

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-507913

(P2015-507913A)

(43) 公表日 平成27年3月12日(2015.3.12)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02J 3/00	(2006.01)	H02J 3/00	170	5G066
H02J 3/32	(2006.01)	H02J 3/32		
G06Q 50/06	(2012.01)	G06Q 50/06		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-549447 (P2014-549447)
 (86) (22) 出願日 平成24年12月21日 (2012.12.21)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年8月22日 (2014.8.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/076603
 (87) 国際公開番号 W02013/098233
 (87) 国際公開日 平成25年7月4日 (2013.7.4)
 (31) 優先権主張番号 11306813.4
 (32) 優先日 平成23年12月30日 (2011.12.30)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 501263810
 トムソン ライセンシング
 Thomson Licensing
 フランス国, 92130 イッシー レ
 ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
 1-5
 1-5, rue Jeanne d'Ar
 c, 92130 ISSY LES
 MOULINEAUX, France
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 サロニデイス, セオドロス
 アメリカ合衆国 10003 ニューヨー
 ク州 アパートメント 2A イースト・
 セブentyイーンズ・ストリート 331
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電能力の適応化とエネルギー貯蔵装置サイズの決定

(57) 【要約】

ある期間の間、電力供給網(2)の停電確率を求める方法であって、データ処理装置のプロセッサによって実行される、上記期間を数個の時間間隔に分割するステップと、上記期間の間、発電施設(4)の発電能力とエネルギー貯蔵装置(8)のエネルギー貯蔵装置サイズとを求めるステップと、時間間隔毎の負荷ユニット(6)の負荷ユニット需要から時間間隔毎の有効負荷ユニット需要を求めるステップと、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、有効負荷ユニット需要を含むグリッド・パラメータを用いて停電確率を算出するステップであって、グリッド・パラメータの最大値が上記期間の全ての時間間隔に関して最適化される上記ステップと、を含む上記方法。

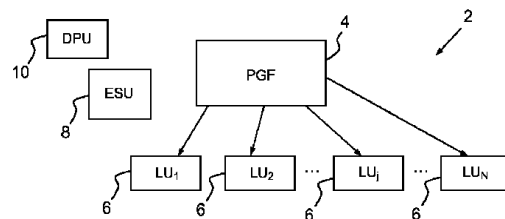


FIG.1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ある期間の間、発電施設（４）とエネルギー貯蔵装置（８）とを使用して少なくとも一つの負荷ユニット（６）に電力を分配する、特にスマート・グリッドである電力供給網（２）の停電確率を求める方法であって、該方法は、データ処理装置（１０）のプロセッサ（１２）によって実行される、

前記期間を数個の時間間隔に分割するステップ（２０）と、

前記期間の間、前記発電施設（４）の発電能力と、前記エネルギー貯蔵装置（８）のエネルギー貯蔵装置サイズとを求めるステップ（２２）と、

時間間隔毎の前記負荷ユニット（６）の負荷ユニット需要から、それぞれ、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要を求めるステップであって、時間間隔毎の前記負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取ることによって得られ、前記有効負荷ユニットは前記負荷ユニット（６）のピーク需要と平均需要との間にある値を取る、前記ステップと、

前記発電能力、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、前記有効負荷ユニット需要を含むグリッド・パラメータを用いて前記停電確率を算出するステップ（２４）であって、前記グリッド・パラメータの最大値が前記期間の全ての時間間隔について最適化される、前記ステップと、

を含む前記方法。

【請求項 2】

前記負荷ユニット需要は、時間間隔毎にいくつかの負荷ユニット需要配分を含んでおり、前記有効負荷ユニット需要を求めるステップは、各々の負荷ユニット需要配分から、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要配分を求めることを含み、時間間隔毎の前記負荷ユニット需要配分が前記データベースから読み出され、前記いくつかの負荷ユニット需要配分を集約した多重パラメータが求められ、前記グリッド・パラメータは、前記多重パラメータを含み、かつ、前記グリッド・パラメータの最小値が、前記データ処理装置の前記プロセッサによって前記多重パラメータについて更に最適化されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記負荷ユニット需要配分は確率的な配分であることを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記負荷ユニット需要配分が所定の電力使用プロファイルとして提供されることを特徴とする、請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記電力使用プロファイルは、毎日、毎週、毎月又は毎年の電力使用に関するものであることを特徴とする、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記負荷ユニット需要配分が、メータによってリアルタイムに測定されて前記データベースに提供される測定値として提供されることを特徴とする、請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記測定値は、各々の負荷ユニットにおいて、又は、エネルギー貯蔵装置において測定されることを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

特にスマート・グリッドである電力供給網（２）の発電能力を適応化する方法であって、

a) 前記発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、負荷ユニット需要を求めるステップであって、前記発電能力、及び/又は、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び/又は、前記負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取る

10

20

30

40

50

ことによって得られる、前記ステップと、

b) 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法に従って、データ処理装置のプロセッサによって、前記発電能力、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、前記負荷ユニット需要に依存して、停電確率を算出するステップと、

c) 前記停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、

d) 前記停電確率が前記目標信頼性閾値よりも小さい場合、前記発電能力を調節するステップと、

e) 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法に従って、前記データ処理装置の前記プロセッサによって、前記調節された発電能力、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、前記負荷ユニット需要に依存して、新たな停電確率を算出するステップと、

f) 前記新たな停電確率を前記目標信頼性閾値と比較するステップと、

g) 前記新たな停電確率が前記目標信頼性閾値以上になるまで、前記ステップ d) から f) を繰り返すステップと、

を含む前記方法。

【請求項 9】

発電施設(4)と負荷ユニット(6)とを含む、特にスマート・グリッドである電力供給網(2)のためのエネルギー貯蔵装置サイズを求める方法であって、

a) 発電能力と負荷ユニット需要とを求めるステップであって、前記負荷ユニット需要はデータベースから読み出される所定の電力使用プロファイルから求められる、前記ステップと、

b) 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法に従って、データ処理装置のプロセッサによって、前記発電能力、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、前記負荷ユニット需要に依存して、停電確率を算出するステップと、

c) 前記停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、

d) 前記停電確率が前記目標信頼性閾値よりも小さい場合、前記エネルギー貯蔵装置サイズを調節するステップと、

e) 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法に従って、前記データ処理装置の前記プロセッサによって、前記調節されたエネルギー貯蔵装置サイズ、前記発電能力、及び、前記負荷ユニット需要に依存して、新たな停電確率を算出するステップと、

f) 前記新たな停電確率を前記目標信頼性閾値と比較するステップと、

g) 前記新たな停電確率が前記目標信頼性閾値以上になるまで、前記ステップ d) から f) を繰り返すステップと、

を含む前記方法。

【請求項 10】

ある期間の間、発電施設(4)とエネルギー貯蔵装置(8)とを使用して少なくとも 1 つの負荷ユニット(6)に電力を分配する、特にスマート・グリッドである電力供給網(2)の停電確率を求めるデータ処理装置(10)であって、該データ処理装置(10)は、

前記期間を数個の時間間隔に分割する処理と、

前記期間の間、前記発電施設(4)の発電能力と前記エネルギー貯蔵装置(8)のエネルギー貯蔵装置サイズとを求める処理と、

時間間隔毎の前記負荷ユニット(6)の負荷ユニット需要から、それぞれ、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要を求める処理であって、時間間隔毎の前記負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取ることによって得られ、前記有効負荷ユニットは前記負荷ユニット(6)のピーク需要と平均需要との間にある値を取る、前記処理と、

前記発電能力、前記エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、前記有効負荷ユニット需要を含むグリッド・パラメータを用いて前記停電確率を算出する処理であって、前記グリッド・パラメータの最大値が前記期間の全ての時間間隔について最適化される、前記処理と、を行うプロセッサ(12)を備えている、前記データ処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記発電能力は確率的な発電配分を含むことを特徴とする、請求項 1 0 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 2】

前記発電能力はいくつかの個別の発電能力を含むことを特徴とする、請求項 1 0 または 1 1 に記載のデータ処理装置。

【請求項 1 3】

前記発電能力は、原子力発電設備、石炭発電設備、石油発電設備、ガス発電設備、太陽光発電設備、水力発電設備、及び、風力発電設備のグループのうち少なくとも 1 つの発電設備を指していることを特徴とする、請求項 1 0 から 1 2 のいずれか 1 項に記載のデータ処理装置。

10

【請求項 1 4】

前記エネルギー貯蔵装置サイズはいくつかの個別のエネルギー貯蔵装置サイズを含むことを特徴とする、請求項 1 0 から 1 3 のいずれか 1 項に記載のデータ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力供給網の停電の確率を求める方法、発電能力を適応化する方法、及び、エネルギー貯蔵装置のサイズを決定する方法に関する。また、本発明は、データ処理装置にも関する。

20

【背景技術】**【0002】**

電力供給網システムは、通常、燃料（すなわち、石炭、石油、ガス）ベースの発電設備によって生産される電力を、風力、太陽光及びマイクロ水力発電から得られる種々のエネルギー源と組み合わせている。燃料ベースの発電設備は、これらの種々のエネルギー源によるエネルギー生産の上昇及び下降と、変動する需要とに適合するために、生産規模を拡大及び縮小する必要がある。

【0003】

変化する需要に対処するために、2つの基本的な方法が使用される。第1の方法として、燃料ベースの発電設備を、その最大出力を下回るように運転して、必要な時に生産電力量を迅速に増大できる（スピニング・リザーブ（運転予備力））。第2の方法として、補助の発電設備（例えば、燃焼ガス・タービンに基づくもの）を（僅か数分で）起動して、生産能力を増大できる。これらの方法は、共に、多大な費用を要する。最大出力を下回るように稼働するスピニング・リザーブの設備は、通常、その最大効率を下回って発電し、また、補助の発電設備における高価な発電装置は、大抵の時間、不使用状態のままである。

30

【0004】

費用の問題は別として、既存の発電システムは、毎日の又は毎月の使用プロファイルによって事前に提供される確定的な需要の情報に基づいて電力を調整している。既存の発電システムは、太陽電池及び風力タービンのような、電力供給網に接続された断続的なエネルギー源から生じるリアルタイムの確率的なエネルギー源とエネルギー需要とに対応するようには設計されていない。

40

【0005】

電力供給網のエネルギー貯蔵は、電力供給網において電気を大規模に貯蔵するために用いられる方法を意味する。電気エネルギーは、発電設備による生産が消費を超えている期間中貯蔵され、貯蔵されたエネルギーは、消費が生産を超えると使用される。エネルギー貯蔵は、2つの潜在的な利点を有している。第1の利点として、エネルギー貯蔵は、エネルギー生産の効率を上げ、コストを下げることができる。エネルギー貯蔵によって、発生させる電力のピークを低減でき、また、瞬間的な消費に適合するために発電設備の規模を

50

急激に拡大及び縮小する必要がなくなる。これには、燃料ベースの発電設備を、より低い電力生産レベルで、いっそう効率的にそして容易に運転できるという利点がある。第2の利点として、エネルギー貯蔵によって、種々のエネルギー源とエネルギー需要の利用が容易になる。エネルギー生産とエネルギー消費は、共に、時間の経過に伴ってランダムに変化し得るが、電力供給網のオペレータは、貯蔵によって、エネルギー生産をエネルギー消費に適応化できる。

【0006】

電力供給網におけるエネルギー貯蔵は、高い可能性があり、その使用も増えているが、そのようなシステムを効率的にいかにして設計し、運転するかについては、まだ明確になっていない。1つの可能性のある設計手法は、常に需要に確実に適合するために、システムの運転の前にエネルギー貯蔵のサイズ(規模)を設定することである。

10

【0007】

バッテリーのサイジングの既知の方法は、具体的な需要要求を求めると、指定期間の間その負荷に電力を供給できるバッテリー・サイズを選択することと、から成る。ANSI/IEEE 485は、この種の電池サイジングについての業界基準である。また、ANSI/IEEE 1115は、据え付け用ニッケル・カドミウム・バッテリーのサイジングに関するIEEE推奨手法であり、ニッケル・カドミウム・バッテリーについての等価サイジング情報を提供している。両方法は、確定的な需要デューティ・サイクルを前提として、デューティ・サイクルの最も高い区間に基づいてバッテリーのサイズを設定する。これは、最悪のデューティ・サイクルのピーク負荷が平均値よりかなり高く確率的なエネルギー源及び/又は需要に適用できない場合に、保守的な設計をもたらす。

20

【0008】

確率的なエネルギー源についてのバッテリー・サイジング技術に言及する研究論文がいくつかある。

【0009】

第1の論文として挙げる、P. Arun氏、R. Banerjee氏、及び、S. Bandyopadhyay氏による、アドバンス・イン・エネルギー・リサーチ(Advances in Energy Research)(AER2006)、「Sizing Curve for Design of Isolated Power Systems(個々の電力システムの設計のためのサイジング曲線)」には、エネルギー貯蔵を備えた光起電力システムについての設計空間手法が提案されており、この設計空間は、システムが適切に稼働するために、全ての実行可能な発電及び貯蔵サイズで構成されている。

30

【0010】

第2の論文として挙げる、A. Roy氏、S. Kedare氏、及び、S. Bandyopadhyay氏による、ケミカル・エンジニアリング・トランザクション(CheMical Engineering Transactions)、第18巻(2009)、「Design of Wind Power Generation systems for Industrial Application Incorporating Resource Uncertainty(リソースの不確実性を組み込む産業用途の風力発電システムの設計)」では、設計段階において信頼性目標を用いて風力リソースの不確実性を組み込むことによって風力バッテリー・システムをサイジングして最適化するための設計空間技法を提案することで、第1の論文の開示事項を発展させている。

40

【0011】

これらの文献に記載された方法には、次のような制限がある。第1に、両者とも需要の事前認識を前提としている。第2に、第2の論文は、風力発電がワイプル分布に従うことを前提にしており、この方法は、その分布についてのみ機能する。

【発明の概要】

【0012】

本発明の目的は、電力供給網の規模を定め、電力供給網を制御するための改良型技術を

50

提供することである。

【0013】

この目的は、独立請求項1に記載の方法、独立請求項8に記載の方法、独立請求項9に記載の方法、及び、独立請求項10に記載のデータ処理装置によって達成される。また、本発明の有利な実施形態は、従属請求項の主題となっている。

【0014】

一態様によれば、本発明は、ある期間の間、発電施設とエネルギー貯蔵装置とを使用して少なくとも1つの負荷ユニットに電力を分配する、特にスマート・グリッドである電力供給網の停電確率を求める方法であって、該方法は、データ処理装置のプロセッサによって実行される、上記期間を数個の時間間隔に分割するステップと、上記期間の間、発電施設の発電能力と、エネルギー貯蔵装置のエネルギー貯蔵装置サイズとを求めるステップと、時間間隔毎の負荷ユニットの負荷ユニット需要から、それぞれ、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要を求めるステップであって、時間間隔毎の負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取ることによって得られ、有効負荷ユニットは負荷ユニットのピーク需要と平均需要との間にある値を取る上記ステップと、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、有効負荷ユニット需要を含むグリッド・パラメータを用いて停電確率を算出するステップであって、グリッド・パラメータの最大値が上記期間の全ての時間間隔について最適化される上記ステップと、を含む方法を提供する。

10

【0015】

他の態様によれば、本発明は、特にスマート・グリッドである電力供給網の発電能力を適応化する方法であって、a) 発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、負荷ユニット需要を求めるステップであって、発電能力、及び/又は、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び/又は、負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取ることによって得られる上記ステップと、b) データ処理装置のプロセッサによって、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、負荷ユニット需要に依存して、停電確率を算出するステップと、c) 停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、d) 停電確率が目標信頼性閾値よりも小さい場合、発電能力を調節するステップと、e) データ処理装置のプロセッサによって、調節された発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、負荷ユニット需要に依存して、新たな停電確率を算出するステップと、f) 新たな停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、g) 新たな停電確率が目標信頼性閾値以上になるまで、上記ステップd) からf) を繰り返すステップと、を含む方法を提供する。

20

30

【0016】

更に他の態様によれば、本発明は、発電施設と負荷ユニットとを含む、特にスマート・グリッドである電力供給網のためのエネルギー貯蔵装置サイズを求める方法であって、a) 発電能力と負荷ユニット需要とを求めるステップであって、負荷ユニット需要はデータベースから読み出される所定の電力使用プロファイルから算定される上記ステップと、b) データ処理装置のプロセッサによって、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、負荷ユニット需要に依存して、停電確率を算出するステップと、c) 停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、d) 停電確率が目標信頼性閾値よりも小さい場合、エネルギー貯蔵装置サイズを調節するステップと、e) データ処理装置のプロセッサによって、調節されたエネルギー貯蔵装置サイズ、発電能力、及び、負荷ユニット需要に依存して、新たな停電確率を算出するステップと、f) 新たな停電確率を目標信頼性閾値と比較するステップと、g) 新たな停電確率が目標信頼性閾値以上になるまで、上記ステップd) からf) を繰り返すステップと、を含む方法を提供する。

40

【0017】

更に他の態様によれば、本発明は、ある期間の間、発電施設とエネルギー貯蔵装置とを使用して少なくとも1つの負荷ユニットに電力を分配する、特にスマート・グリッドである電力供給網の停電確率を求めるデータ処理装置であって、該データ処理装置は、上記期間を数個の時間間隔に分割する処理と、上記期間の間、発電施設の発電能力とエネルギー貯蔵装置についてのエネルギー貯蔵装置サイズとを求める処理と、時間間隔毎の負荷ユニ

50

ットの負荷ユニット需要から、それぞれ、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要を求める処理であって、時間間隔毎の負荷ユニット需要は、データベースから読み出されるか、又は、電力メータを読み取ることによって得られ、有効負荷ユニットは負荷ユニットのピーク需要と平均需要との間にある値を取る上記処理と、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、有効負荷ユニット需要を含むグリッド・パラメータを用いて停電確率を算出する処理であって、グリッド・パラメータの最大値が上記期間の全ての時間間隔について最適化される上記処理と、を行うプロセッサを備えているデータ処理装置を提供する。

【0018】

この電力供給網は、ある発電能力を備えた発電施設と、例えばバッテリーであるエネルギー貯蔵装置と、例えば住宅である、電気エネルギーの需要を有する負荷ユニットとを含む。発電能力は負荷ユニットの需要に適合する必要がある。負荷ユニットの需要が発電能力より少なければ、残りのエネルギーがエネルギー貯蔵装置に貯蔵される。負荷ユニット需要が発電能力を超えると、エネルギー貯蔵装置は、空状態でない場合、負荷ユニットの需要に供する追加の発電能力を提供する。負荷ユニット需要が発電能力を超え、かつ、エネルギー貯蔵装置に電気エネルギーがない場合に、停電が起きる。

10

【0019】

本方法は、停電確率の算出についての確率論的フレームワークに基づいている。これは、電気通信システムにおける確率的なソースによって与えられるデータ・バッファに大偏差解析を適用する通信トラヒック理論に使用される有効帯域幅のコンセプトに由来する。本方法は、エネルギー貯蔵装置サイズを「逆」データ・バッファとして設計でき、データ・ソースを負荷ユニット需要にマッピングし、そのソースに供するバッファ伝送容量を、その需要を満たす発電能力にマッピングするという考えに基づいている。

20

【0020】

有効負荷ユニット需要は、ある期間の時間間隔毎の負荷ユニット需要から算定される。グリッド・パラメータは、発電能力、エネルギー貯蔵装置サイズ、及び、有効負荷ユニット需要に依存する。このグリッド・パラメータの最大値が、上記期間の全ての時間間隔について最適化される。グリッド・パラメータが最適化されるので、発電能力及び/又は負荷ユニット需要の特定の配分を推定する必要がない。停電確率が、このグリッド・パラメータから算出される。

【0021】

状況によっては、発電能力を適応化することによって、変動する負荷ユニット需要に対処することが必要になるかもしれない。発電能力と、エネルギー貯蔵装置サイズと、負荷ユニットの需要との所与の一組についての停電確率が目標信頼性閾値より小さい場合、発電能力を調節して、例えば増大して、停電を回避する必要がある。負荷ユニットの需要は、メータによって測定されたリアルタイムの需要として提供されることが望ましい。これによって、電力供給網のオペレータは、迅速に発電能力を調節して、需要に適合したと見なすことが可能になる。発電能力の調節とそれに対応する停電確率の比較とを繰り返すことによって、停電確率が目標信頼性閾値以上であることを保証する新たな発電能力を求めることができる。好ましい態様において、発電能力の調節には、対応する停電確率が目標信頼性閾値よりも大きい場合に、能力を低減することが含まれる。これによって、目標信頼性閾値に等しい停電確率に関する最小停電能力を求めることができる。

30

40

【0022】

更に、新たな電力供給網の計画段階において、又は、既存の電力供給網のアップグレードにおいて、エネルギー貯蔵装置のサイズは、予想される負荷ユニット需要と発電能力とに基づいて求めることができる。この負荷ユニット需要は所定の電力使用プロファイルから提供され、このプロファイルは将来有効であると見なされる。エネルギー貯蔵装置サイズのいくつかの値について停電確率を算出し、その確率を目標信頼性閾値と比較することによって、目下の電力供給網にとって十分なエネルギー貯蔵装置サイズが求められる。

【0023】

上述の各々の方法は、データベースに接続されたデータ処理装置によって実行できる。

50

好ましくは、データ処理装置のプロセッサが上述の各々の方法の各ステップを実行する。

【0024】

好ましい態様において、負荷ユニット需要は、時間間隔毎にいくつかの負荷ユニット需要配分を含んでおり、有効負荷ユニット需要を求めることには、各々の負荷ユニット需要配分から、時間間隔毎の有効負荷ユニット需要配分を求めることが含まれ、時間間隔毎の負荷ユニット需要配分がデータベースから読み出され、いくつかの負荷ユニット需要配分を集約した多重パラメータが求められ、グリッド・パラメータは、多重パラメータを含み、かつ、グリッド・パラメータの最小値が、データ処理装置のプロセッサによって多重パラメータについて更に最適化される。この多重パラメータは、電力供給網におけるいくつかの負荷ユニットの総需要に関するものである。

10

【0025】

他の態様によれば、負荷ユニット需要配分は確率的な配分である。従来技術とは対照的に、負荷ユニット需要配分の具体的な形態は想定されない。その代わりに、任意の確率的な配分を用いて停電確率を求める。これによって、需要配分の非常に大きな柔軟性が提供される。例えば、負荷ユニット需要配分は、住宅、オフィス・ビル、公共建物、及び/又は、産業設備の実際の需要を指す場合もある。

【0026】

更に他の好ましい態様において、負荷ユニット需要配分が所定の電力使用プロファイルとして提供される。この所定の電力使用プロファイルは、例えば一定の期間にわたって求められる。既知のプロファイルを用いて、停電確率が、将来の同様の状況について求められる。例えば、ある地区のいくつかの住宅の需要配分が、冬の期間にわたって測定される。各住宅の需要が冬の期間中同じになると仮定すると、停電確率は、次の冬について、その地区に更なる住宅が建てられた場合について求めることができる。

20

【0027】

更なる態様において、電力使用プロファイルは、毎日、毎週、毎月又は毎年の電力使用に関するものである。

【0028】

本発明の更に他の態様において、負荷ユニット需要配分は、電力メータによってリアルタイムに測定されてデータベースに提供される測定値として提供される。需要配分をリアルタイムで測定することによって、電気エネルギーの供給における潜在的な問題を特定できる。停電確率が大きくなり過ぎて、信頼できるエネルギー供給が行えないことを示す場合、電力供給網のオペレータは、例えば、発電能力を増大することによって対処できる。好ましくは、各々の負荷ユニット需要配分が、それぞれの負荷ユニットに関連付けられた電力メータによって提供される。

30

【0029】

好ましい態様において、測定値は、各々の負荷ユニットにおいて、又は、エネルギー貯蔵装置において測定される。

【0030】

他の好ましい態様において、発電能力は確率的な発電配分を含む。これによって、例えば太陽電池又は風力タービンのような断続的なエネルギー源の発電能力を考慮に入れることができる。

40

【0031】

他の態様によれば、発電能力はいくつかの個別の発電能力を含む。電力供給網に接続されたいくつかの電力設備によるエネルギー供給を検討できる。

【0032】

更なる好ましい態様において、発電能力は、原子力発電設備、石炭発電設備、石油発電設備、ガス発電設備、太陽光発電設備、水力発電設備、及び、風力発電設備のグループのうち少なくとも1つの発電設備を指している。

【0033】

更に他の態様によれば、エネルギー貯蔵装置サイズはいくつかの個別のエネルギー貯蔵

50

装置サイズを含む。電力供給網のサイズ、及び/又は、具体的な地域の状況に依存して、エネルギー貯蔵装置は、1つの(大きな)装置として、又は、いくつかの(より小さな)装置として備えることができる。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明を、添付図面の以下の図において、限定としてではなく単なる例として、更に詳しく説明するが、図においては同様の要素を同じ参照番号で示している。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施形態による電力供給網の概略図である。

10

【図2】本発明の一実施形態によるデータ処理装置の概略図である。

【図3】本発明の一実施形態による停電の確率を算定する方法のステップを例示するフローチャートである。

【0036】

発電施設PGF4が、エネルギー貯蔵装置ESU8として働くバッテリーを用いて、住宅や産業施設のようないくつかの負荷ユニットLU6に電力を分配する、具体的にはスマート・グリッドである電力供給網2について検討する。LU6は、PGF4が適合する必要のある電力需要を生じさせる。LU6の総需要が発電能力を下回る場合、残りのエネルギーはESU8に貯蔵される。総需要が発電能力を上回ると、ESU8は、空状態でない場合、LU6の超過需要に供する追加の発電能力を提供する。需要が発電能力を上回り、かつ、ESU8にエネルギーが残されていない場合に、全てのLU6において停電が起きる。

20

【0037】

プロセッサ12(図2)を備えたデータ処理装置10を設けて、LU6の個数Nと、ESU8の貯蔵サイズBと、PGF4の発電能力Cとに基づいて、停電の確率を求める。

【0038】

プロセッサ12は、図3のフローチャートを参照して以下に説明する各ステップを実行する。

【0039】

まず、ESU8が期間T中にLU6の需要配分を検討し、期間Tが、ステップ20において、各々が継続期間tを有する、T/t個のより短い時間間隔に分割される。ステップ22で、各々の時間間隔

30

【数1】

$$[(i-1)t, it]$$

の期間中、各々のLU_jの需要

【数2】

$$I_j([(i-1)t, it]), i=1, \dots, T/t$$

が求められる。LU6の需要配分は、(例えば、毎日の電力使用プロファイルとして)事前に提供されるか、あるいは、スマート・グリッド電力メータ技術、例えばメータを用いて、リアルタイムに測定される。LU6の需要が測定される場合、LU6の需要は、LU6によって測定されてESU8に提供できるか、あるいは、ESU8で測定できる。

40

【0040】

次に、ステップ24において、期間Tの間、停電確率P(outage)が、N個の需要I_jと、ESU8のサイズBと、発電能力Cとの関数として、次の等式に基づいて算出される。

【数3】

$$P(\text{outage}) = \exp(-IN) \quad (1)$$

50

等式(1)内の指数 - I は、次の最適化問題を解くことによって算出される。

【数4】

$$-I = J^* = \max_t \min_s J(s, t) \quad (2)$$

ここで、

【数5】

$$J(s, t) = st \sum_{j=1}^N n_j a_j(s, t) - s(B + Ct) \quad (3)$$

10

【0041】

通信ネットワークにおける有効帯域幅の概念と同様に、等式(3)内の数量 $a_j(s, t)$ は、各々の LU_j の「有効需要」と見なすことができる。有効需要は、 LU_j のピーク需要と平均需要との間の値を取る。有効需要は、次の等式を用いて算出できる。

【数6】

$$a_j(s, t) = \frac{1}{st} \log \left[\frac{t}{T} \sum_{i=1}^{T/t} \exp(sl_j((i-1)t, it)) \right] \quad (4)$$

【0042】

等式(2)によって定義された最適化問題は、2つの個別の最適化問題を解くことによって解かれる。

20

【0043】

まず、固定の t について、 $J(s, t)$ を最小化する s の値 s^* が、以下のように求められる。

【数7】

$$J^*(t) = \min_s J(s, t) \quad (5)$$

【0044】

次に、 $J^*(t)$ を最大化する t の値 t^* が、以下のように求められる。

30

【数8】

$$J^* = \max_t J^*(t) \quad (6)$$

【0045】

等式(5)と(6)の両方は、パラメータ s 及び t のスペース(領域)を探索する数値手法、例えば全数列挙法(brute force enumeration)を用いて解くことができる。パラメータ s 及び t は、次の物理的解釈を有する。パラメータ t^* は、ESU8が空状態になり停電が起きるまでの最も可能性が高い継続期間を表す。パラメータ s は、 N 個の LU_6 の需要が多重化されて、エネルギー貯蔵装置8のエネルギーを枯渇させる総需要を創出する状況に対応する。

40

【0046】

停電確率を求める方法を用いて、(スマート)電力供給網の2つの基本的な設計及び制御の問題、すなわち、発電能力のリアルタイムな適応化とエネルギー貯蔵装置のサイジングとの問題に取り組むことができる。

【0047】

上述のステップが、 B 、 C 及び期間 T の異なる値について繰り返されて、 $P(\text{outage})$ のいくつかの値が得られる。このステップの出力は、システム設計空間、すなわち、これらの数量間の関係を数値化してリアルタイムでの発電の制御、又は、ESU8のサイジングを支援する1組のグラフである。

【0048】

50

上述の方法の適用例は、次の通りである。

【0049】

a) リアルタイムの発電の適応化

P G F 4における発電能力Cを、E S U 8のサイズBとL U 6の需要 I_j のリアルタイム測定値とに基づいて、どのようにして調節すべきかを決定することができる。

【0050】

電力システム2が所定のエネルギー貯蔵装置サイズBで稼働し、N個のL Uの需要がスマート・メータ技術によってリアルタイムに提供されると仮定する。需要が各々の期間Tの間測定されて、P (o u t a g e)の値が上述のステップに基づいて求められる。P (o u t a g e)が目標信頼性閾値を下回ると、発電能力Cが調節されて、例えば増大されて、新たな停電確率が算出される。その新たなP (o u t a g e)が目標信頼性閾値と比較され、必要に応じて、発電能力が再び調節される。これらのステップは、新たな停電確率が目標信頼性閾値以上になるまで繰り返される。更なる改良において、発電能力を調節して、例えば低減して、目標信頼性閾値に実際に等しい新たな停電確率を求めることができる。その結果、需要に適合し、かつ、目標信頼性閾値を保証するための、発電能力Cにおける最小限の増大量が求められる。

10

【0051】

b) E S Uサイジング

あるP G F 4発電能力とL U 6需要が与えられた場合、停電確率を保証するために、(スマート)電力供給網について、どのようなE S U 8サイズを選択すべきかを決定できる。

20

【0052】

E S U 8は、共用貯蔵をサポートして、ピーク発生電力と、対応するコストとを低減するために、電力供給網に付加される。異なる期間Tの所定の需要プロファイル、例えば毎日、毎週、毎月又は毎年のプロファイルを用いて、所望のバッファ・オーバーフロー確率をもたらす全てのB及びCのペアを算出できる。このようにして、どのようなサイズBが当面のシステムに対して最も費用効果が高いかについて、根拠のある決定を下すことができる。

【0053】

E S Uのサイズが決定された後、バッテリーのサイズBを、そのバッテリーが動作することを期待できるエイジング(経時変化)及び温度に依存して、増大すべきである。例えば、バッテリーはその容量の80%で使用に適さないため、通常、1.25の係数を適用する。更に、温度係数は、バッテリー製造業者の仕様書によって提供されるテーブルから容易に決定できる。

30

【0054】

以上、現時点で本発明の好ましい実施形態であると考えられるものを例示して説明したが、当業者であれば、本発明の真の範囲から逸脱することなく、様々なその他の変更を行い、均等物と置き換えられることを理解できるであろう。更に、ここに説明した中核を成す創意に満ちたコンセプトから逸脱することなく、多くの変更を行うことによって、特定の状況を本発明の開示事項に適応化できる。また、本発明の実施形態は、上述の特徴の全てを含んでいないかもしれない。したがって、本発明は、ここに開示した特定の実施形態には限定されず、添付の特許請求の範囲内にある全ての実施形態を含むことを意図している。

40

【0055】

「～を備える (c o m p r i s e)」、「～を含む (i n c l u d e)」、「～を組み込む (i n c o r p o r a t e)」、「～を包含する (c o n t a i n)」、「～である (i s)」、及び「～を有する (h a v e)」といった表現は、本明細書の記載とそれに関連する特許請求の範囲の記載とを解釈する際には、非排他的に解釈されるべきである。単数形に言及しているものは、複数形に言及しているものとしても解釈すべきであり、その逆も同様である。

50

【0056】

当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなく、本明細書に開示された種々のパラメータを変更でき、また、本明細書に開示された、及び/又は、特許請求の範囲に記載された種々の実施形態を組み合わせられることを容易に理解できるであろう。

【0057】

したがって、本発明は、スマート・メータを装備した複数の住宅に供給する大きなエネルギー貯蔵を備えた変電所レベルに適用できる。また、本発明は、複数の家電機器に供給するより小さいエネルギー貯蔵を備えた住宅レベルにも適用できる。

【図1】

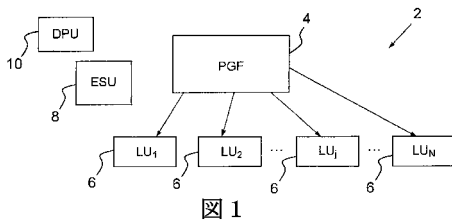


図1

【図3】

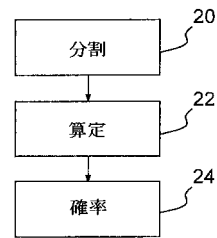


図3

【図2】

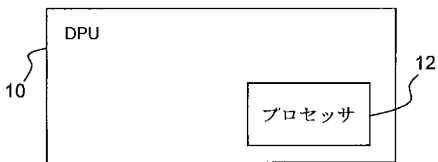


図2

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2012/076603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J3/00 G06Q10/06 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J G06Q		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Roy Billinton ET AL: In: "Reliability Evaluation in Power Systems", 31 December 1996 (1996-12-31), New York, XP055069458, pages 37-40,55,56	1,8-14
X	US 2005/019621 A1 (IKUMA HITOSHI [JP] ET AL) 27 January 2005 (2005-01-27) paragraphs [0011] - [0014] ----- -/--	1,8-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 3 July 2013		Date of mailing of the international search report 11/07/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Baur, Christoph

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/076603

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SU YOU LI ET AL.: "Efficiency of Micro Grid with Storage Battery in Reliability, Economy and Environment Assessments", INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL AND POWER ENGINEERING, vol. 3, no. 3, 30 December 2009 (2009-12-30), pages 154-162, XP002676416, ISSN: 1990-7958 page 158 -----	1
X	SEBASTIEN LANNEZ ET AL: "Optimizing Outages and Hydro Strategy to Reduce Load-Shedding in Bangladesh: Strategic Unit Scheduling Software", GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE (GHTC), 2011 IEEE, IEEE, 30 October 2011 (2011-10-30), pages 143-147, XP032074378, DOI: 10.1109/GHTC.2011.72 ISBN: 978-1-61284-634-7 page 145 -----	1
X	Omid Ardakanian, S. Keshav, and Catherine Rosenberg: "Sizing the Electrical Grid", University of Waterloo, Technical Report CS-2011-18 25 July 2011 (2011-07-25), pages 1-12, XP002676421, Retrieved from the Internet: URL:www.cs.uwaterloo.ca/research/tr/2011/C S-2011-18a.pdf [retrieved on 2012-05-22] the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/076603

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005019621	A1	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 マツスーリ, ローラン

フランス国 9 2 4 2 0 ボークレツソン アベニュー・ジエルメーヌ・ルイ 5 ビス

(72)発明者 ケシャブ, スリニバサン

カナダ国 オンタリオ州 ウォーターラー ユニバーシテイ・アベニュー・ウエスト 200 デイビス・センター デイビッド・アール・チエリトン・スクール・オブ・コンピューター・サイエンス ルーム 3514

(72)発明者 ヘグド, ニデイ

フランス国 9 2 4 4 3 イツシー レ ムーリノー セデツクス, ル ジャンヌ ダルク 1, テクニカラー・リサーチ・アンド・イノベーション

Fターム(参考) 5G066 AA02 AA03 AE01 AE03 AE09 JA05 JB03