上の障害を位置特定することに関する。

40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

電力障害が配電ネットワークで発生する場合、回路遮断器、接触器、継電器などのような保護デバイスが、ネットワークの障害が起きた区間を切断および/または分離するために使用され得る。障害を、それが発生する場合に位置特定することは、配電ネットワークの管理に関連する多くの難題の 1 つであるが、障害が起きた区間が分離かつ修復されることが可能であり、その結果、障害が起きた線の区間によりサービス提供されない需要家に対して電力が迅速に復旧され得るように、配電ネットワークの高い信頼性の動作には、迅速かつ正確な障害位置特定が必要である。

#### 【発明の概要】

50

## 【0003】

上記の必要性の一部または全部は、本発明のいくつかの実施形態により対処され得る。本発明のいくつかの実施形態は、配電ネットワーク上の障害を位置特定するためのシステム、方法、および装置を含み得る。

## 【0004】

本発明の一例の実施形態によれば、配電ネットワーク上の障害を位置特定するための方法が提供される。この方法は、1つまたは複数のスマートメータにより、配電ネットワークに関連する複数の電圧値を監視するステップを含み、さらに、複数の監視した電圧値の1つまたは複数、指定の時間の間、所定の電圧以下であることが検出される場合に、監視した線間電圧 (line voltage) 値の少なくとも一部分を記憶するステップと、1つまたは複数のメッセージを、1つまたは複数のスマートメータから中央局受信機に送信するステップにより、検出した障害を指示するステップであって、1つまたは複数のメッセージが、監視かつ記憶した線間電圧値を含むステップと、送信した1つまたは複数のメッセージを中央局受信機で受信するステップと、1つまたは複数のメッセージ、および配電ネットワークのトポロジックおよび電気的モデルに少なくとも部分的に基づいて障害位置を決定するステップとを含む。

10

## 【0005】

別の一例の実施形態によれば、配電ネットワーク上の障害を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、配電ネットワークと、少なくとも1つの中央局受信機と、少なくとも1つの中央局受信機と通信するように構成される1つまたは複数のスマートメータとを含み、その1つまたは複数のスマートメータは、配電ネットワークに関連する複数の電圧を監視するように構成され、さらに、複数の監視した電圧値の1つまたは複数、指定の時間の間、所定の電圧以下であることが検出される場合に、監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶し、監視かつ記憶した線間電圧値を含む1つまたは複数のメッセージを、1つまたは複数のスマートメータから中央局受信機に送信することにより、検出した障害を指示し、送信した1つまたは複数のメッセージを中央局受信機で受信し、1つまたは複数のメッセージ、および配電ネットワークのモデルに少なくとも部分的に基づいて障害位置を決定するように構成される。

20

## 【0006】

別の一例の実施形態によれば、配電ネットワーク上の障害を位置特定するための装置が提供される。この装置は、少なくとも1つの中央局受信機、および少なくとも1つの中央局受信機と通信するように構成される1つまたは複数のスマートメータを含み、その1つまたは複数のスマートメータは、配電ネットワークに関連する複数の電圧を監視するように構成され、さらに、複数の監視した電圧値の1つまたは複数、指定の時間の間、所定の電圧以下であることが検出される場合に、監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶し、監視かつ保存した線間電圧値を含む1つまたは複数のメッセージを、1つまたは複数のスマートメータから中央局受信機に送信することにより、検出した障害を指示し、送信した1つまたは複数のメッセージを中央局受信機で受信し、1つまたは複数のメッセージ、および配電ネットワークのトポロジックおよび電気的モデルに少なくとも部分的に基づいて障害位置を決定するように構成される。

30

40

## 【0007】

本発明の他の実施形態、特徴、および態様が、本明細書で詳細に説明され、請求する本発明の一部とみなされる。他の実施形態、特徴、および態様は、以下の詳細な説明、添付の図面、および特許請求の範囲を参照して理解され得る。

## 【0008】

次に、必ずしも一定の縮尺では描写されない、添付の表および図面に対する参照を行う。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】本発明の一例の実施形態による、例示的な障害位置特定システムのブロック図で

50

ある。

【図2】本発明の一例の実施形態による、例示的な配電ネットワークのブロック図である。

【図3】本発明の一例の実施形態による、別の例示的な配電ネットワークのブロック図である。

【図4】本発明の一例の実施形態による、一例の方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の実施形態を、本発明の実施形態を示す添付の図面を参照して、以降で十分に説明する。しかしながら、本発明は、多くの異なる形式で実施され得るものであり、本明細書に記載した実施形態に限定されると解釈されるべきではなく、むしろ、これらの実施形態は、本開示が、綿密で徹底したものとなり、本発明の範囲を当業者に十分に伝えることになるように提供される。同じ番号は、全体を通して同じ要素を指す。

10

【0011】

本発明の一例の実施形態では、電気ネットワーク内の障害の位置を決定するために、高度メータ基盤(Advanced Meter Infrastructure)(AMI)システムと連関した収益メータを利用する。そのような情報は、知的な電氣的スイッチング動作により、障害が起きたネットワークセグメントを分離すること、および影響を受ける需要家に対する中断の継続時間を低減することを可能にすることによって、停電を最小限に抑えるのに役立つ。

20

【0012】

本発明のいくつかの一例の実施形態は、メータと、AMIヘッドエンドまたは中央局との間の通信を提供するためのAMIシステムを利用する。例えば、AMIシステムは、様々な需要家による電気エネルギーの消費をメータで計量するために、配電ネットワーク全体に設置される、複数の電力メータ(スマートメータ)を含む。AMIメータは、他のAMIメータまたはAMIヘッドエンドとの、ワイヤレスまたは有線の通信を容易にすることができる通信モジュールを含む。

【0013】

典型的なAMIシステムは、データ集信器、または、いくつかのAMIメータおよび/もしくはAMIヘッドエンドと通信状態であり得るアグリゲータを含み得る。本発明の一例の実施形態によれば、AMIヘッドエンドは、AMIメータに対する設定、管理、および通信を行うための、1つまたは複数のコンピュータシステムを含む。AMIヘッドエンドは、支払請求、需要家情報、電力システム動作などを含む電気事業での他のいくつかの用途に対して、データおよび情報のサービスを提供する。

30

【0014】

AMIシステムは、IEC-61968およびIEC-61970の規格に基づく、電力共通情報モデル(CIM)によりモデル形成され得る。そのようなネットワークモデルにより、電力システムネットワーク上のAMIメータの電気接続性のトポロジックおよび電氣的表現が可能になる。

【0015】

本発明の一例の実施形態によれば、AMIメータは、停電情報をAMIヘッドエンドに送信するように構成され得る。停電がAMIメータおよび関連する通信を実質的にシャットダウンする場合もあるので、停電の通信は、終了直前(last gasp)メッセージとして知られる。一例の実施形態では、グローバル一意ID(GUID)が、あらゆる終了直前メッセージで符号化され得るものであり、GUIDは、ネットワークモデル上の単一の実体(メータ、場所など)を表すことができる。

40

【0016】

本発明のいくつかの一例の実施形態によれば、AMIメータは、電力障害が停電を引き起こす場合に、障害電圧プロファイルをAMIヘッドエンドに送信するために、終了直前方法を利用することができる、1つまたは複数の障害識別モードを伴ってプログラミング

50

され、使用可能にされ得る。一例の実施形態では、障害位置特定ソフトウェアシステム（FLSS）が、障害検出メッセージを分析し、障害位置を決定するために、AMIヘッドエンドおよび配電ネットワークモデルを使用して実装され得る。

【0017】

一例の実施形態によれば、障害検出構成要素または回路が、電力システム障害に関連する過渡状態の不足電圧状況を検出するために利用され得る。例えば、障害検出構成要素または回路は、あらゆるサイクルで1回、基本的な電圧成分のRMSまたはフェーザの大きさを測定かつ計算する場合がある。電圧の大きさの値に関連するデータは、取り込まれ、局所的な電圧測定結果バッファに記憶され得るとともに、終了直前メッセージの際にAMIヘッドエンドに送信するための障害電圧プロファイルをフォーマットするために利用され得る。一例の実施形態によれば、電圧測定結果バッファの取り込みは、電圧ゼロ交差に同期されるので、精巧な時間同期は、AMIメータ間では必要とされない場合がある。

10

【0018】

一例の実施形態では、電力システム障害が発生する場合、AMIヘッドエンドは、影響を受けるあらゆるAMIメータから終了直前メッセージを受信する。これは、場合によっては数千のメッセージになり得る。しかしながら、メッセージの選択された部分集合のみが、障害電圧プロファイルメッセージを包含する。一例の実施形態によれば、AMIヘッドエンドは、障害電圧プロファイルメッセージをFLSSに経路指定することができる。

【0019】

一例の実施形態によれば、すべての特別の終了直前メッセージを受信した後で、FLSSは、電気接続性の順に、GUIDを使用してメッセージを順序付けることができる。配電変電所に電氣的に最も近いノードが、ルートノードに指定され得る。一例の実施形態では、FLSSは、ルートノードに電氣的に近接するすべてのメータからの障害電圧プロファイルを検査するアルゴリズムを実装することができる。一例の実施形態によれば、ルートノードと比較して最も低い電圧測定値を有すると判定される特定のメータに関連する（およびGUIDにより識別される）電圧測定結果バッファが、そのようなメータが障害位置により近い方向にあることの指示を提供する。次いで、FLSSは、このメータ（またはGUIDによる場所）を、新しいルートノードとして昇格させ、前のルートノードを障害経路リストに記憶する。本発明の一例の実施形態によれば、FLSSは、新しいルートノードがもはや発見され得なくなるまで、この処理を繰り返し反復することができる。次いで、FLSSは、障害位置が、最後のルートノードと、隣の電氣的に近接するAMIメータとの間にあると断定する。FLSSは、障害経路を公開することもできる。

20

30

【0020】

ルートノードから開始して、FLSSは、最も低い電圧測定結果を有するメータを位置特定するために、すべての電氣的に近接する障害電圧プロファイルを調査する。これにより、障害位置特定アルゴリズムが、配電ネットワーク内に任意の数の給電線の支線が存在する場合に作動することが可能になる。

【0021】

マルチソースの配電ネットワークには、2つ以上の供給源から電力が供給される。そのような構成では、FLSSは、各個のものが電源に最も近い、複数の「ルートノード」を位置特定することになる。アルゴリズムは、本質的には元のまま保持され、各個のルートノードの処理により、FLSSが、複数の経路から同じ障害位置に収束することが可能になるので、障害位置特定の確実性が向上する。

40

【0022】

本発明の一例の実施形態によれば、すべての電氣的に近接するメータの障害電圧プロファイルの検討によって、線路インピーダンス、線間距離（conductor spacing）などのようなシステムパラメータを認識または設定することが不必要になり得る。

【0023】

次に、障害を位置特定するための様々なメータ、プロセッサ、および通信プロトコルを

50

、添付の図を参照して説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の一例の実施形態による障害位置特定システム 1 0 0 を図示する。一例の実施形態では、高度メータ基盤 ( A M I ) メータ 1 0 2、1 2 6、1 3 0 は、相互に、および、A M I ヘッドエンドプロセッサ 1 3 6 または中央局と通信することができる。一例の実施形態では、A M I メータ 1 0 2 は、メモリ 1 0 4、1 つまたは複数の、プロセッサ 1 0 6、入出力インターフェース 1 0 8、および / またはネットワークインターフェース 1 1 0 を含み得る。一例の実施形態では、各個のメータは、高い信頼性で、かつ高い安全性で、セル / ページャネットワーク、衛星、認可無線、組み合わせの認可および無認可の無線、または電力線通信を介して収集された情報を通信することができる。通信を提供するネットワークは、固定ワイヤレス、メッシュネットワークまたはその 2 つの組み合わせを含み得る。他の可能性のあるネットワーク構成には、W i - F i および他のインターネット関係のネットワークがある。一例の実施形態によれば、A M I メータのメモリ 1 0 4 は、オペレーティングシステム 1 1 2、データ 1 1 4、電圧監視モジュール 1 1 6、メッセージングモジュール 1 1 8、および他の A M I 関係のモジュール 1 2 0 を含み得る。例示的な一例の実施形態では、A M I メータ 1 0 2 が、タップ線 1 2 2 と通信状態であり得るとともに、タップ線 1 2 2 に対しては、それぞれ A M I メータ 1 0 2、1 2 6、1 3 0 と A M I ヘッドエンド受信機 1 3 6 との間の送電線に関連する線路インピーダンス 1 2 4、1 2 8、1 3 2 が存在し得る。

10

【 0 0 2 5 】

図 2 は、本発明の実施形態を利用し得る、例示的な一例の配電ネットワーク 2 0 0 を図示する。例えば、ネットワーク 2 0 0 は、需要家、または需要家のグループに電力を提供するために、( 支線として知られる ) 給電線 2 1 4 に接続する、および給電線 2 1 4 から枝分れする線を含む枝路 2 0 2 を含み得る。ネットワーク 2 0 0 は、接続 / 切断ノードをネットワーク 2 0 0 に提供する、または、いくつかの区間をより大きなネットワーク 2 0 0 から分離するための回路遮断器 2 0 4、2 0 6 を含み得る。一例の実施形態によれば、ネットワーク 2 0 0 は、いくつかの枝路 2 0 2 をより大きなネットワーク 2 0 0 から分離または切断するために、さらなるスイッチング粒度を提供し得るセクショナルライザ 2 0 8、2 0 9 を含み得る。本発明のいくつかの一例の実施形態によれば、ネットワーク 2 0 0 は、給電線 2 1 4 の区間を相互に連結し得る、1 つまたは複数の連結スイッチ 2 1 0 を含み得る。図 2 は、枝路の 1 つ ( L 4 ) が障害を有すると明らかにする、一例の障害経路 2 1 2 をさらに図示する。例えば、障害は、短絡した線、地絡した線、接地障害、または普通でない量の電流の流れをもたらす場合がある他の状態などの、任意の数の状況を含み得る。

20

30

【 0 0 2 6 】

図 3 は、本発明の態様を例示可能である、( 図 2 のネットワーク 2 0 0 に対応する、ただし図 2 のネットワーク 2 0 0 で示されるものより多くの細部および構成要素を伴う ) 別の一例のネットワーク 3 0 0 を図示する。例えば、障害 3 0 4 が、特定のタップ線 3 0 5 に沿って発生する可能性がある。図 3 は、セクショナルライザ 3 0 2 で始まり、影響を受ける枝路 3 2 0 に沿って、影響を受けるタップ線まで、および障害 3 0 4 までたどることができる、一例の障害経路 3 0 6 を示す。図 3 は、枝路 L 4 3 2 0 に関連する第 1 のタップ線上の A M I メータ 3 0 7 をさらに示す。枝路 L 4 3 2 0 の第 2 のタップ線上の第 1 のメータ M 1 0 3 0 8、枝路 L 4 3 2 0 の第 3 の線上の第 1 のメータ M 2 0 3 1 0、枝路 L 4 3 2 0 の第 4 のタップ線上の第 1 のメータ M 3 0 3 1 2 を含む、追加的な A M I メータを示す。障害のもとにあるタップ線に関連するメータは、M 4 0 3 1 4、M 4 1 3 1 6、および M 4 2 3 1 8 を含む。

40

【 0 0 2 7 】

一例の実施形態によれば、ネットワークの区間は、関連するインピーダンス値を含み得る。例えば、障害 3 0 4 は、接地に対する障害インピーダンス Z f a u l t 3 2 2 に関連付けられ得る。メータ M 4 2 3 1 8 とメータ M 4 1 3 1 6 との間のタップ線路インピ

50

ーダンス $Z_1$   $Z_2$   $Z_4$ を含めて、他のインピーダンス値が、ネットワーク300に関連付けられ得る。他のインピーダンスは、第2の線路インピーダンス $Z_2$   $Z_3$   $Z_6$ 、第3の線路インピーダンス $Z_3$   $Z_8$ 、第4の線路インピーダンス $Z_4$   $Z_3$   $Z_0$ 、および第5の線路インピーダンス $Z_5$   $Z_3$   $Z_2$ を含み得る。

【0028】

一例の実施形態では、ヘッドエンド受信機334または中央局が、ネットワーク300内の様々なAMIメータからメッセージを受信し、前に説明したようなメッセージを処理するために利用され得る。

【0029】

一例の実施形態によれば、AMIメータは、障害ID機能を用いて構成され、1サイクル当たりでの過渡状態の不足電圧状況に対するRMSまたはフェーザ電圧の大きさを検出かつ計算することができる。障害ID機能は、瞬低検出技法の異形であり、自発報告機能とともに作動し得る。一例の実施形態によれば、障害検出機能は、不足電圧状況により始動され得る。例えば、1つまたは複数のサイクルの、RMSまたはフェーザ電圧の大きさが、設定した限度より低いならば、障害検出機能が始動され得る。一例の実施形態では、始動されると、障害検出機能は、次の20~30サイクルまたはそれ以上までのRMSまたはフェーザ電圧測定結果をメモリにバッファリングすることを開始する。

【0030】

一例の実施形態では、メータでの停電検出機能は、AMIメータの電力供給のDC電圧出力を監視することができる。この電圧が容認可能なしきい値より低く低下すると、停電事象がこのメータにおいて宣言される。停電の宣言が、障害ID自発報告機能を始動させ、障害検出機能により取り込まれた電圧の大きさが、AMIチャンネルを介して報告される。これらの自発メッセージは、障害ID終了直前メッセージとタグ付けされる。

【0031】

一例の実施形態によれば、停電が発生する場合、AMIヘッドエンドは、場合によっては、影響を受けるあらゆるメータから終了直前メッセージを受信する可能性がある。一例の実施形態では、AMIシステム(ルータ、集信器、およびゲートウェイ)は、一時的に(最高10秒の間)通常の終了直前メッセージの送信を一時停止し、データ経路を利用可能な障害ID終了直前メッセージを作成して、障害ID終了直前メッセージに対する優先的な経路指定を提供するように設計される。これにより、障害IDメッセージが、通常の終了直前停電通知メッセージに先立ってAMIヘッドエンドシステムに到着することが確実になる。

【0032】

一例の実施形態によれば、AMIヘッドエンド機能は、(最も近傍の障害IDの可能性のあるメータに対する)障害位置を正確に決定するために、最新のネットワークモデルとともに、報告された電圧プロファイルを分析可能である中央局システムに、障害ID情報を提供することができる。一例の実施形態によれば、図3に示すような支線L4 320上の電気障害は、以下のように進行し得る。障害電流 $I_{fault}$ が、支線L4 320を通過して障害が起きた位置304に流れ、障害経路に沿った各個のメータの電圧が決定され得る。例えば、 $V_{M42} = I_{fault} * Z_{fault}$ 、 $V_{M40} = I_{fault} * (Z_{fault} + Z_1)$ 、 $V_{M30} = I_{fault} * (Z_{fault} + Z_1 + Z_2)$ 、 $V_{M20} = I_{fault} * (Z_{fault} + Z_1 + Z_2 + Z_3)$ 、 $V_{M10} = I_{fault} * (Z_{fault} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4)$ 、および $V_{SW2} = I_{fault} * (Z_{fault} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)$ である。本発明の一例の実施形態によれば、これらの電圧は、各個のメータで決定される。やはり通信能力を所有する線路電流センサが、スマートメータ電圧から生じた電圧プロファイルの計算結果を検証かつ改善するために使用され得る、時間相関の障害電流値を提供することができる。給電線上の分散型電源の考えられる位置によって、または、下流の電動機負荷からの逆給電によって、シングルエンドの給電線上でさえ、電流が、障害の先で、給電線の一部から流れる場合があることに留意されたい。この筋書では、電圧プロファイルは、マルチソースの給電線に似ているよ

10

20

30

40

50



うに見え、相対的最低電圧を有することになる。アルゴリズムは、相対的極小値を確認するために、障害から下流に探索を継続することになる。

【0033】

次に図2に戻って参照し、連結スイッチT01 210が開状態であるとする、回路遮断器B1 204を通して流れる電力のすべてが、障害に給電している。支線202のL1、L2、およびL3での電圧レベルは、線路インピーダンスのために、SW2 209でよりも高く、そのような情報は、障害を位置特定するために利用され得る。

【0034】

次に、配電ネットワーク上の障害を位置特定するための一例の方法400を、図4のフローチャートを参照して説明する。方法400は、ブロック402で開始し、1つまたは複数のスマートメータにより、配電ネットワークに関連する複数の電圧値を監視するステップを含む。ブロック404は、複数の監視した電圧値の1つまたは複数が、指定の時間の間、所定の電圧以下であることが検出される場合に動作状態となるサブブロック406~414を含む。例えば、ブロック408は、監視した線間電圧値の少なくとも一部分を記憶するステップを含む。ブロック410は、1つまたは複数のメッセージを、1つまたは複数のスマートメータから中央局受信機に送信することにより、検出した障害を指示するステップであって、1つまたは複数のメッセージが、監視かつ記憶した線間電圧値を含むステップを含む。ブロック412は、送信した1つまたは複数のメッセージを中央局受信機で受信するステップを含む。ブロック414は、1つまたは複数のメッセージ、および配電ネットワークのモデルに少なくとも部分的に基づいて障害位置を決定するステップを含む。方法400は、ブロック414で終了する。

【0035】

一例の実施形態によれば、監視した線間電圧値の少なくとも一部分を保存するステップは、AC線間電圧の1つまたは複数のサイクルに対する、RMSおよび/またはフェーズ電圧の大きさを記憶するステップを含み得る。一例の実施形態では、複数の電圧を監視するステップは、配電ネットワーク200の1つまたは複数の枝路202上の電圧を監視するステップを含み得る。複数の電圧を監視するステップは、配電ネットワーク200の1つまたは複数の枝路202に関連する、複数のタップ線122、305での電圧を監視するステップをさらに含み得る。

【0036】

一例の実施形態では、1つまたは複数のメッセージを、1つまたは複数のスマートメータ102から中央局受信機136に送信するステップは、1つまたは複数のスマートメータ102を識別するコードを送信するステップをさらに含む。1つまたは複数のスマートメータ102を識別するコードを送信するステップは、中央局受信機136により受信され、1つまたは複数のスマートメータ102の位置を決定するために、配電ネットワーク200のモデルと比較される。障害位置は、配電ネットワーク200のスマートメータ102間の、モデル形成された線路インピーダンス124、128、132に少なくとも部分的に基づいて決定され得る。

【0037】

いくつかの一例の実施形態によれば、障害が起きたネットワークセグメントを分離する能力を提供する、いくつかのシステム、方法、および装置を生成することなどの、いくつかの技術的効果が提供され得る。本発明の一例の実施形態では、障害が起きたネットワークセグメントの復旧時間を向上させるためのシステム、方法、および装置を提供する、さらなる技術的効果を提供することができる。本発明の一例の実施形態では、障害位置特定システム100、ネットワークシステム200、および詳細なネットワークシステム300は、任意の動作を容易にするように実行される、任意の数のハードウェアおよび/またはソフトウェアのアプリケーションを含み得る。

【0038】

いくつかの一例の実施形態では、1つまたは複数のI/Oインターフェースが、障害位置特定システム100、ネットワークシステム200、および詳細なネットワークシステ

10

20

30

40

50

ム300と、1つまたは複数の入出力デバイスとの間の通信を容易にすることができる。例えば、ユニバーサルシリアルバスポート、シリアルポート、ディスクドライブ、CD-ROMドライブ、および/または、ディスプレイ、キーボード、キーパッド、マウス、コントロールパネル、タッチスクリーンディスプレイ、マイクロホンなどのような1つもしくは複数のユーザインターフェースデバイスが、障害位置特定システム100、ネットワークシステム200、および詳細なネットワークシステム300とのユーザの対話処理を容易にすることができる。1つまたは複数のI/Oインターフェースは、多種多様な入力デバイスから、データおよび/またはユーザ命令を、受信または収集するために利用され得る。受信したデータは、本発明の様々な実施形態で必要に応じて、1つもしくは複数のコンピュータプロセッサにより処理され、および/または、1つもしくは複数のメモリデバイスに記憶され得る。

10

**【0039】**

1つまたは複数のネットワークインターフェースが、障害位置特定システム100、ネットワークシステム200、および詳細なネットワークシステム300の、入力および出力の、1つもしくは複数の適したネットワークへの接続、ならびに/または、接続、例えば、システムに関連する任意の数のセンサとの通信を容易にする接続を容易にすることができる。1つまたは複数のネットワークインターフェースは、外部のデバイスおよび/またはシステムとの通信のために、1つまたは複数の適したネットワーク、例えば、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、インターネット、セルラーネットワーク、無線周波数ネットワーク、Bluetooth(商標)(Telefonaktiebolaget LM Ericssonが所有権を有する)が使用可能なネットワーク、Wi-Fi(商標)(Wi-Fi Allianceが所有権を有する)が使用可能なネットワーク、衛星ベースのネットワークの任意の有線ネットワーク、任意のワイヤレスネットワークなどとの接続をさらに容易にすることができる。

20

**【0040】**

必要に応じて、本発明の実施形態は、図1、2、および3に例示する構成要素の、より多いものまたはより少ないものを伴う、障害位置特定システム100、ネットワークシステム200、および詳細なネットワークシステム300を含み得る。

**【0041】**

本発明のいくつかの実施形態が、本発明の一例の実施形態による、システム、方法、装置、および/またはコンピュータプログラム製品の、ブロック図および流れ図を参照して、上記で説明されている。ブロック図および流れ図の、1つまたは複数のブロック、ならびに、ブロック図および流れ図内のブロックの組み合わせが、それぞれ、コンピュータ実行可能プログラム命令により実装され得ることが理解されよう。同様に、ブロック図および流れ図の一部のブロックは、本発明の一部の実施形態によっては、必ずしも提示された順に遂行される必要がない場合があり、または、必ずしも全体で遂行される必要がない場合がある。

30

**【0042】**

これらのコンピュータ実行可能プログラム命令は、コンピュータ、プロセッサ、または他のプログラム可能データ処理装置上で実行する命令が、流れ図のブロックまたは複数のブロックで指定した、1つまたは複数の機能を実装するための手段を生成するように、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、プロセッサ、または、特定の機械を製造するための他のプログラム可能データ処理装置上にロードされ得る。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ可読メモリに記憶した命令が、流れ図のブロックまたは複数のブロックで指定した、1つまたは複数の機能を実装する命令手段を含む、1点の製造物を製造するように、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置に、特定の様式で機能するように指図することができる、コンピュータ可読メモリにさらに記憶され得る。例として、本発明の実施形態は、コンピュータ可読プログラムコードまたはプログラム命令が中に包含され、前記コンピュータ可読プログラムコードが、流れ図のブロックまたは複数のブロックで指定した、1つまたは複数の機能を実装するために実行されるように適

40

50

合される、コンピュータ使用可能媒体を備える、コンピュータプログラム製品を提供することができる。コンピュータプログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラム可能装置上で実行する命令が、流れ図のブロックまたは複数のブロックで指定した機能を実装するための、要素またはステップを提供するように、コンピュータ実装処理を生成するために、一連の演算要素またはステップが、コンピュータまたは他のプログラム可能装置上で遂行されるようにするために、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置上にさらにロードされ得る。

【 0 0 4 3 】

したがって、ブロック図および流れ図のブロックは、指定の機能を遂行するための手段の組み合わせ、指定の機能を遂行するための要素もしくはステップの組み合わせ、ならびに、指定の機能を遂行するためのプログラム命令手段をサポートする。ブロック図および流れ図の各個のブロック、ならびにブロック図および流れ図内のブロックの組み合わせが、指定の機能、要素もしくはステップ、または、専用ハードウェアおよびコンピュータ命令の組み合わせを遂行する、専用の、ハードウェアベースのコンピュータシステムにより実装され得ることがさらに理解されよう。

10

【 0 0 4 4 】

本発明のいくつかの実施形態を、現在最も実用的かつ様々な実施形態とみなされるものに関して説明したが、本発明は、開示した実施形態に限定されるべきではなく、それとは反対に、添付の特許請求の範囲の範囲内に含まれる様々な修正および等価の配置構成を網羅することが意図されるということを理解されたい。具体的な用語を本明細書で利用するが、それらは、一般的かつ説明的な意味のみで使用され、限定の目的では使用されない。

20

【 0 0 4 5 】

この記述した説明では、最良の形態を含めて、本発明のいくつかの実施形態を開示するために、さらに、任意のデバイスまたはシステムを作製かつ使用すること、および任意の組み込んだ方法を遂行することを含めて、本発明のいくつかの実施形態を任意の当業者が実践することを可能にするために、例を使用する。本発明のいくつかの実施形態の特許的な範囲は、特許請求の範囲で定義され、当業者が想到する他の例を含み得る。そのような他の例は、それらが、特許請求の範囲の文字通りの文言と異なる構造要素を有するならば、または、それらが、特許請求の範囲の文字通りの文言と実質的な違いのない等価の構造要素を含むならば、特許請求の範囲の範囲内にあることが意図される。

30

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

- 1 0 0 障害位置特定システム
- 1 0 2 A M I (スマートメータ)
- 1 0 4 メモリ
- 1 0 6 プロセッサ (複数可)
- 1 0 8 入出力インターフェース (複数可)
- 1 1 0 ネットワークインターフェース (複数可)
- 1 1 2 オペレーティングシステム
- 1 1 4 データ
- 1 1 6 電圧監視モジュール
- 1 1 8 メッセージングモジュール
- 1 2 0 A M I モジュール
- 1 2 2 タップ線
- 1 2 4 線路インピーダンス
- 1 2 6 A M I メータ
- 1 2 8 線路インピーダンス
- 1 3 0 A M I メータ
- 1 3 2 線路インピーダンス
- 1 3 4 給電線または枝路

40

50

1 3 6	A M Iヘッドエンド受信機 / プロセッサ	
2 0 0	ネットワーク	
2 0 2	枝路	
2 0 4	回路遮断器 1	
2 0 6	回路遮断器 2	
2 0 8	セクシヨナライザ 1	
2 0 9	セクシヨナライザ 2	
2 1 0	連結スイッチ	
2 1 2	障害経路	
2 1 4	給電線	10
3 0 0	ネットワーク	
3 0 2	セクシヨナライザ 1	
3 0 4	障害	
3 0 5	タップ線	
3 0 6	障害経路	
3 0 7	枝路 L 4 の第 1 のタップ線上のメータ	
3 0 8	枝路 L 4 の第 2 のタップ線上の第 1 のメータ M 1 0	
3 1 0	枝路 L 4 の第 3 のタップ線上の第 1 のメータ M 2 0	
3 1 2	枝路 L 4 の第 4 のタップ線上の第 1 のメータ M 3 0	
3 1 4	枝路 L 4 の第 5 のタップ線上の第 1 のメータ M 4 0	20
3 1 6	枝路 L 4 の第 5 のタップ線上の第 2 のメータ M 4 1	
3 1 8	枝路 L 4 の第 5 のタップ線上の第 3 のメータ M 4 2	
3 2 0	枝路 L 4	
3 2 2	接地に対する障害インピーダンス Z f a u l t	
3 2 4	タップ線路インピーダンス Z 1	
3 2 6	第 2 の線路インピーダンス Z 2	
3 2 8	第 3 の線路インピーダンス Z 3	
3 3 0	第 4 の線路インピーダンス Z 4	
3 3 2	第 5 の線路インピーダンス Z 5	
3 3 4	ヘッドエンド受信機 / プロセッサ	30
4 0 0	方法流れ図	
4 0 2 ~ 4 1 4	ブロック	

【 図 1 】

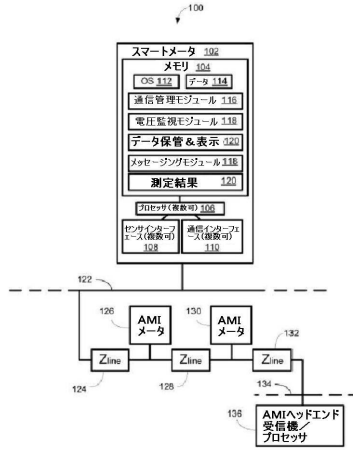


FIG. 1

【 図 2 】

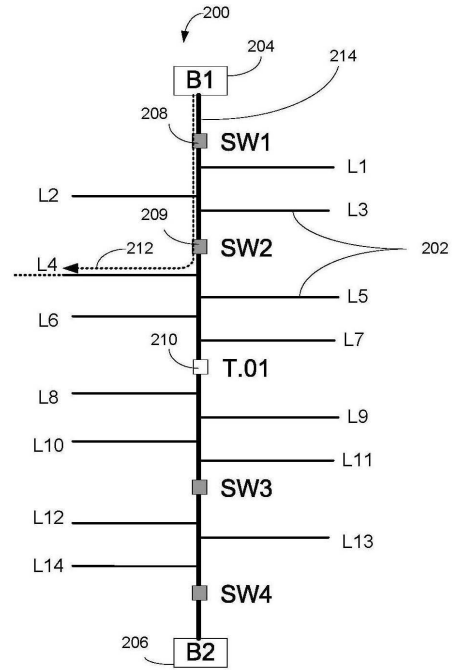


FIG. 2

【 図 3 】

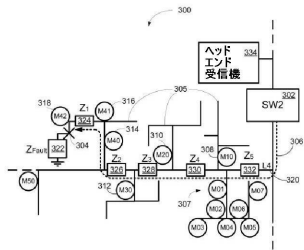


FIG 3

【 図 4 】

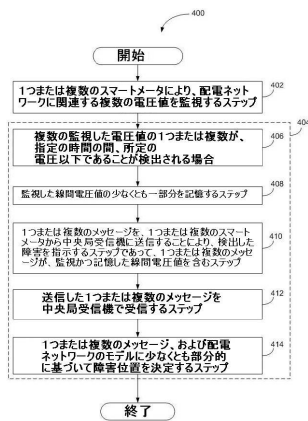


FIG. 4

---

フロントページの続き

(72)発明者 アジェイ・コリウッド

アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、トレヴォース、ソマー-ton・ロード、4636番

(72)発明者 マーク・アダミアク

アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、パオリ、バーウィン - パオリ・ロード、1423番

審査官 早川 卓哉

(56)参考文献 特開2008-170381(JP,A)

特開昭61-221542(JP,A)

特開平07-098352(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0031977(US,A1)

特開平05-292657(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J13/00

H02J3/00-3/50

H02H1/00-3/07

G01R31/08