

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 4 区分

【発行日】令和 1 年 6 月 20 日 (2019.6.20)

【公開番号】特開 2017-60380 (P2017-60380A)

【公開日】平成 29 年 3 月 23 日 (2017.3.23)

【年通号数】公開・登録公報 2017-012

【出願番号】特願 2016-147074 (P2016-147074)

【国際特許分類】

H 0 2 J 3/00 (2006.01)

H 0 2 J 3/16 (2006.01)

H 0 2 J 3/38 (2006.01)

H 0 2 J 3/32 (2006.01)

【F I】

H 0 2 J 3/00 1 7 0

H 0 2 J 3/16

H 0 2 J 3/38 1 1 0

H 0 2 J 3/38 1 3 0

H 0 2 J 3/38 1 6 0

H 0 2 J 3/32

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 5 月 17 日 (2019.5.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配電系統に接続されたマイクログリッドを制御する方法であって、

前記マイクログリッドの前記配電系統との系統連系点 (P C C) における電力潮流の測定値を用いて、該マイクログリッドのダイナミクスのモデルのパラメータを求めることであって、該モデルは前記 P C C において電圧設定値に対して安定しているものと、

前記モデルの前記パラメータを用いて、前記 P C C における電圧を前記電圧設定値に対して漸近安定で維持するために必要な無効電力の量を求めることと、

無効電力コントローラを介して、前記量の無効電力を生成するように前記マイクログリッドの発電機を制御することと、

を含み、

前記無効電力コントローラは、前記モデルの一次制御成分を使用して前記発電機を制御するドループコントローラと、前記モデルの安定化成分を使用して前記発電機を制御する二次電圧コントローラと、を含み、前記ドループコントローラは、前記 P C C における前記電圧と前記発電機によって生成される前記無効電力の前記量との間の比例関係を確実にして、ドループ勾配を用いて一次制御のダイナミクスに従って前記発電機を制御し、前記二次電圧コントローラは、前記安定化成分に従って前記ドループコントローラの前記ドループ勾配をシフトさせ、

該方法の少なくとも幾つかのステップはプロセッサを用いて実行される、方法。

【請求項 2】

前記モデルは、前記 P C C に注入された無効電力の関数、前記マイクログリッドにおける負荷変動の関数、及び前記 P C C における電圧変動の関数を含む、請求項 1 に記載の方

法。

【請求項 3】

前記モデルは、一次制御成分及び安定化成分のダイナミクスを含み、

前記モデルはさらに、

前記 P C C における前記電圧変動に対して比例する関数を用いて、前記一次制御成分を求めることと、

前記 P C C に注入された前記無効電力の無効電力設定値からの偏差、前記 P C C における前記電圧の前記電圧設定値からの偏差、及び前記マイクログリッドにおける前記負荷変動を用いて、前記安定化成分を求めることと、

前記一次制御成分及び前記安定化成分の組合せを用いて、前記無効電力の量を求めることと、

を更に含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 P C C、及び接続リンクを介して前記マイクログリッドに接続された前記配電系統の母線において、電力潮流の状態を測定して、前記電力潮流の測定値を生成することによって、前記電力潮流の状態は、前記 P C C における実電力注入及び無効電力注入と、該 P C C における電圧の大きさと、前記接続された母線から該 P C C への実電力潮流及び無効電力潮流と、前記接続された母線における電圧の大きさとを含むものと、

前記電力潮流の前記測定値を用いて前記接続リンクのパラメータを求めることと、

前記電力潮流の前記測定値と前記接続リンクの前記パラメータとを用いて、前記無効電力注入、前記電圧の偏差及び前記マイクログリッドにおける前記負荷変動を求めることと

、

前記マイクログリッドにおける前記負荷変動の影響を無効にする前記安定化成分を求めることと、

を更に含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記接続リンクの前記パラメータは、等価アドミタンスの大きさ及び位相角並びに変圧器比を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記モデルは、以下を含み、

【数 1】

$$\frac{dE_i}{dt} = (E_{ref,i} - E_i) - m_{Q,i} Q_{gen,i} + m_{Q,i} u_i,$$

式中、 $m_{Q,i}$ は、前記ドループコントローラのドループ勾配を定義する係数であり、 $E_{ref,i}$ は、以下のように前記電圧設定値 $E_{set,i}$ 及び無効電力設定値 $Q_{set,i}$ に基づいて求められた前記 P C C における電圧基準であり、

【数 2】

$$E_{ref,i} = E_{set,i} + m_{Q,i} [Q_{set,i} + Q_{load,set,i}(E_{set,i})],$$

$Q_{load,set,i}(E_{set,i})$ は、前記電圧設定値の電圧下での P C C における負荷需要の前記無効電力であり、 E_i は、前記 P C C における電圧であり、 $Q_{gen,i}$ は、前記発電機によって生成される前記無効電力の量であり、該無効電力の量 $Q_{gen,i}$ は、前記 P C C における前記電圧の前記電圧設定値からの偏差に比例し、 u_i は、前記 P C C における前記電圧の時間 t 導関数をゼロ値に対して指数安定にするように求められた前記安定化成分である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記安定化成分 u_i は、以下を用いて求められた前記ドループコントローラに対する二次電圧制御入力であり、

【数 3】

$$u_i = (Q_i - Q_{set,i}) - (E_i^2 - E_{set,i}^2) B_{ij} + \Delta Q_{load,i}(E_i),$$

式中、

【数 4】

$$\Delta Q_{load,i}(E_i) = E_i^2 \Delta Q_{Z-load,i} + E_i \Delta Q_{I-load,i} + \Delta Q_{P-load,i}$$

であり、式中、 $\Delta Q_{Z-load,i}$ は、定インピーダンス負荷成分の変動であり、 $\Delta Q_{I-load,i}$ は、定電流負荷成分の変動であり、 $\Delta Q_{P-load,i}$ は、定電力負荷成分の変動であり、 B_{ij} は、前記 PCC と配電系統の第 1 の母線との間の接続リンクのインピーダンス Z_{ij} の逆数の負数として求められた等価アドミタンスの虚数成分である、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記安定化成分は、以下の前記 PCC における前記電圧の値の領域において収束速度が

【数 5】

$$\frac{dE_i}{dt} = -\frac{1}{2} m_{Q,i} b_i (E_i - E_{set,i})$$

より高速である安定に至るように求められ、

【数 6】

$$E_i \in \left[-\frac{\frac{1}{m_{Q,i}} + Q_{I-load,set,i}}{2|a_i|}, 2E_{set,i} + \frac{\frac{1}{m_{Q,i}} + Q_{I-load,set,i}}{2|a_i|} \right],$$

式中、 $a_i = Q_{Z-load,set,i} + B_{ij}$ であり、

【数 7】

$$b_i = \frac{1}{m_{Q,i}} + Q_{I-load,set,i} + 2E_{set,i} (Q_{Z-load,set,i} + B_{ij})$$

であり、 $Q_{Z-load,set,i}$ は公称定インピーダンス負荷成分の無効電力であり、 $Q_{I-load,i}$ は公称定電流負荷成分の無効電力である、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

外乱を含む前記モデルは、各 $p \in [1, \infty)$ に対して安定した小信号有限利得 L_p である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記発電機は、小型同期発電機、ソーラーパネル、風力タービン及びエネルギーストレージのうちの 1 つ又は組合せを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

配電系統に接続されたマイクログリッドの電圧を制御するシステムであって、

要求された量の無効電力を生成する発電機と、

前記マイクログリッド及び配電網の系統連系点(PCC)における電圧設定値に対して安定している該マイクログリッドのダイナミクスのモデルを用いて、無効電力の量を求めるプロセッサであって、前記モデルは、前記 PCC に注入された無効電力の関数、前記マイクログリッドにおける負荷変動の関数、及び前記 PCC における電圧変動の関数を含むものと、

前記 PCC を前記配電系統の母線に接続するリンクに対する電力潮流の状態を測定して

、前記モデルのパラメータを求める、一組のセンサと、
前記量の無効電力を生成するように前記発電機を制御する無効電力コントローラと、
を備え、

前記無効電力コントローラは、前記モデルの一次制御成分を使用して前記発電機を制御するドループコントローラと、前記モデルの安定化成分を使用して前記発電機を制御する二次電圧コントローラと、を含み、前記ドループコントローラは、前記 P C C における前記電圧と前記発電機によって生成される前記無効電力の前記量との間の比例関係を確実にして、ドループ勾配を用いて一次制御のダイナミクスに従って前記発電機を制御し、前記二次電圧コントローラは、前記安定化成分に従って前記ドループコントローラの前記ドループ勾配をシフトさせる、システム。

【請求項 12】

配電系統に接続されたマイクログリッドを制御する方法であって、
前記マイクログリッドの前記配電系統との系統連系点 (P C C) における電力潮流の測定値を用いて、該マイクログリッドのダイナミクスのモデルのパラメータを求めることであって、該モデルは前記 P C C において電圧設定値に対して安定しており、また前記電圧設定値に対して安定したリアプノフであり、関連するリアプノフ関数は、

【数 8】

$$\frac{1}{2m_{Q,i}}(E_i - E_{set,i})^2$$

として定義され、前記モデルの平衡点は $E_i = E_{set,i}$ であるものと、

前記モデルの前記パラメータを用いて、前記 P C C における電圧を前記電圧設定値に対して漸近安定で維持するために必要な無効電力の量を求めることと、

前記量の無効電力を生成するように前記マイクログリッドの発電機を制御することと、
を含み、

該方法の少なくとも幾つかのステップはプロセッサを用いて実行される、方法。