

(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2018-19517  
(P2018-19517A)

(43) 公開日 平成30年2月1日(2018.2.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO2J 3/18 (2006.01)</b>	HO2J 3/18 107	5G064
<b>HO2J 3/38 (2006.01)</b>	HO2J 3/38 130	5G066
<b>HO2J 13/00 (2006.01)</b>	HO2J 3/18 121	
	HO2J 13/00 301A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-148467 (P2016-148467)  
(22) 出願日 平成28年7月28日 (2016.7.28)

(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 100121083  
弁理士 青木 宏義  
(74) 代理人 100138391  
弁理士 天田 昌行  
(74) 代理人 100132067  
弁理士 岡田 喜雅  
(72) 発明者 小田崎 亮太  
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) 5G064 AA04 AC09 CB08 DA03  
5G066 DA01 DA04 FA01 HB06

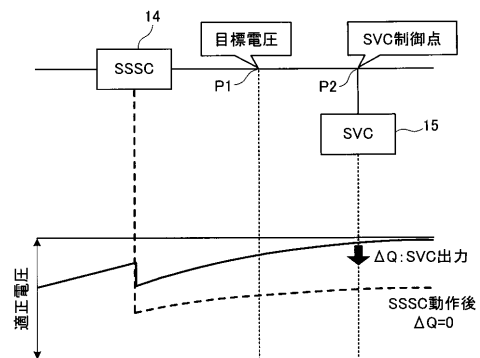
(54) 【発明の名称】 直列型電圧調整装置

(57) 【要約】

【課題】隣接機器の出力余力を確保した状態で当該隣接機器の設置点電圧を適正範囲に維持すること。

【解決手段】この直列型電圧調整装置は、配電系統に直列に接続されるSSSC(14)等であって、自端及び隣接機器の無効電力又は仮想出力の出力情報から、前記隣接機器の出力を0又は所定値に近づけるように出力指令値を変更する。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

配電系統に直列に接続される直列型電圧調整装置であって、  
自端及び隣接機器の出力情報から、前記隣接機器の出力を 0 又は所定値に近づけるよう  
に出力指令値を変更することを特徴とする直列型電圧調整装置。

## 【請求項 2】

前記隣接機器は、前記配電系統に並列に接続される並列型電圧調整装置であり、前記並  
列型電圧調整装置が出力する無効電力の出力情報を取得して前記並列型電圧調整装置の出力  
を 0 又は所定値に近づけるように出力指令値を変更することを特徴とする請求項 1 記載  
の直列型電圧調整装置。

10

## 【請求項 3】

前記隣接機器の出力と目標値との偏差から比例制御又は比例積分制御に基づいて出力指  
令値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の直列型電圧調整装置。

## 【請求項 4】

前記隣接機器は、前記配電系統に接続されるセンサ機器であり、前記センサ機器の仮想  
出力を 0 又は所定値に近づけるように出力指令値を変更することを特徴とする請求項 1 記  
載の直列型電圧調整装置。

## 【請求項 5】

前記センサ機器の設置点電圧の適正範囲からの逸脱量を当該センサ機器の仮想出力とす  
ることを特徴とする請求項 4 記載の直列型電圧調整装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、配電系統に直列に接続され二次側の電圧を制御する直列型電圧調整装置に関  
する。

## 【背景技術】

## 【0002】

配電系統の電圧は、配電用変電所に設置された負荷時タップ切替変圧器（L R T : Load  
Ratio Control Transformer）によるタップ位置切替、配電線路（フィーダ）に設置  
された自動電圧調整器（S V R : Step Voltage Regulator）によるタップ位置切替、配  
電線路に設置された静的同期直列補償装置（S S S C : Static Synchronous Series  
Compensator）等によって制御される。L R T、S V R は、ステップ型の直列型電圧調整  
装置であり、S S S C は連続型の直列型電圧調整装置である。以後これらを総称して直列  
型電圧調整装置という。

30

## 【0003】

ところで、近年の配電系統では太陽光発電装置（P V : Photovoltaics）を備えた需要  
家が増大している。太陽光発電装置の発電出力は天候変動に左右され配電系統の急激な電  
圧変動を生じさせる原因となっている。これに対し、高速な無効電力出力制御によって電  
圧変動を迅速に抑制する機能を持つ静止型無効電力補償装置（S V C : Static Var Com  
pensator）、無効電力補償装置（S T A T C O M : Static Synchronous Compensator）  
を配電系統に接続し、急激な電圧変動を抑制することが期待されている。以後これらを総  
称して並列型電圧調整装置という。直列型電圧調整装置の制御対象区間に設置される機器  
は配電線上において直列型電圧調整装置との関係では隣接機器として扱うことができる。  
並列型電圧調整装置の他にも配電線路に接続されるセンサ機器は隣接機器に含まれる。

40

## 【0004】

直列型電圧調整装置が変電所側（送出し側）に設置され、並列型電圧調整装置が配電線  
路の末端側に設置される。並列型電圧調整装置は、直列型電圧調整装置よりも高速で動作  
するので、電圧変動に対して、直列型電圧調整装置よりも先に動作する。並列型電圧調整

50

装置が直列型電圧調整装置に先行して電圧制御するため、直列型電圧調整装置が動作しない現象が発生することが懸念される。並列型電圧調整装置が設置点電圧を適正範囲内に収束させるように動作すると、並列型電圧調整装置は最大出力で運転し続ける可能性があり、急峻な電圧変動を抑制するための出力余裕がなくなる。その結果、急峻な電圧変動の抑制という並列型電圧調整装置の本来の機能が果たせなくなる恐れがある。

【0005】

そこで、直列型電圧調整装置と並列型電圧調整装置を協調して適切に動作させる電力制御システムが提案されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載の電力制御システムでは、SVRは、SVCの出力現在値または出力履歴情報を把握し、その情報を元にSVCが出力なしの場合を想定した目標電圧を推定する。目標電圧の推定には、例えばSVCの出力電流と配電用変電所側の短絡リアクタンスに相当するパラメータとを用いて、電圧補正量  $V_s$  を計算する。電圧補正量  $V_s$  は、SVCが出力なしの場合と、出力ありの場合とで生じる電圧差分を示している。SVCの出力による電圧変動分を含んでいるタップ動作判定基準値  $V_s$  から電圧補正量  $V_s$  を差し引いて、SVCの出力による電圧変動分の影響分を除外し、この補正電圧がSVRの目標電圧点において適正電圧を逸脱していた場合、無効電力補償装置SVCの出力を減ずるように自動電圧調整器SVRを動作させることが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特開2014-33492号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1の電力制御システムでは、電圧補正量  $V_s$  を差し引いた補正電圧が、直列型電圧調整装置であるSVRの目標電圧点において、適正範囲を逸脱しない限り、並列型電圧調整装置であるSVCの指令値が変更されず、SVCの出力を減ずる機会が発生しない事態が生じる。その結果、隣接機器であるSVCが出力余裕の無い状態に陥る問題がある。

30

【0008】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、隣接機器の出力を0に近づけつつ当該隣接機器の設置点電圧を適正範囲に維持できる直列型電圧調整装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様の直列型電圧調整装置は、配電系統に直列に接続される直列型電圧調整装置であって、自端及び隣接機器の出力情報から、前記隣接機器の出力を0又は所定値に近づけるように出力指令値を変更することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

40

本発明によれば、隣接機器の出力を0に近づけつつ当該隣接機器の設置点電圧を適正範囲に維持できる直列型電圧調整装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】配電系統の全体構成の一例を示す図である。

【図2】隣接機器となるSVCからSSSCへの入力情報の様子を示す図である。

【図3】SSSCの構成例を示す図である。

【図4】第1の実施の形態におけるSSSCの制御内容を示す図である。

【図5】隣接機器がSVCである場合にSSSCにおける制御内容を伝達関数で示す図である。

50

【図 6】SSSCでの協調制御動作を説明する図である。

【図 7】第 1 の実施の形態におけるSSSCでの保護動作を説明する図である。

【図 8】第 1 の実施の形態におけるSSSCでのフロー図である。

【図 9】隣接機器がセンサ機器である場合にSSSCにおける制御内容を伝達関数で示す図である。

【図 10】第 1 の実施の形態においてセンサ機器の仮想出力の演算方法の一例を説明する図である。

【図 11】第 2 の実施の形態の直列型電圧調整装置におけるリミッタ機構を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0012】

(第 1 の実施の形態)

以下、添付図面を参照して本実施の形態の直列型電圧調整装置について説明する。図 1 は本実施の形態の直列型電圧調整装置が設置された配電システムの構成例を示す図である。図 1 に示す配電システムは、変電所に定電圧電源 11 が設置され、変電所のバンクの送り出しに LRT12 が設置されている。LRT12 の二次側に接続された母線には複数本の配電線路 13 が並列に接続される(図 1 では 1 系統のみ示している)。配電線路 13 には、配電線路 13 に対して直列に接続される直列型電圧調整装置となるSSSC14 が接続され、SSSC14 の下位側に配電線路 13 に対して並列に接続される隣接機器である SVC15 が接続される。また、SSSC14 の下位側となる配電線路 13 には別の隣接機器となるセンサ機器 16 が設置されている。SVC15 は、SSSC14 の制御対象区間に設置される隣接機器であり、かつ配電線路 13 に対して並列に接続される並列型電圧調整装置である。センサ機器 16 は、SSSC14 の制御対象区間に設置される隣接機器であり、センサ設置点の情報(例えば、電圧、電流、位相の少なくとも一つ)を検出するセンサである。センサ機器 16 は、センサ単体でもよいし、センサ機能を内蔵した開閉器、センサ機能を内蔵したSSSC又はセンサ機能を内蔵した電圧潮流計等で構成されても良い。なお、SSSC14 の制御対象区間にある配電線路 13 には需要家 17 及び太陽光発電装置 18 が接続されている。本例では、直列型電圧調整装置となるSSSC14 から隣接機器となる SVC15 までの区間又はSSSC14 から隣接機器となるセンサ機器 16 までの区間に着目して説明する。

20

30

【0013】

図 2 に示すように、直列型電圧調整装置となるSSSC14 と隣接機器となる SVC15 とは通信ネットワーク 21 を介して通信可能に接続されており、SVC15 の出力情報(無効電力、電流等)がSSSC14 へ通知される。別の隣接機器となるセンサ機器 16 は、図示されていないが SVC15 と同様に、直列型電圧調整装置となるSSSC14 と通信ネットワーク 21 を介して通信可能に接続されていて、センサ機器 16 の出力情報がSSSC14 へ通知されている。センサ機器 16 の出力情報は、例えばセンサ機器 16 の設置点の電圧(以下、センサ点電圧という)である。SSSC14 は電圧指令値を変更することにより、図 2 に図示した目標電圧(例えば、SSSC14 と SVC15 の中間地点 P1)を制御する、LDC(LineDrop Compensator)制御を行う。LDC制御については既存の技術であるので、詳細は省略する。

40

【0014】

図 3 はSSSC14 の構成例を示している。SSSC14 は、直列変圧器 14a と自励式変換器 14b とを有しており、直列変圧器 14a が配電線路 13 に直列に接続されている。SSSC14 は、自励式変換器 14b で電圧調整することで制御対象区間の電圧を変化させる。また、SVC15 は、例えば降圧用変圧器、直列リアクトル、進相コンデンサ、高電圧大容量サイリスタ装置で構成され、サイリスタを用いた高速制御により、負荷状態において無効電力を連続的に変化させて、応答速度の速い無効電力補償を行う。

【0015】

次に、直列型電圧調整装置のSSSC14 が隣接機器である SVC15 を協調制御する

50

場合のSSSC14における制御内容について具体的に説明する。

【0016】

SSSC14は、ローカル制御により制御対象区間の目標電圧が適正電圧（電圧管理幅）に収まるように出力指令値を決定して電圧制御を行う。SSSC14の目標電圧は、SSSC14の制御対象区間の中間点P1（図2参照）における電圧の目標値である。SVC15はローカル制御によりSVC制御点の電圧が設定値になるように出力を制御している。SVC制御点は、SVC15と配電線路13との接続点P2（図2参照）である。

【0017】

本例では、SSSC14は、自端及びSVC15の出力情報からSVC15の出力を0（又は所定値）に近づけるように出力指令値を変更する。SSSC14がSVC15の出力を0に近づけるように出力指令値を決定すれば、SVC15をできるだけ動作させることなく、SSSC14の出力によってSVC制御点の電圧を設定値に維持できる。この結果、SVC15を、出力余力が最大限に確保された状態に保つことができる。

10

【0018】

図4は直列型電圧調整装置であるSSSC14の制御内容を示す図である。SSSC14は、隣接機器のSVC15から今回取り込まれた出力（無効電力）と目標値（図4では目標値=0）との偏差を比例制御又は比例積分制御して出力指令値（電圧指令値）を決定している。図4に示すように目標値を0にすれば、隣接機器であるSVC15の出力が0に近づくようにSSSC14の電圧指令値が制御される。すなわち、SSSC14は、SVC15が出力無しの状態になるように、SVC15の負担を担うように動作する。SVC15が出力無し状態に近づく分だけ、SVC15の出力余力を確保できる。なお、目標値は必ずしも0でなくても良い。例えば、隣接機器のSVC15の出力（無効電力）が0でなくても、所要の出力余力を確保できるレベルまで下げることができれば支障がない場合もあり得る。

20

【0019】

図5はSSSC14の制御内容を伝達関数で実現した一例を示している。SVC15の出力目標は0に設定されている。比例要素31において、今回のSVC出力と目標値（=0）との偏差にゲインKを掛けて電圧指令値変更量を決定し、遅延要素（ $Z^{-1}$ ）32を介して前回の電圧指令値を取り込み、加算要素33において前回の電圧指令値と今回の電圧指令値変更量を加算して新しい電圧指令値に変換する。新しい電圧指令値は保護リミッタ34を通して最終的な電圧指令値として出力する。

30

【0020】

ゲインKは偏差の大きさに比例して変化させる制御を適用してもよい。偏差に掛けるゲインKを大きくすれば、SSSC14の出力に対し電圧指令値変更量は大きくなり、SSSC14の反応速度が上がる。逆に、偏差に掛けるゲインKを小さくすれば、SSSC14の出力に対し電圧指令値変更量は小さくなり、SSSC14の反応速度が下がる。このようにゲインKを偏差の大きさに応じて制御することで、偏差が大きい状態ではSSSC14の反応速度を上げて高速で目標値に近づけることができ、一方で偏差が小さい状態になれば目標値近傍であるので、SSSC14の反応速度を下げて安定化することができる。また、前回の電圧指令値を遅延要素（ $Z^{-1}$ ）32で遅延させてから今回の電圧指令値変更量に加算することで、積分制御を実現している。積分制御については必須ではないが、図5のように伝達関数に積分制御を組み込むことにより、偏差が小さい状況であっても、偏差を繰り返し加算して電圧指令値を出力するので、偏差が残らない制御が実現される。保護リミッタ34は、SSSC14の目標電圧及び二次電圧がSSSC14の適正範囲内に収まるように上限値及び下限値が設定される。例えば、SSSC14の二次電圧が上限逸脱する場合、保護リミッタ34の上限値を低下させて、新しい電圧指令値を低下させる。

40

【0021】

図6及び図7を参照して、本実施の形態の直列型電圧調整装置（SSSC14）による具体的な動作について説明する。図6及び図7において、横軸はSSSC14及びSVC

50

15に対応した配電線路13上の各位置を示しており、縦軸は各位置での電圧を示している。図6はSSSC14による協調動作前の電圧プロファイルを実線で示し、協調動作後の電圧プロファイルを点線で示している。SSSC14による協調動作前は、SSSC14は目標電圧(P1)が適正電圧の範囲内にあり、SVC15はSVC制御点(P2)の電圧が適正範囲上限の直前まで上昇している。SVC15は、ローカル制御により決定した出力Qにより制御点電圧を適正範囲上限付近に抑え込んでいる状況である。従来のローカル制御では、SSSC14は目標電圧が適正電圧の範囲内にあるので制御対象区間の電圧を下げる方向に動作することはなかった。本実施の形態では、目標電圧が適正電圧の範囲内にあつたとしても、SSSC14がSVC15の現在の出力(SVC出力=Q)を取得し、SVC出力(Q)を0に近づけるようにSSSC14を動作させる。この結果、SSSC14の制御対象区間の電圧が全体として下げられ、図6に点線で示すようにSVC制御点(P2)の電圧は適正電圧の中央値付近まで下げられる。SVC15における自端での制御では、SVC出力に依らずにSVC制御点(P2)の電圧が適正電圧の中央値になれば、SVC出力Qを0にして出力無しの状態になる。したがって、上記協調動作を繰り返すことで、SVC15を動作させることなくSSSC14の目標電圧(P1)及びSVC15の制御点(P2)電圧を適正範囲に維持でき、SVC15を出力無しの状態にして出力余力を確保した状態にすることができる。

10

#### 【0022】

図7はSSSC14の保護リミッタ34による保護動作を示す図である。SSSC14による協調動作(図6参照)では、SSSC14はSVC15の出力を0に近づけるように動作するが、その際のSSSC14の動作範囲は、SSSC14の二次電圧が適正電圧を超えないように制限される。図7に示す動作例では、SSSC14による協調動作によってSVC15の出力を0に近づけるため、SSSC14が制御対象区間の全体の電圧を下げる方向に制御しているが、SVC出力Qを0にする前に、SSSC14の二次電圧が適正電圧の下限値に到達している。例えば、図5に示す加算要素33から出力される電圧指令値がSVC出力Qを0にする数値であつたとしても、保護リミッタ34で適正電圧の下限値に相当する電圧指令値に変更されて出力される。これにより、SSSC14は、二次電圧が適正電圧の下限値まで下げるように動作し、その結果、SVC15では、SVC制御点(P2)の電圧が下げられた分だけ、SVC出力Qが抑制される。

20

#### 【0023】

図8は、SSSC14における上記協調動作のフロー図である。SSSC14は、SVC15の出力情報を通信周期毎に取得する(ステップS1)。SSSC14は、取得したSVC15の出力情報から、電圧指令値をどの程度変更すべきか計算する(ステップS2)。ステップS2で決定した電圧指令値変更量は、SVC15の出力と0(SVC出力無し)の偏差をゲインKにより電圧量へ換算したものである。次に、現在の電圧指令値に、ステップS2で計算した電圧指令値変更量を加算し、新たな電圧指令値とする(ステップS3)。SVC15が正の出力を行っていれば、電圧指令値変更量は正となり、これを現在の電圧指令値に加算することにより、電圧指令値が上昇する。その結果、SVC15のSVC制御点の電圧が上昇し、SVC15は出力を低下させることが出来る。よって、SSSC14はSVC15の出力がSVC制御点の電圧を持ち上げる方向であれば、自らも電圧指令値を上昇させ、SVC15の電圧制御を支援し、SVC15の代わりに電圧制御を行うことで、SVC15の出力を減少させる。また、SSSC14は、保護リミッタ34に上限値及び下限値を設定して、SSSC14の二次電圧及び目標電圧が適正範囲から逸脱しないように動作範囲を制限している。ステップS3で計算した新たな電圧指令値でSSSC14が動作すると仮定した場合のSSSC14の二次電圧及び目標電圧が適正範囲から逸脱しないか判断する(ステップS4)。二次電圧及び目標電圧が適正範囲から逸脱しないと判断した場合は、電圧指令値をステップS3で計算した新たな電圧指令値に変更する(ステップS5)。一方、ステップS4において、二次電圧及び目標電圧が適正範囲から逸脱すると判断した場合は、電圧指令値を変更することなくステップS1の処理へ移行する(ステップS6)。

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

次に、直列型電圧調整装置のSSSC14が隣接機器のセンサ機器16を協調制御する場合のSSSC14における制御内容について具体的に説明する。

## 【 0 0 2 5 】

図4に示す通り、隣接機器の出力情報を除けば、直列型電圧調整装置であるSSSC14による協調制御の制御内容はSVC15の場合と同様である。隣接機器がセンサ機器16の場合は、センサ機器16の仮想出力と目標値(0)との偏差が無くなるようにSSSC14の電圧指令値が決定される。SSSC14は、センサ機器16から出力情報としてセンサ点電圧を取得する。取得したセンサ点電圧の適正範囲からの逸脱量を演算し、逸脱量の積算値をセンサ機器16の仮想出力とみなすことができる。SSSC14は、隣接機器のセンサ機器16から取り込まれたセンサ点電圧から計算される仮想出力と目標値(図4では目標値=0)との偏差を比例制御又は比例積分制御して出力指令値(電圧指令値)を決定している。図4に示すように目標値を0にすれば、隣接機器であるセンサ機器16の仮想出力が0に近づくようにSSSC14の電圧指令値が制御される。センサ機器16の仮想出力が0であるということは、センサ機器16のセンサ点電圧の適正範囲からの逸脱が無くなることを意味している。

10

## 【 0 0 2 6 】

図9はSSSC14がセンサ機器16を協調制御するための制御内容を伝達関数で実現した一例を示している。センサ機器16の仮想出力の出力目標は0に設定されている。比例要素31において、今回のセンサ機器仮想出力と目標値(=0)との偏差にゲインKを掛けて電圧指令値変更量を決定し、遅延要素(Z-1)32を介して前回の電圧指令値を取り込み、加算要素33において前回の電圧指令値と今回の電圧指令値変更量を加算して新しい電圧指令値に変換する。新しい電圧指令値は保護リミッタ34を通して最終的な電圧指令値として出力する。

20

## 【 0 0 2 7 】

図10を参照して、センサ機器16の仮想出力の演算方法の一例を説明する。直列型電圧調整装置であるSSSC14は、隣接機器であるセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の上限値を逸脱した場合には負の仮想出力を演算し、また隣接機器であるセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の下限値を逸脱した場合には正の仮想出力を演算するように構成されている。SSSC14は、隣接機器であるセンサ機器16のセンサ点電圧の適正範囲(上限値及び下限値)が与えられている。まず、上限値逸脱に基づく仮想出力演算について説明する。SSSC14は、センサ機器16のセンサ点電圧を取得し、第1の加減算器41において取得したセンサ点電圧をマイナス、センサ点電圧の適正範囲上限値をプラスとして加減算する。その演算結果は、第1の積分器42において複数周期分を積算する。センサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の上限値を逸脱している状況であれば、第1の積分器42から出力される積算値は負の値になる。またセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の上限値を逸脱していない状況であれば、第1の積分器42から出力される積算値は正の値になる。第1のリミッタ器43は、第1の積分器42から出力される積算値が負の値であれば(センサ点電圧が上限値逸脱した状態)、負の積算値を出力するが、第1の積分器42から出力される積算値が正の値であれば(センサ点電圧が上限値逸脱していない状態)、0を出力する。これにより、隣接機器であるセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の上限値を逸脱した場合には負の仮想出力が出力される。次に下限値逸脱に基づく仮想出力演算について説明する。SSSC14は、センサ機器16のセンサ点電圧を取得し、第2の加減算器44において取得したセンサ点電圧をマイナス、センサ点電圧の適正範囲下限値をプラスとして加減算する。その演算結果は、第2の積分器45において複数周期分を積算する。センサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の下限値を逸脱している状況であれば、第2の積分器45から出力される積算値は正の値になる。またセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の下限値を逸脱していない状況であれば、第2の積分器45から出力される積算値は負の値になる。第2のリミッタ器46は、第2の積分器45から出力される積算値が正の値であれば(センサ点電圧が下限値逸脱した状態)、

30

40

50

正の積算値を出力するが、第2の積分器45から出力される積算値が負の値であれば(センサ点電圧が下限値逸脱していない状態)、0を出力する。これにより、隣接機器であるセンサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲の下限値を逸脱した場合には正の仮想出力が出力される。第1及び第2のリミッタ器43、46の出力(0、負の値、正の値)が加算器47に入力され、0、負の値、正の値のいずれかが仮想出力として後段の処理へ与えられる。センサ機器16のセンサ点電圧が適正範囲内にあるときは仮想出力として0が出力され、センサ点電圧が上限値逸脱している状態であれば仮想出力として電圧を下げるように働く「負の値」が出力され、センサ点電圧が下限値逸脱している状態であれば仮想出力として電圧を上げるように働く「正の値」が出力される。

【0028】

(第2の実施の形態)

次に、隣接機器となるセンサ機器のセンサ点電圧を保護機構により適正範囲に保つ直列型電圧調整装置の実施の形態について説明する。本実施の形態の直列型電圧調整装置(例えば、SSSC)は、隣接機器であるセンサ機器の適正電圧からの電圧逸脱量を計算し、電圧逸脱量を0(又は所定値)に近づけるよう出力指令値を更新するように構成されている。具体的には、センサ機器におけるセンサ点電圧の適正範囲からの電圧逸脱量に応じて、保護機構の上下限值を変更することで、センサ点電圧の電圧逸脱量が0に近づけられるよう出力指令値を更新する。電圧指令値に対する保護動作については、第1の実施の形態で説明したSSSC14の二次電圧が上限逸脱する際の動作と同様である。電力システムの全体構成は、図1に示す構成例に基づいて説明するが、本発明は図1に示す構成例に限定されるものではない。直列型電圧調整装置となるSSSC14が、隣接機器となるセンサ機器16のセンサ点電圧を取得できる協調制御システムを構築する。

【0029】

図11は本実施の形態の直列型電圧調整装置となるSSSC14における保護機構を示している。

直列型電圧調整装置となるSSSC14は、センサ機器16におけるセンサ点電圧の適正範囲の上限値及び下限値の情報を入手している。SSSC14は、隣接機器となるセンサ機器16のセンサ点電圧をある通信周期で取得する。取得したセンサ点電圧をマイナス、隣接機器となるセンサ機器16の上限値をプラスとして第1の加減算器51へ入力する。取得したセンサ点電圧がセンサ機器16の上限値を逸脱していれば負の値を第1の比例積分要素52において比例積分演算してからリミッタ上限値としてリミッタ53へ与える。一方、取得したセンサ点電圧をマイナス、隣接機器となるセンサ機器16の下限値をプラスとして第2の加減算器54へ入力する。取得したセンサ点電圧がセンサ機器16の下限値を逸脱していれば正の値を第2の比例積分要素55において比例積分演算してからリミッタ上限値としてリミッタ53へ与える。リミッタ53は、SSSC14における電圧指令値の動作範囲を適正範囲に制限する保護機構であり、適正範囲の上限がリミッタ上限値として動的に指示され、適正範囲の下限がリミッタ下限値として動的に指示される。かかるリミッタ機構では、センサ点電圧がセンサ機器16の上限値を逸脱している状況ではリミッタ53のリミッタ上限値が下げられてSSSC14の電圧指令値は低下する。SSSC14の電圧指令値が低下すれば、SSSC14の制御対象区間にあるセンサ機器16のセンサ点を含めて制御対象区間全体の電圧が低下するため、センサ機器16のセンサ点電圧が上限値から逸脱した状態から適正範囲に戻される。一方、センサ点電圧がセンサ機器16の下限値を逸脱している状況ではリミッタ53のリミッタ下限値が上げられてSSSC14の電圧指令値は上昇する。SSSC14の電圧指令値が上昇すれば、SSSC14の制御対象区間にあるセンサ機器16のセンサ点を含めて制御対象区間全体の電圧が上昇するため、センサ機器16のセンサ点電圧が下限値から逸脱した状態から適正範囲に戻される。

【0030】

このように、直列型電圧調整装置となるSSSC14における電圧指令値に対するリミッタ53のリミッタ上限値及びリミッタ下限値を、センサ機器16におけるセンサ点電圧

10

20

30

40

50



の逸脱状態に応じて制御することで、隣接機器となるセンサ機器 16 のセンサ点電圧を適正範囲に保つことができる。

【0031】

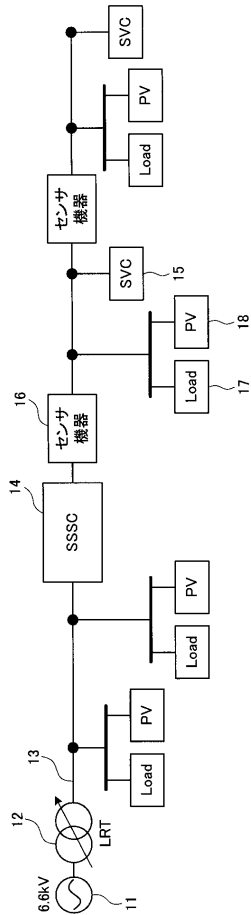
なお、上記本実施の形態において、直列型電圧調整装置としてSSSC 14 を例に説明したが、LRT, SVR等のその他の直列型電圧調整装置に対しても同様に適用できる。

【符号の説明】

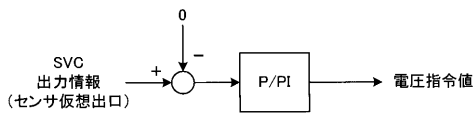
【0032】

11	定電圧電源	
12	LRT	
13	配電線路	10
14	SSSC	
15	SVC	
16	センサ機器	
17	需要家	
18	太陽光発電装置	
31	比例要素	
32	遅延要素	
33	加算要素	
34	保護リミッタ	
41、51	第1の加減算器	20
42	第1の積分器	
43	第1のリミッタ器	
44、54	第2の加減算器	
45	第2の積分器	
46	第2のリミッタ器	
47	加算器	
52	第1の比例積分要素	
55	第2の比例積分要素	
53	リミッタ	30

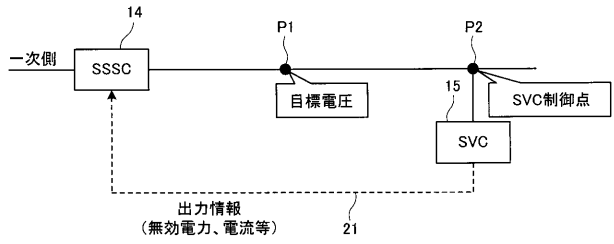
【図1】



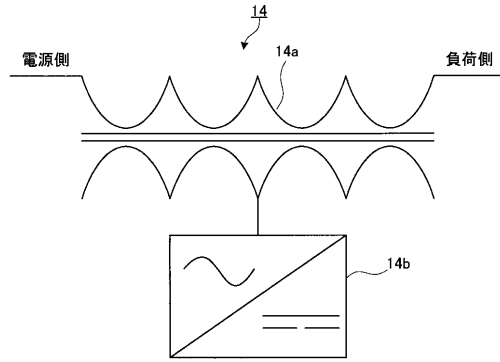
【図4】



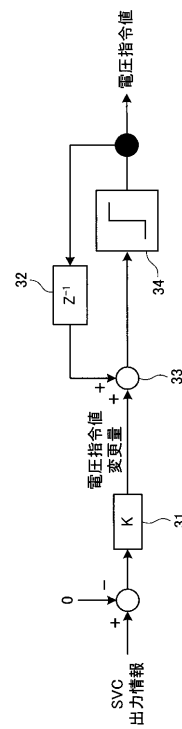
【図2】



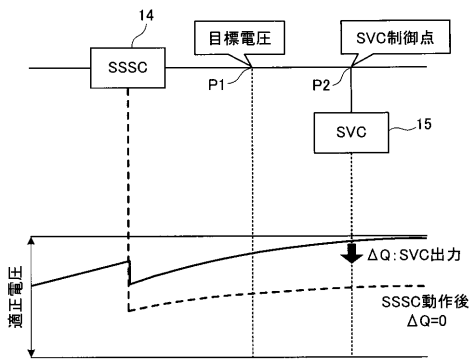
【図3】



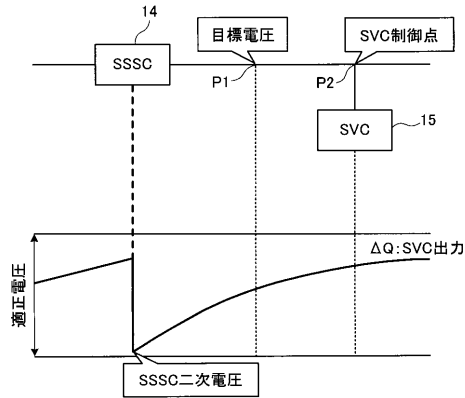
【図5】



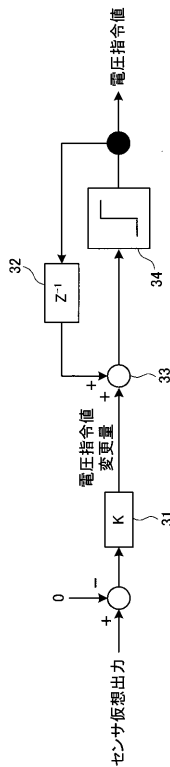
【 図 6 】



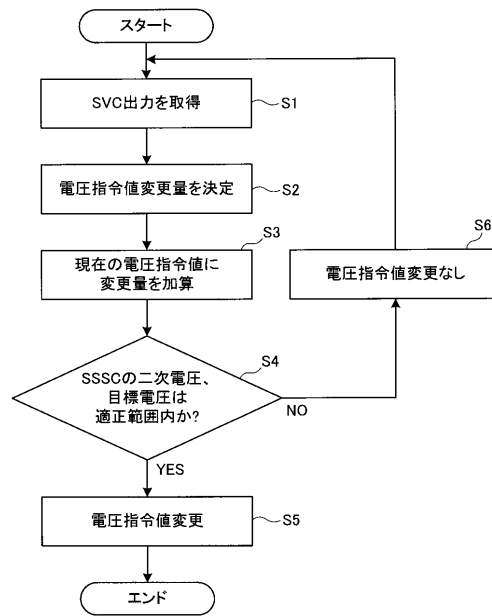
【 図 7 】



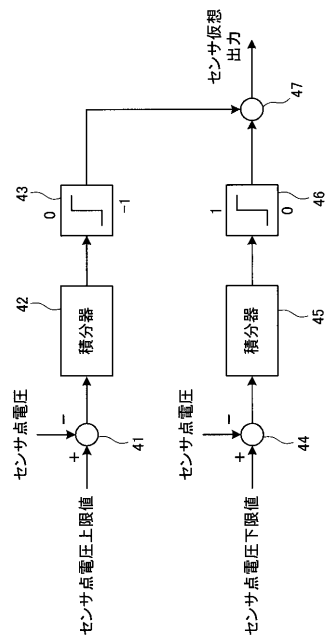
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

