

(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2015-65743

(P2015-65743A)

(43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)

(51) Int. Cl.
H02J 3/12 (2006.01)

F I
H02J 3/12

テーマコード (参考)
5G066

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-197259 (P2013-197259)
(22) 出願日 平成25年9月24日 (2013.9.24)

(71) 出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(74) 代理人 110000176
一色国際特許業務法人
(72) 発明者 小藤 健太郎
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
Fターム(参考) 5G066 DA01

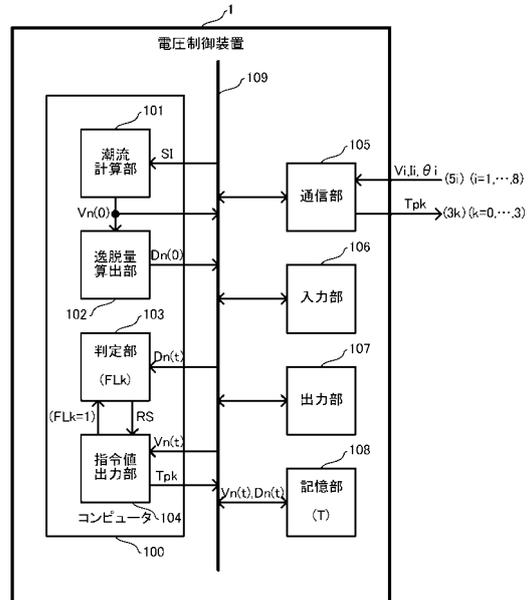
(54) 【発明の名称】 配電系統の電圧制御装置、電圧制御システム、電圧制御プログラムおよび電圧制御方法

(57) 【要約】

【課題】 適正な電圧を維持しつつ、タップ切換回数を低減する。

【解決手段】 タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる電圧調整手段を備えた配電系統の電圧を制御する制御装置であって、配電系統の各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出する逸脱量算出部と、各ノードにおけるノード電圧と、各ノードにおける逸脱量とを記憶する記憶部と、逸脱量算出部によって算出された各ノードにおける現在の逸脱量と、記憶部に記憶されている各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定部と、指標値が所定の閾値を超えている場合に、電圧調整手段の指令値を算出して出力する指令値出力部と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる電圧調整手段を備えた配電システムの電圧を制御する制御装置であって、

前記配電システムの各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出する逸脱量算出部と、

前記各ノードにおける前記ノード電圧と、前記各ノードにおける前記逸脱量とを記憶する記憶部と、

前記逸脱量算出部によって算出された前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定部と、

前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記電圧調整手段の指令値を算出して出力する指令値出力部と、

を有することを特徴とする配電システムの電圧制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の配電システムの電圧制御装置であって、

前記配電システムは、前記電圧調整手段を複数備え、

前記指令値出力部は、

複数の前記電圧調整手段のうち、前記配電システムにおける制御範囲が上位の電圧調整手段から順に前記指令値を算出し、

当該算出した指令値が現在の指令値と異なる場合には、前記判定部の判定結果によらず、前記配電システムにおける制御範囲が当該指令値を算出した電圧調整手段より下位の電圧調整手段の指令値を算出することを特徴とする配電システムの電圧制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の配電システムの電圧制御装置であって、

前記指標値は、前記電圧調整手段のタップを最後に切り換えてから現在までの前記各ノードにおける逸脱量に基づいて算出され、

前記指令値出力部は、前記電圧調整手段のタップを最後に切り換えてから現在までの前記各ノードにおけるノード電圧に基づいて、前記指標値を算出することを特徴とする配電システムの電圧制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の配電システムの電圧制御装置であって、

前記逸脱量算出部は、所定の制御周期ごとに前記各ノードにおける前記逸脱量を算出し、

前記判定部は、前記制御周期ごとに前記指標値が前記所定の閾値を超えているか否かを判定し、

前記記憶部は、前記電圧調整手段のタップを切り換えると 0 にクリアされ、前記電圧調整手段のタップを最後に切り換えてから前記制御周期ごとに所定の上限値までインクリメントされる有効ステップ数を保持し、

前記指標値は、前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記有効ステップ数分の前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出され、

前記指令値出力部は、前記各ノードにおける現在のノード電圧と、前記記憶部に記憶されている前記有効ステップ数分の前記各ノードにおける過去のノード電圧とに基づいて、前記指標値を算出することを特徴とする配電システムの電圧制御装置。

【請求項 5】

タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる電圧調整手段を備えた配電システムの電圧を制御するための制御プログラムであって、

記憶部を備えるコンピュータに、

前記配電システムの各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出して、前記記憶部に記憶させる逸脱量算出処理と、

10

20

30

40

50

前記逸脱量算出処理によって算出された前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定処理と、

前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記電圧調整手段の指令値を算出して出力する指令値出力処理と、

を実行させることを特徴とする配電システムの電圧制御プログラム。

【請求項 6】

タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる電圧調整手段を備えた配電システムの電圧を制御する方法であって、

前記配電システムの各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出し、
現在算出された前記各ノードにおける逸脱量と、過去に算出された前記各ノードにおける逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定し、

前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記電圧調整手段の指令値を算出して出力することを特徴とする配電システムの電圧制御方法。

【請求項 7】

タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる複数の電圧調整手段を備えた配電システムの電圧を制御するシステムであって、

前記複数の電圧調整手段のうち、それぞれ対応する電圧調整手段の指令値を出力する複数の電圧制御装置を備え、

前記複数の電圧制御装置のそれぞれは、

前記配電システムのうち、前記対応する電圧調整手段の制御範囲の各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出する逸脱量算出部と、

前記各ノードにおける前記ノード電圧と、前記各ノードにおける前記逸脱量とを記憶する記憶部と、

前記逸脱量算出部によって算出された前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定部と、

前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記対応する電圧調整手段の前記指令値を算出して出力する指令値出力部と、

他の電圧制御装置との間でタップ切換フラグを送受信する通信部と、

を有し、

前記通信部は、

前記指令値出力部によって算出された指令値が現在の指令値と異なる場合に、前記複数の電圧制御装置のうち、前記配電システムにおける制御範囲が前記対応する電圧調整手段より下位の電圧調整手段の指令値を出力する電圧制御装置に前記タップ切換フラグを送信し、

前記指令値出力部は、

前記通信部が他の電圧制御装置から送信されたタップ切換フラグを受信した場合には、前記判定部の判定結果によらず、前記対応する電圧調整手段の前記指令値を算出することを特徴とする配電システムの電圧制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配電システムの電圧制御装置、電圧制御システム、電圧制御プログラム、および電圧制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

配電システムから家庭や事務所などの需要家に供給される電力は、そこで使用される電気機器が安定して動作することができるよう、その電圧品質が維持確保される必要がある。そのため、配電用変電所では、負荷をかけたままタップを切り換え、停電させることなく二次側電圧（配電用変電所の送出電圧）を調整することができる L R T（Load Ratio contr

10

20

30

40

50

ol Transformer：負荷時タップ切換変圧器)が一般に用いられている。さらに、配電線路にS V R (Step Voltage Regulator：自動電圧調整器)やS V C (Static Var Compensator：静止型無効電力補償装置)などを設置して、L R Tのタップ切換だけでは対応することができない電圧変動を抑制している。

【0003】

例えば特許文献1では、電圧センサや電流センサを備えたセンサ開閉器からの情報などに基づいて、L R TやS V Rのタップ位置を指示するためのタップ指令値を出力する指令値生成装置が開示されている。この指令値生成装置をL R T / S V Rごとに設けることによって、各指令値生成装置が1台のL R T / S V Rを制御する自律分散型のシステムを構築することができる。また、1台の指令値生成装置ですべてのL R T / S V Rを制御する集中方式のシステムを構築することもできる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-128345号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の指令値生成装置を用いた自律分散型または集中方式の電圧制御システムにより、配電系統に連系された太陽光発電システムなどの分散型電源に出力変動が生じた場合であっても、系統電圧が適正範囲に収まるように制御することができる。しかしながら、太陽光発電システムなどの自然エネルギーを利用した分散型電源の配電系統への連系が増加するにつれて、系統電圧を適正範囲に維持することは困難となる。

20

【0006】

図9は、系統電圧の維持にとって過酷な配電系統における、分散型電源の出力変動によるタップ切換回数増大時の電圧プロファイルを模式的に示している。電圧プロファイル(a)ないし(d)において、200および201はL R T / S V Rの下位側の2つの配電線におけるノード電圧を示しており、横軸は亘長、縦軸は電圧を示している。ノード電圧200では、分散型電源の発電などによって末端側ほど電圧が上昇しており、ノード電圧201では、需要家の電力消費によって末端側ほど電圧が低下している。ここで、ノードとは配電線において電圧を管理する点であり、各需要家の接続点であっても良いし、各電力柱の一部であっても良い。また、亘長が長くなるほど、線路インピーダンスが増加するため、末端側のノードほど電圧が変動しやすい。

30

【0007】

図9の電圧プロファイル(a)では、末端のノード電圧が上限値を逸脱している。このとき、例えば、指令値生成装置がL R T / S V Rのタップを1段下げるタップ指令値を出力すると、電圧プロファイル(b)のように、逸脱を解消することができる。しかしながら、次の時間断面で分散型電源の出力変動により電圧が低下すると、電圧プロファイル(c)のように、末端のノード電圧が下限値を逸脱してしまう場合がある。このとき、例えば、指令値生成装置がL R T / S V Rのタップを1段上げるタップ指令値を出力すると、電圧プロファイル(d)のように、再び逸脱を解消することができる。しかしながら、次の時間断面で分散型電源の出力変動により電圧が上昇すると、再び電圧プロファイル(a)のように、末端のノード電圧が上限値を逸脱してしまう場合がある。

40

【0008】

したがって、分散型電源の出力変動が頻繁に生じると、それに応じたL R T / S V Rのタップ切換が頻繁に行われて、ハンチングが生じる可能性がある。特に、自然エネルギーを利用した分散型電源の配電系統への連系が増加した場合、出力変動による系統電圧への影響が大きくなり、系統電圧が適正範囲を逸脱しやすくなるため、タップ切換回数の増加による機器寿命の短縮を招くこととなる。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

前述した課題を解決する主たる本発明は、タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる電圧調整手段を備えた配電系統の電圧を制御する制御装置であって、前記配電系統の各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出する逸脱量算出部と、前記各ノードにおける前記ノード電圧と、前記各ノードにおける前記逸脱量とを記憶する記憶部と、前記逸脱量算出部によって算出された前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定部と、前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記電圧調整手段の指令値を算出して出力する指令値出力部と、を有することを特徴とする配電系統の電圧制御装置である。

10

【0010】

また、前述した課題を解決するその他の主たる本発明は、タップを切り換えることにより電圧を上昇または低下させる複数の電圧調整手段を備えた配電系統の電圧を制御するシステムであって、前記複数の電圧調整手段のうち、それぞれ対応する電圧調整手段の指令値を出力する複数の電圧制御装置を備え、前記複数の電圧制御装置のそれぞれは、前記配電系統のうち、前記対応する電圧調整手段の制御範囲の各ノードにおけるノード電圧の所定の電圧範囲からの逸脱量を算出する逸脱量算出部と、前記各ノードにおける前記ノード電圧と、前記各ノードにおける前記逸脱量とを記憶する記憶部と、前記逸脱量算出部によって算出された前記各ノードにおける現在の逸脱量と、前記記憶部に記憶されている前記各ノードにおける過去の逸脱量とに基づいて算出される指標値が、所定の閾値を超えているか否かを判定する判定部と、前記指標値が前記所定の閾値を超えている場合に、前記対応する電圧調整手段の前記指令値を算出して出力する指令値出力部と、他の電圧制御装置との間でタップ切換フラグを送受信する通信部と、を有し、前記通信部は、前記指令値出力部によって算出された指令値が現在の指令値と異なる場合に、前記複数の電圧制御装置のうち、前記配電系統における制御範囲が前記対応する電圧調整手段より下位の電圧調整手段の指令値を出力する電圧制御装置に前記タップ切換フラグを送信し、前記指令値出力部は、前記通信部が他の電圧制御装置から送信されたタップ切換フラグを受信した場合には、前記判定部の判定結果によらず、前記対応する電圧調整手段の前記指令値を算出することを特徴とする配電系統の電圧制御システムである。

20

【0011】

本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、適正な電圧を維持しつつ、タップ切換回数を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1実施形態における配電系統の電圧制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態における電圧制御装置が適用される配電系統の構成の一例を示すブロック図である。

40

【図3】本発明の第1実施形態における配電系統の電圧制御装置の各部の機能をコンピュータに実現させるためのプログラムの動作を説明するフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態における配電系統の電圧制御システムの構成を示すブロック図である。

【図5】電圧制御装置10の構成を示すブロック図である。

【図6】電圧制御装置11の構成を示すブロック図である。

【図7】電圧制御装置12の構成を示すブロック図である。

【図8】電圧制御装置1kの各部の機能をコンピュータに実現させるためのプログラムの動作を説明するフローチャートである。

【図9】分散型電源の出力変動によるタップ切換回数増大時の電圧プロファイルの一例を

50

示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

【0015】

<第1実施形態>

=== 配電システムの構成の一例 ===

以下、図2を参照して、第1の実施形態における電圧制御装置が適用される配電システムの構成について説明する。なお、図2においては、電力線を実線で示し、通信線を破線で示している。

10

【0016】

図2に示されている配電システムでは、配電システム監視制御装置2ですべての電圧調整手段を制御する集中方式の電圧制御システムが構築されている。また、電圧調整手段として、タップを切り換えることにより電圧を上昇/低下させるLRT30、およびSVR31ないし33を備えている。さらに、他の電圧調整手段として、無効電力出力や目標電圧を変更することにより電圧を調整するSVC40を備えている。

【0017】

配電用変電所などに設置されたLRT30は、特別高圧(例えば66kV付近)の受電(一次側)電圧を高圧(例えば6.6kV付近)の送出(二次側)電圧に変換している。また、LRT30の二次側の高圧配電線路は2つのフィーダに分岐しており、一方のフィーダには、上位側から順にセンサ開閉器51, 52, SVR31, センサ開閉器53, SVR32, センサ開閉器54が設置されている。さらに、他方のフィーダには、上位側から順にセンサ開閉器55, 56, SVR33, センサ開閉器57, 58, SVC40が設置されている。そして、配電システム監視制御装置2は、通信線9を介して、各センサ開閉器や他の各センサ(不図示)から配電システムの状態を示す系統情報を受信するとともに、最適な制御指令値を算出して各電圧調整手段に送信している。

20

【0018】

例えば、センサ開閉器51ないし58から配電システム監視制御装置2には、電圧センサや電流センサなどにより計測した電圧、電流、位相角などが送信される。また、例えば、LRT30、およびSVR31ないし33は、配電システム監視制御装置2から送信されるタップ指令値に応じて一次側巻線のタップを切り換えることによって、二次側電圧を調整する。また、例えば、SVC40は、配電システム監視制御装置2から送信される目標電圧指令値Vrefに応じて目標電圧を変更することによって、電圧を調整する。

30

【0019】

以下、センサ開閉器51ないし58のそれぞれをセンサ開閉器5i (i = 1, ..., 8) と称し、LRT30、およびSVR31ないし33のそれぞれをLRT/SVR3k (k = 0, 1, 2, 3) と称する。さらに、センサ開閉器5iの計測値を電圧Vi, 電流Ii, 位相角 θ_i とし、LRT/SVR3kのタップ指令値をTp kとする。

【0020】

柱上変圧器61ないし68は、それぞれセンサ開閉器51ないし58の下位側で高圧配電線路に接続され、それぞれの接続ノードにおけるフィーダ(一次側)電圧を低圧(例えば100Vまたは200V付近)の供給(二次側)電圧に変換し、需要家に供給している。また、柱上変圧器61ないし68の二次側の低圧配電線路には、それぞれ負荷71ないし78および太陽光発電システム(分散型電源)81ないし88が連系されている。なお、各柱上変圧器は、供給電圧が許容電圧範囲(例えば95Vないし107V)内となるよう、予めタップが選定されている。

40

【0021】

=== 電圧制御装置の構成 ===

以下、図1を参照して、本実施形態における配電システムの電圧制御装置の構成について説明する。なお、本実施形態の電圧制御装置は、タップを切り換えることにより電圧を調整

50

する電圧調整手段であるLRT/SVR3kを制御対象とし、例えば図2に示した配電系統監視制御装置2の一部として構成される。

【0022】

図1に示されている電圧制御装置1は、バス109を介して互いに接続された、潮流計算部101、逸脱量算出部102、判定部103、指令値出力部104、通信部105、入力部106、出力部107、および記憶部108を含んで構成されている。なお、電圧制御装置1の機能は、通信部105、入力部106、出力部107、記憶部108、およびバス109を備えるコンピュータ100によって実現することができる。

【0023】

通信部105は、少なくともセンサ開閉器5iおよびLRT/SVR3kと通信可能になっている。通信部105は、所定の制御周期ごとにセンサ開閉器5iの計測値 V_i , I_i , i を受信し、潮流計算部101には、これらの計測値 V_i , I_i , i を含む系統情報SIが入力される。また、潮流計算部101からは、配電系統の各ノード n ($1 \leq n \leq N$, N は全ノード数)におけるノード電圧 $V_n(0)$ が出力され、当該ノード電圧 $V_n(0)$ は、逸脱量算出部102に入力される。さらに、逸脱量算出部102からは、各ノード n における逸脱量 $D_n(0)$ が出力される。各ノード n は、配電系統において電圧を制御したい任意の点とする。

10

【0024】

記憶部108には、ノード電圧 $V_n(0)$ および逸脱量 $D_n(0)$ が入力され、これらを時系列データとして記憶する。ここで、ノード電圧 $V_n(0)$ は、現在の制御周期において算出された各ノード n におけるノード電圧を示し、ノード電圧 $V_n(t)$ は、現在から t ステップ前の過去の制御周期において算出された各ノード n におけるノード電圧を示している。また、逸脱量 $D_n(0)$ は、現在の制御周期において算出された各ノード n における逸脱量を示し、逸脱量 $D_n(t)$ は、現在から t ステップ前の過去の制御周期において算出された各ノード n における逸脱量を示している。

20

【0025】

判定部103には、逸脱量 $D_n(t)$ が入力される。また、指令値出力部104には、判定部103の判定結果RSおよびノード電圧 $V_n(t)$ が入力される。そして、指令値出力部104から出力されたタップ指令値 Tpk は、通信部105からLRT/SVR3kに送信される。

30

【0026】

なお、判定部103は、LRT/SVR3kに対応するタップ切換フラグ FLk を保持しており、当該タップ切換フラグ FLk は、指令値出力部104により「1」に設定される。また、記憶部108は、有効ステップ数 T を保持しており、判定部103においては、現在から T ステップ前までの逸脱量 $D_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$)が用いられ、指令値出力部104においては、現在から T ステップ前までのノード電圧 $V_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$)が用いられる。

【0027】

=== 電圧制御装置の動作 ===

以下、図3を参照して、本実施形態における配電系統の電圧制御装置の動作について説明する。

40

【0028】

電圧制御装置1によるLRT/SVR3kの制御は、潮流計算部101による潮流計算処理、逸脱量算出部102による逸脱量算出処理、判定部103による判定処理、および指令値出力部104による指令値出力処理からなる。なお、前述したように、電圧制御装置1の機能は、コンピュータ100によって実現することができる。例えば、コンピュータ100に電圧制御プログラムを実行させることによって、潮流計算処理、逸脱量算出処理、判定処理、および指令値出力処理を実行することができる。図3は、これらの処理をコンピュータに実行させるためのプログラムにおける、各制御周期における動作を示している。なお、タップ切換フラグ FLk は、各制御周期の開始時に0にクリアされる。

50

【 0 0 2 9 】

現在の制御周期が開始されると、まず、センサ開閉器 $5i$ の計測値 V_i, I_i, i を含む系統情報 S_I を取得する ($S10$)。そして、系統情報 S_I に基づいて潮流計算処理を行い、少なくとも配電系統の各ノード n におけるノード電圧 $V_n(0)$ を算出し、時系列データとして記憶部 108 に記憶させる ($S11$)。なお、各ノード電圧を計測できる場合は、潮流計算で求めずに、その計測値を用いてもよい。

【 0 0 3 0 】

次に、各 $LRT/SVR3k$ ($0 < k < K = 4$ 、 K は LRT/SVR の全設置数) に対して、 $S12$ から $S19$ の処理が行われる (ループ処理)。なお、 $LRT30, SVR31, 32, 33$ は、それぞれの配電系統における制御範囲が上位のものから順に並んでいる。したがって、当該ループ処理は、 $LRT/SVR3k$ のうち、配電系統における制御範囲が上位のものから順に行われる。

10

【 0 0 3 1 】

ループ処理において、タップ切換フラグ $FLk = 0$ の場合 ($S12: YES$) には、ノード電圧 $V_n(0)$ に基づいて、各ノード n における、ノード電圧 $V_n(0)$ の適正電圧範囲 (所定の電圧範囲) からの逸脱量 $D_n(0)$ を算出し、時系列データとして記憶部 108 に記憶させる ($S13$)。ここで、ノード電圧 $V_n(0)$ が上限値 V_{max} を逸脱している場合には、逸脱量 $D_n(0) = V_n(0) - V_{max} (> 0)$ となり、ノード電圧 $V_n(0)$ が下限値 V_{min} を逸脱している場合には、逸脱量 $D_n(0) = V_{min} - V_n(0) (< 0)$ となる。一方、ノード電圧 $V_n(0)$ が適正電圧範囲にある場合には、逸脱量 $D_n(0) = 0$ となる。

20

【 0 0 3 2 】

次に、現在から T ステップ前までの逸脱量 $D_n(t)$ ($0 < t < T$) の超過を判定する ($S14$)。当該超過の判定処理では、逸脱量 $D_n(t)$ ($0 < t < T$) に基づいて算出される指標値 IND を用いて、当該指標値 IND が所定の閾値 T_d を超えているか否かを判定する。

【 0 0 3 3 】

例えば、現在から t ステップ前の制御周期における逸脱量 $D_n(t)$ の平均値を $t = 0$ から $t = T$ まで平均したものを指標値 IND とすると、指標値 IND は、

【 数 1 】

$$IND = \frac{1}{T+1} \cdot \frac{1}{N} \sum_{t=0}^T \sum_{n=1}^N Dn(t) \quad \dots (1)$$

30

となる。当該指標値 IND は正または負の値となるため、 $|IND| > T_d (> 0)$ の場合、すなわち、 $IND < -T_d (< 0)$ または $IND > T_d (> 0)$ の場合に超過と判定する。

【 0 0 3 4 】

また、例えば、現在から t ステップ前の制御周期における逸脱量 $D_n(t)$ の平均値を $t = 0$ から $t = T$ まで求めたもののうち絶対値が最大のものを指標値 IND としてもよい。なお、逸脱量 $D_n(t)$ の平均値として、各ノード n について単純平均したものに代えて、ノードに応じて加重平均したものをを用いてもよい。また、例えば、現在から t ステップ前の制御周期における逸脱量 $D_n(t)$ のうち絶対値が最大のものを $t = 0$ から $t = T$ まで平均したものを指標値 IND としてもよい。また、例えば、現在から t ステップ前の制御周期における逸脱量 $D_n(t)$ のうち絶対値が最大のものを $t = 0$ から $t = T$ まで求めたもののうち絶対値が最大のものを指標値 IND としてもよい。

40

【 0 0 3 5 】

判定処理 $S14$ において超過と判定しない場合 ($S14: NO$) には、 $LRT/SVR3k$ のタップ指令値 Tpk を算出する必要がないため、そのまま次の (下位の) $LRT/$

50

S V Rに対するループ処理に移行する。

【0036】

一方、判定処理 S 1 4 において超過と判定した場合 (S 1 4 : Y E S) には、現在から T ステップ前までのノード電圧 $V_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基づいて、L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T_{p k}$ を算出する (S 1 5) 。具体的には、各ノード n において、ノード電圧 $V_n(t)$ を $t = 0$ から $t = T$ まで平均したものをノード電圧として、最適なタップ指令値を算出する。ここで、最適なタップ指令値の算出には、例えば特許文献 1 に開示されている方法など、公知の方法を用いることができる。

【0037】

指令値出力処理 S 1 5 によって算出されたタップ指令値 $T_{p k}$ が現在のタップ指令値と同じ場合 (S 1 6 : Y E S) には、L R T / S V R 3 k のタップ切換は行われなため、そのまま次の (下位の) L R T / S V R に対するループ処理に移行する。

10

【0038】

一方、指令値出力処理 S 1 5 によって算出されたタップ指令値 $T_{p k}$ が現在のタップ指令値と異なる場合 (S 1 6 : N O) には、L R T / S V R 3 k のタップ切換が行われ、それより下位の L R T / S V R の制御範囲のノード電圧が変化してしまう。そのため、L R T / S V R 3 k より下位の L R T / S V R 3 m ($k < m$) に対応するすべてのタップ切換フラグ $F L m = 1$ として (S 1 7) 、以降のループ処理において、S 1 2 : N O から S 1 5 に直接移行させる。これにより、L R T / S V R 3 k より下位の L R T / S V R 3 m に対しては、判定処理 S 1 4 の判定結果によらず、常に指令値出力処理 S 1 5 を行う。また、有効ステップ数 T を 0 にクリアする (S 1 7) 。

20

【0039】

このように、判定処理 S 1 4 では、現在の逸脱量 $D_n(0)$ だけでなく過去の逸脱量 $D_n(t)$ も用いて、指令値出力処理 S 1 5 を行う必要性を判定している。また、指令値出力処理 S 1 5 では、現在のノード電圧 $V_n(0)$ だけでなく過去のノード電圧 $V_n(t)$ も用いて、L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T_{p k}$ を算出している。これにより、短周期の電圧変動の影響を受けにくくなるため、短時間の電圧逸脱は許容されて、分散型電源の出力変動に応じた L R T / S V R の頻繁なタップ切換が抑制され、タップ切換回数を低減することができる。

【0040】

S 1 2 から S 1 9 のループ処理を各 L R T / S V R 3 k に対して行うことによって、必要に応じて、各 L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T_{p k}$ が算出される。そして、最も下位の L R T / S V R 3 K に対応するタップ切換フラグ $F L K = 1$ の場合 (S 1 8 : Y E S) 、すなわち、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が行われた場合には、そのまま現在の制御周期における処理を終了する。なお、この場合には、S 1 7 において有効ステップ数 $T = 0$ となっている。一方、タップ切換フラグ $F L K = 0$ の場合 (S 1 8 : N O) 、すなわち、いずれの L R T / S V R においてもタップ切換が行われなかった場合には、有効ステップ数 T をインクリメントして (S 1 9) 、現在の制御周期における処理を終了する。

30

【0041】

したがって、有効ステップ数 T は、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が最後に行われてから経過した制御周期のステップ数を示している。そのため、判定処理 S 1 4 における指標値 I N D は、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が最後に行われてから現在までの逸脱量 $D_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基づいて算出される。また、指令値出力処理 S 1 5 において、各 L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T_{p k}$ は、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が最後に行われてから現在までのノード電圧 $V_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基づいて算出される。

40

【0042】

前述したように、L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T_{p k}$ が現在のタップ指令値から変化してタップ切換が行われると、L R T / S V R 3 k より下位の L R T / S V R 3 m の

50

制御範囲のノード電圧が変化する。そのため、現在のノード電圧を評価する指標値INDの算出は、タップ切換より前に算出されたノード電圧を除外して行う必要がある。そこで、本実施形態では、有効ステップ数Tを用いることにより、前回のタップ切換以降に算出されたノード電圧のみを用いて指標値INDを算出している。

【0043】

また、前述したように、有効ステップ数Tは、いずれのLRT/SVRにおいてもタップ切換が行われなかった場合に各制御周期でインクリメントされる。しかしながら、タップ切換がしばらく行われず、有効ステップ数Tが大きくなると、ノード電圧が過去の値と平均されてしまい、現時点において適正範囲を逸脱していても、指標値INDがほとんど変化せず、タップ指令値が変化しなくなる場合がある。そこで、有効ステップ数Tの上限値Tmax（所定の上限値）を設け、 $0 < T < T_{max}$ とすることによってタップが固定されてしまうことを防ぐことができる。

10

【0044】

< 第2実施形態 >

=== 電圧制御システムの構成 ===

以下、図4ないし図7を参照して、第2の実施形態における配電システムの電圧制御システムの構成について説明する。なお、図4においては、電力線を実線で示し、通信線を破線で示している。

【0045】

図4に示されている配電システムでは、電圧制御装置10ないし12がそれぞれ1台の電圧調整手段を制御する自律分散型の電圧制御システムが構築されている。自律分散型の電圧制御システムは、図2に示した第1実施形態の集中方式の電圧制御システムと比べて、1台の制御システムにおける通信量や計算量が小さくて済む利点がある。

20

【0046】

LRT30の二次側の高圧配電線路は分岐しておらず、上位側から順にセンサ開閉器51, 52, SVR31, センサ開閉器53, SVR32, センサ開閉器54が設置されている。さらに、柱上変圧器61ないし64は、それぞれセンサ開閉器51ないし54の下位側で高圧配電線路に接続されている。そして、柱上変圧器61ないし64の二次側の低圧配電線路には、それぞれ負荷71ないし74および太陽光発電システム81ないし84が連系されている。

30

【0047】

電圧制御装置10は、通信線90を介して、センサ開閉器51の計測値V1, I1, 1およびセンサ開閉器52の計測値V2, I2, 2を受信するとともに、対応するLRT30のタップ指令値Tp0を送信している。また、電圧制御装置11は、通信線91を介して、センサ開閉器53の計測値V3, I3, 3を受信するとともに、対応するSVR31のタップ指令値Tp1を送信している。また、電圧制御装置12は、通信線92を介して、センサ開閉器54の計測値V4, I4, 4を受信するとともに、対応するSVR32のタップ指令値Tp2を送信している。

【0048】

さらに、各電圧制御装置は、通信線93を介して、対応するLRT/SVRの制御範囲が上位のものから下位のものにタップ切換フラグを送信している。すなわち、電圧制御装置10は、タップ切換フラグFL0を送信し、それより下位の電圧制御装置11および12は、当該タップ切換フラグFL0を受信している。また、電圧制御装置11は、タップ切換フラグFL1を送信し、それより下位の電圧制御装置12は、当該タップ切換フラグFL1を受信している。

40

【0049】

図5に示されている電圧制御装置10は、第1実施形態の電圧制御装置1に対して、判定部103, 指令値出力部104, 通信部105の代わりに、それぞれ判定部203, 指令値出力部204, 通信部205にて構成されている。通信部205は、センサ開閉器5i (i = 1, 2) の計測値Vi, Ii, iを受信する。そして、指令値出力部204は

50

、対応する L R T 3 0 のタップ指令値 T p 0 のみを出し、当該タップ指令値 T p 0 は、通信部 2 0 5 から L R T 3 0 に送信される。さらに、判定部 2 0 3 は、タップ切換フラグ F L 0 を保持しており、当該タップ切換フラグ F L 0 は、指令値出力部 2 0 4 により「1」に設定されるとともに、通信部 2 0 5 から電圧制御装置 1 1 および 1 2 に送信される。
【 0 0 5 0 】

図 6 に示されている電圧制御装置 1 1 は、第 1 実施形態の電圧制御装置 1 に対して、判定部 1 0 3 , 指令値出力部 1 0 4 , 通信部 1 0 5 の代わりに、それぞれ判定部 2 1 3 , 指令値出力部 2 1 4 , 通信部 2 1 5 にて構成されている。通信部 2 1 5 は、センサ開閉器 5 i (i = 3) の計測値 V i , I i , i を受信する。また、通信部 2 1 5 は、電圧制御装置 1 0 のタップ切換フラグ F L 0 を受信し、当該タップ切換フラグ F L 0 は、判定部 2 1 3 に入力される。そして、指令値出力部 2 1 4 は、対応する S V R 3 1 のタップ指令値 T p 1 のみを出し、当該タップ指令値 T p 1 は通信部 2 1 5 から S V R 3 1 に送信される。さらに、判定部 2 1 3 は、タップ切換フラグ F L 1 を保持しており、当該タップ切換フラグ F L 1 は、指令値出力部 2 1 4 により「1」に設定されるとともに、通信部 2 1 5 から電圧制御装置 1 2 に送信される。

10

【 0 0 5 1 】

図 7 に示されている電圧制御装置 1 2 は、第 1 実施形態の電圧制御装置 1 に対して、判定部 1 0 3 , 指令値出力部 1 0 4 , 通信部 1 0 5 の代わりに、それぞれ判定部 2 2 3 , 指令値出力部 2 2 4 , 通信部 2 2 5 にて構成されている。通信部 2 2 5 は、センサ開閉器 5 i (i = 4) の計測値 V i , I i , i を受信する。また、通信部 2 2 5 は、電圧制御装置 1 0 のタップ切換フラグ F L 0 および電圧制御装置 1 1 のタップ切換フラグ F L 1 を受信し、当該タップ切換フラグ F L 0 および F L 1 は、判定部 2 2 3 に入力される。そして、指令値出力部 2 2 4 は、対応する S V R 3 2 のタップ指令値 T p 2 のみを出し、当該タップ指令値 T p 2 は通信部 2 2 5 から S V R 3 2 に送信される。さらに、判定部 2 2 3 は、タップ切換フラグ F L 2 を保持しており、当該タップ切換フラグ F L 2 は、指令値出力部 2 2 4 により「1」に設定される。

20

【 0 0 5 2 】

以下、電圧制御装置 1 0 ないし 1 2 のそれぞれを電圧制御装置 1 k (k = 0 , 1 , 2) と称し、電圧制御装置 1 k のタップ切換フラグを F L k とする。また、対応する L R T / S V R の制御範囲が電圧制御装置 1 k より上位の電圧制御装置を 1 j とし、下位の電圧制御装置を 1 m とする。ここで、 j < k < m である。

30

【 0 0 5 3 】

=== 電圧制御装置の動作 ===

以下、図 8 を参照して、本実施形態における配電システムの電圧制御システムが備える各電圧制御装置 1 k の動作について説明する。

【 0 0 5 4 】

第 1 実施形態の電圧制御装置 1 と同様に、各電圧制御装置 1 k の機能は、コンピュータ 1 0 0 によって実現することができ、コンピュータ 1 0 0 に電圧制御プログラムを実行させることによって、潮流計算処理、逸脱量算出処理、判定処理、および指令値出力処理を実行することができる。図 8 は、これらの処理をコンピュータに実行させるためのプログラムにおける、各制御周期における動作を示している。なお、タップ切換フラグ F L k は、各制御周期の開始時に 0 にクリアされる。

40

【 0 0 5 5 】

現在の制御周期が開始されると、まず、センサ開閉器 5 i の計測値 V i , I i , i を含む系統情報 S I を取得する (S 2 0) 。なお、図 4 ないし図 7 に示したように、各電圧制御装置 1 k は、配電システムのうち、対応する L R T / S V R 3 k の制御範囲の状態を示す系統情報 S I を取得している。そして、系統情報 S I に基づいて潮流計算処理を行い、少なくとも当該制御範囲の各ノード n におけるノード電圧 V n (0) を算出し、時系列データとして記憶部 1 0 8 に記憶させる (S 2 1) 。

【 0 0 5 6 】

50

次に、電圧制御装置 1 k より上位の電圧制御装置 1 j ($k > j$) のタップ切換フラグ $FL_j = 0$ の条件が成立しているか否かを判定する (S 2 2)。当該判定条件は、電圧制御装置 1 1 ($k = 1$) においては、 $FL_0 = 0$ となり、電圧制御装置 1 2 ($k = 2$) においては、 $FL_1 = FL_0 = 0$ となる。なお、電圧制御装置 1 0 ($k = 0$) においては、常に判定条件が成立することとする。そして、タップ切換フラグ $FL_j = 0$ の場合 (S 2 2 : YES) には、ノード電圧 $V_n(0)$ に基づいて、各ノード n における逸脱量 $D_n(0)$ を算出し、時系列データとして記憶部 1 0 8 に記憶させる (S 2 3)。

【0057】

次に、現在から T ステップ前までの逸脱量 $D_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) の超過を判定する (S 2 4)。当該判定処理 S 2 4 では、第 1 実施形態の判定処理 S 1 4 と同様に、逸脱量 $D_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基づいて算出される指標値 IND を用いて、当該指標値 IND が所定の閾値 T_d を超えているか否かを判定する。そして、判定処理 S 2 4 において超過と判定しない場合 (S 2 4 : NO) には、対応する LRT / SVR 3 k のタップ指令値 T_{pk} を算出する必要がないため、そのまま S 2 8 に進む。

10

【0058】

一方、判定処理 S 2 4 において超過と判定した場合 (S 2 4 : YES) には、現在から T ステップ前までのノード電圧 $V_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基づいて、対応する LRT / SVR 3 k のタップ指令値 T_{pk} を算出する (S 2 5)。そして、指令値出力処理 S 2 5 によって算出されたタップ指令値 T_{pk} が現在のタップ指令値と同じ場合 (S 2 6 : YES) には、対応する LRT / SVR 3 k のタップ切換は行われないため、そのまま S 2 8

20

【0059】

一方、指令値出力処理 S 2 5 によって算出されたタップ指令値 T_{pk} が現在のタップ指令値と異なる場合 (S 2 6 : NO) には、タップ切換フラグ $FL_k = 1$ とする (S 2 7)。当該タップ切換フラグ $FL_k (= 1)$ は、通信部から下位の電圧制御装置 1 m ($k < m$) に送信される。すなわち、電圧制御装置 1 0 のタップ切換フラグ $FL_0 (k = 0)$ は、電圧制御装置 1 1 および 1 2 に送信され、電圧制御装置 1 1 のタップ切換フラグ $FL_0 (k = 1)$ は、電圧制御装置 1 2 に送信される。なお、電圧制御装置 1 2 のタップ切換フラグ $FL_0 (k = 2)$ については、送信されない。これにより、電圧制御装置 1 k より下位の電圧制御装置 1 m における処理において、判定処理 S 2 4 の判定結果によらず、常に指令値出力処理 S 2 5 を行う。また、有効ステップ数 T を 0 にクリアする (S 2 7)。

30

【0060】

なお、第 1 実施形態では、図 3 の S 1 7 の処理において、LRT / SVR 3 k より下位の LRT / SVR 3 m ($k < m$) に対応するすべてのタップ切換フラグ $FL_m = 1$ としているが、本実施形態では、図 8 の S 2 7 の処理が同様の効果を奏する。すなわち、これらの処理により、上位の LRT / SVR においてタップ切換が行われると、それより下位の LRT / SVR については、常にタップ指令値を算出することとなる。本実施形態では、電圧制御装置間でタップ切換フラグを送受信することによって、上位のタップ切換により生じるノード電圧の大きな変化を下位に伝達し、ノード電圧が適正範囲に収まるように速やかに制御することができる。

40

【0061】

次に、タップ切換フラグ $FL_k = 1$ の場合 (S 2 8 : YES)、すなわち、対応する LRT / SVR 3 k においてタップ切換が行われた場合には、そのまま現在の制御周期における処理を終了する。なお、この場合には、S 2 7 において有効ステップ数 $T = 0$ となっている。一方、タップ切換フラグ $FL_k = 0$ の場合 (S 2 8 : NO)、すなわち、対応する LRT / SVR 3 k においてタップ切換が行われなかった場合には、有効ステップ数 T をインクリメントして (S 2 9)、現在の制御周期における処理を終了する。

【0062】

したがって、判定処理 S 2 4 における指標値 IND は、対応する LRT / SVR 3 k においてタップ切換が最後に行われてから現在までの逸脱量 $D_n(t)$ ($0 \leq t \leq T$) に基

50

づいて算出される。また、指令値出力処理 S 2 5 において、対応する L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T p k$ は、L R T / S V R 3 k においてタップ切換が最後に行われてから現在までのノード電圧 $V n (t) (0 \leq t \leq T)$ に基づいて算出される。

【 0 0 6 3 】

このように、対応する L R T / S V R の制御範囲が上位の電圧制御装置から下位の電圧制御装置にタップ切換フラグを送信することによって、第 1 実施形態の電圧制御装置 1 と同様に系統電圧を制御する自律分散型の電圧制御システムを構築することができる。なお、当該自律分散型の電圧制御システムでは、各電圧制御装置 1 k は、対応する L R T / S V R 3 k の制御範囲の系統情報 S I のみを取得し、当該制御範囲のノード電圧 $V n (0)$ や逸脱量 $D n (0)$ のみを算出するため、計算コストを抑えることができる。

10

【 0 0 6 4 】

前述したように、電圧制御装置 1 において、配電系統の各ノード n におけるノード電圧 $V n (0)$ および適正電圧範囲からの逸脱量 $D n (0)$ を算出し、算出された現在の逸脱量 $D n (0)$ と記憶部 1 0 8 に記憶されている過去の逸脱量 $D n (t)$ とに基づいて算出される指標値 I N D が所定の閾値 $T d$ を超えている場合に、算出された現在のノード電圧 $V n (0)$ と記憶部 1 0 8 に記憶されている過去のノード電圧 $V n (t)$ とに基づいて、L R T / S V R 3 k ($k = 0, 1, 2, 3$) のタップ指令値 $T p k$ を算出して出力することによって、系統電圧を適正範囲に維持しつつ、分散型電源の出力変動に応じた L R T / S V R の頻繁なタップ切換を抑制し、タップ切換回数を低減することができる。

20

【 0 0 6 5 】

また、L R T / S V R 3 k のうち配電系統における制御範囲が上位のものから順にタップ指令値 $T p k$ を算出し、算出されたタップ指令値 $T p k$ が現在のタップ指令値と異なる場合には、それより下位の L R T / S V R に対して、判定部 1 0 3 の判定結果 R S によらず、常にタップ指令値 $T p k$ を算出することによって、1 台の電圧制御装置 1 ですべての L R T / S V R を制御する集中方式のシステムを構築することができる。

【 0 0 6 6 】

また、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が最後に行われてから現在までの逸脱量 $D n (t)$ に基づいて指標値 I N D を算出し、何れかの L R T / S V R においてタップ切換が最後に行われてから現在までのノード電圧 $V n (t)$ に基づいて各 L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T p k$ を算出することによって、タップ指令値 $T p k$ の算出に有効な、配電系統の電圧分布の変化後におけるノード電圧 $V n (t)$ の時系列データのみを用いて、最適なタップ指令値 $T p k$ を算出することができる。

30

【 0 0 6 7 】

また、コンピュータに、電圧制御装置 1 の潮流計算部 1 0 1、逸脱量算出部 1 0 2、判定部 1 0 3、および指令値出力部 1 0 4 に相当する処理を実行させるためのプログラムにおいて、配電系統の各ノード n におけるノード電圧 $V n (0)$ および適正電圧範囲からの逸脱量 $D n (0)$ を算出して、時系列データとして記憶部 1 0 8 に記憶させ、算出された現在の逸脱量 $D n (0)$ と記憶されている過去の逸脱量 $D n (t)$ とに基づいて算出される指標値 I N D が所定の閾値 $T d$ を超えている場合に、算出された現在のノード電圧 $V n (0)$ と記憶されている過去のノード電圧 $V n (t)$ とに基づいて、L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T p k$ を算出して出力することによって、系統電圧を適正範囲に維持しつつ、L R T / S V R のタップ切換回数を低減することができる。

40

【 0 0 6 8 】

また、配電系統の各ノード n におけるノード電圧 $V n (0)$ および適正電圧範囲からの逸脱量 $D n (0)$ を算出し、現在算出された逸脱量 $D n (0)$ と過去に算出された逸脱量 $D n (t)$ とに基づいて算出される指標値 I N D が所定の閾値 $T d$ を超えている場合に、現在算出されたノード電圧 $V n (0)$ と過去に算出されたノード電圧 $V n (t)$ とに基づいて、L R T / S V R 3 k のタップ指令値 $T p k$ を算出して出力することによって、系統電圧を適正範囲に維持しつつ、L R T / S V R のタップ切換回数を低減することができる。

50

【0069】

また、前述したように、電圧制御装置 1 k (k = 0 , 1 , 2) がそれぞれ対応する L R T / S V R 3 k を制御する自律分散型の電圧制御システムにおいて、対応する L R T / S V R の制御範囲が上位の電圧制御装置から下位の電圧制御装置にタップ切換フラグを送信することによって、各電圧制御装置 1 k が 1 台の L R T / S V R を制御する自律分散型の電圧制御システムを構築することができ、系統電圧を適正範囲に維持しつつ、L R T / S V R のタップ切換回数を低減することができる。

【0070】

なお、上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

10

【0071】

また、上記第 2 実施形態では、L R T 3 0 の二次側の高圧配電線路が分岐していないものとしたが、これに限定されるものではない。第 2 実施形態の自律分散型の電圧制御システムは、各電圧制御装置の上位から下位への階層構造が既知であれば、分岐を含む配電システムに対しても適用可能である。一方、第 1 実施形態の集中方式の電圧制御システムは、分岐を含まない配電システムに対しても適用可能である。

【0072】

また、上記第 2 実施形態では、上位の電圧制御装置のタップ切換フラグが、下位の電圧制御装置のすべてに対して送信されているが、これに限定されるものではない。例えば、各電圧制御装置は、タップ切換フラグを次の階層 (1 つだけ下位の階層) のみに送信し、受信したタップ切換フラグをさらに次の階層にも転送する構成としてもよい。

20

【0073】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、各負荷・太陽光発電システム (分散型電源) についてセンサ開閉器やその他センサが設置されているとしたが、これに限定されるものではない。センサ開閉器の個数がノード (各負荷・太陽光発電システム) に対して少ない場合には、センサ開閉器が設置されていないノードの電圧・電流・位相を推定し、その推定値を計測値の代替として用いても良い。

【0074】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、タップ指令値 T p k を算出して送信するとしたが、このタップ指令値はタップの位置であっても良いし、現在のタップ位置に対する増減値であっても良い。さらに、算出した電圧制御装置のタップ指令値を、電圧制御装置の二次側における目標電圧値 (例えば一次側の定格電圧が 6 . 6 k V である場合に、二次側電圧の目標値に変換して、その電圧目標値を電圧制御装置の指令値として送信する) としても良い。

30

【0075】

また、上記第 1 および第 2 実施形態における指令値出力部は、特許文献 1 のような有限のタップ位置の中から最適なタップ位置を選択する方法で指令値を算出するものであっても良いし、あるいはタップ位置を決定変数として電圧逸脱量に関するコスト関数を最適化手法 (逐次二次計画法、メタヒューリスティクス手法など) を用いて算出する手法であっても良い。

40

【符号の説明】

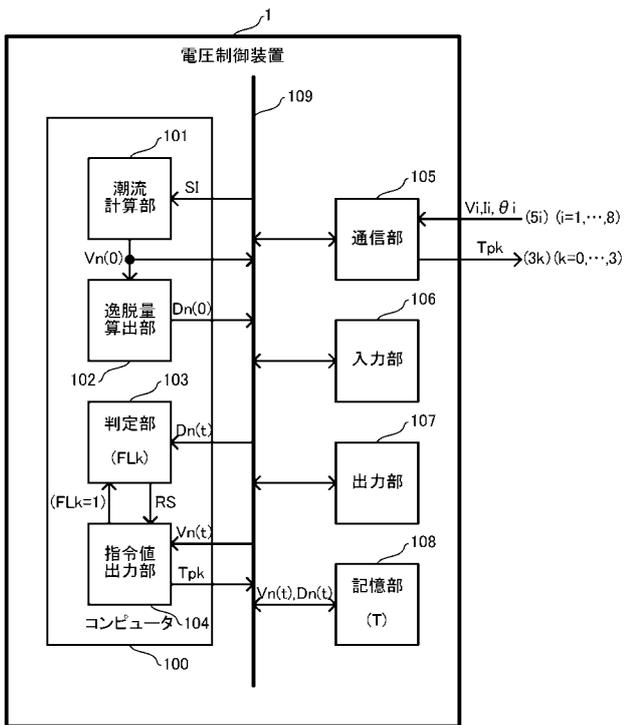
【0076】

- 1、10 ~ 12 電圧制御装置
- 2 配電系統監視制御装置
- 30 L R T (負荷時タップ切換変圧器)
- 31 ~ 33 S V R (自動電圧調整器)
- 40 S V C (静止型無効電力補償装置)
- 51 ~ 58 センサ開閉器
- 61 ~ 68 柱上変圧器

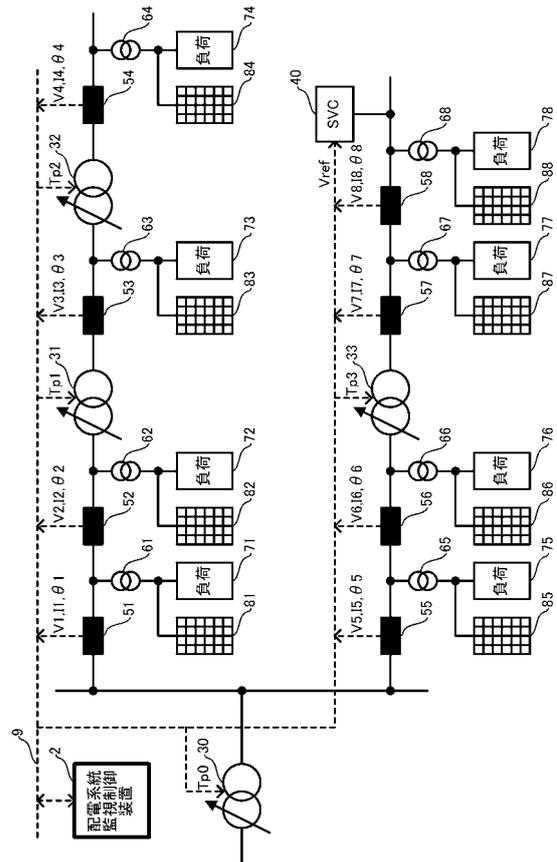
50

- 7 1 ~ 7 8 負荷
- 8 1 ~ 8 8 太陽光発電システム (分散型電源)
- 9、9 0 ~ 9 3 通信線
- 1 0 0 コンピュータ
- 1 0 1 潮流計算部
- 1 0 2 逸脱量算出部
- 1 0 3、2 0 3、2 1 3、2 2 3 判定部
- 1 0 4、2 0 4、2 1 4、2 2 4 指令値出力部
- 1 0 5、2 0 5、2 1 5、2 2 5 通信部
- 1 0 6 入力部
- 1 0 7 出力部
- 1 0 8 記憶部
- 1 0 9 バス
- 2 0 0、2 0 1 ノード電圧

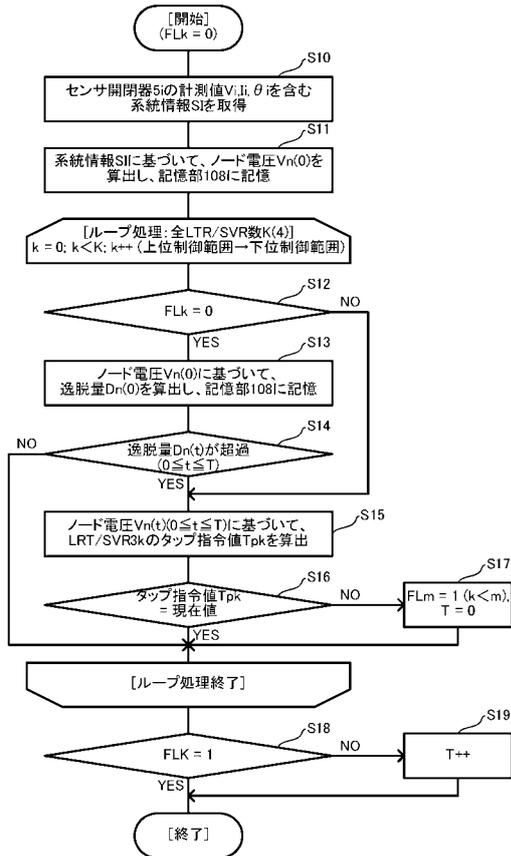
【 図 1 】



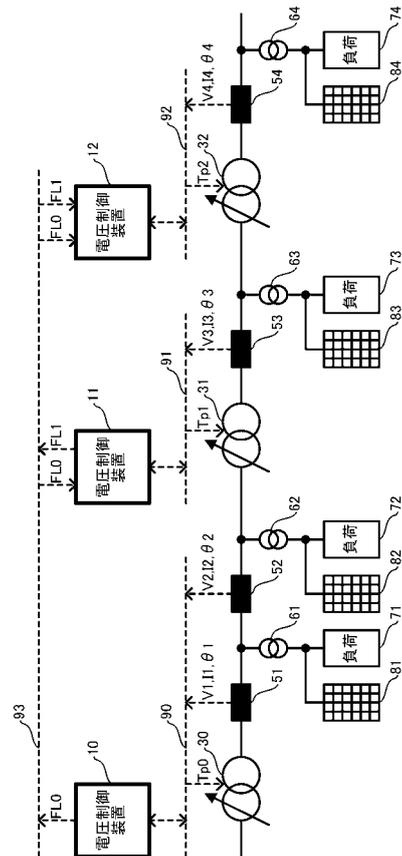
【 図 2 】



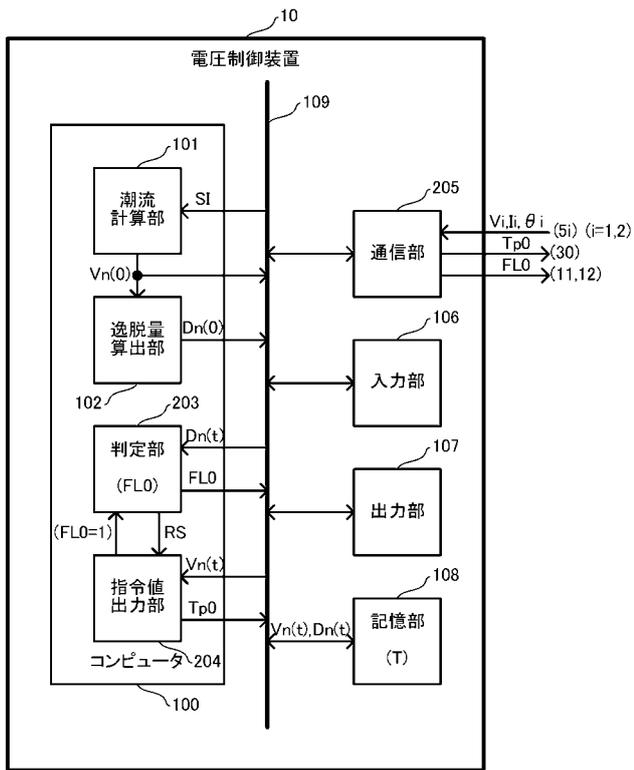
【図3】



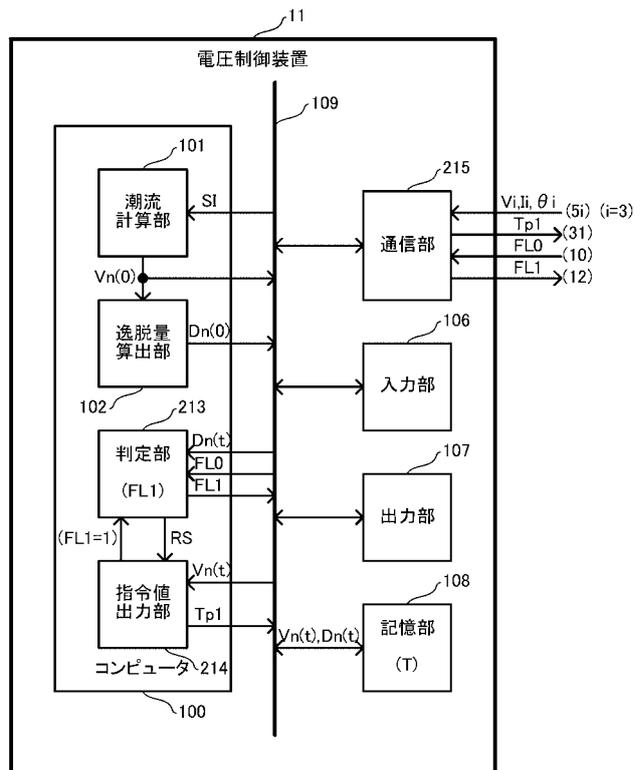
【図4】



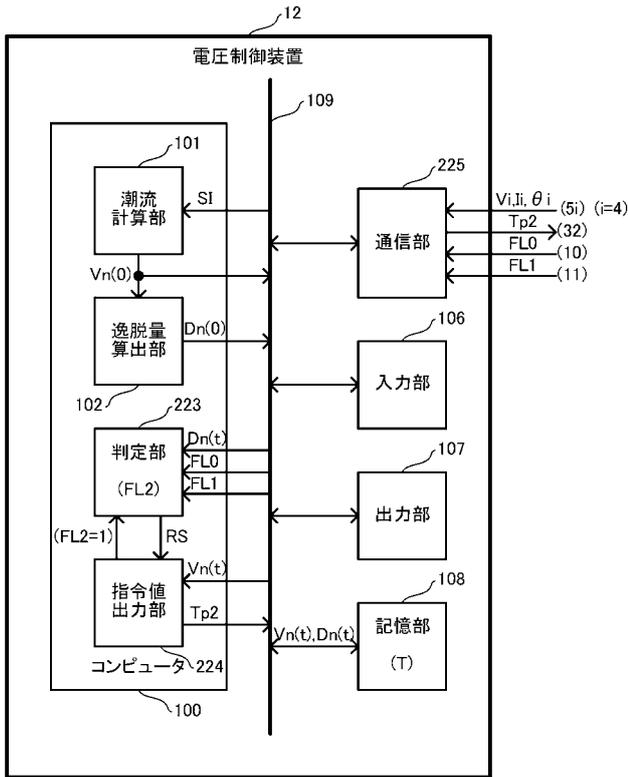
【図5】



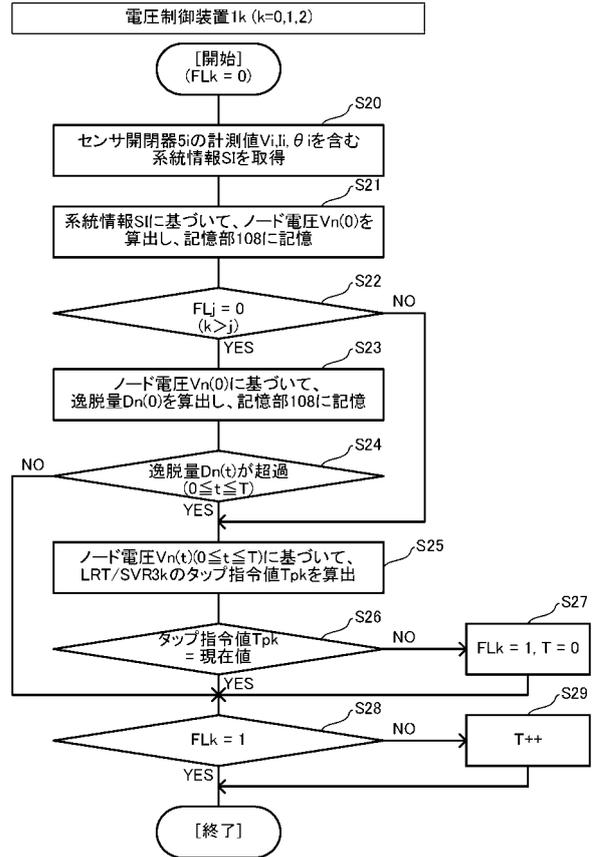
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

