

(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2016-45285  
(P2016-45285A)

(43) 公開日 平成28年4月4日(2016.4.4)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
<b>G09B</b> 9/00 (2006.01)	G09B	9/00	B	5G066		
<b>H02J</b> 3/00 (2006.01)	H02J	3/00	G			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-168095 (P2014-168095)  
(22) 出願日 平成26年8月21日 (2014.8.21)

(71) 出願人 504180239  
国立大学法人信州大学  
長野県松本市旭三丁目1番1号  
(72) 発明者 村松 浩幸  
長野県長野市西長野六の口 国立大学法人  
信州大学教育学部内  
(72) 発明者 瀬下 裕介  
長野県長野市西長野六の口 国立大学法人  
信州大学教育学部内  
Fターム(参考) 5G066 AA03

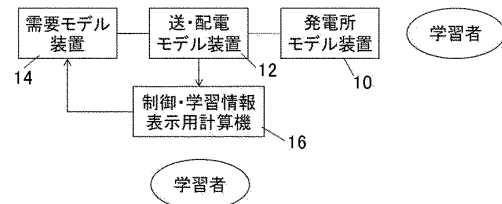
(54) 【発明の名称】 電力送電網の仕組み学習装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電力送電網の仕組みを理解させる学習装置を構成し、一般の人々や児童・生徒が体験的に電力送電網の仕組みが学習できる学習装置を提供する。

【解決手段】電力送電網の仕組み学習装置は、発電所を模擬した発電所モデル装置10と、電力送・配電網を模擬した送・配電モデル装置12と、電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置14と、制御・学習情報の表示用計算機16とを備える。発電所モデル装置を操作して発電させることにより供給される電力に対し、電力の需要変動を模擬して制御される需要モデル装置での負荷変動及びそれに伴う電圧、電力、周波数の変動状況の情報を、制御・学習情報の表示用計算機を通じて、学習者に視覚的に提示し、発電量を最適化させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

発電所を模擬した発電所モデル装置と、電力送・配電網を模擬した送・配電モデル装置と、電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置と、制御・学習情報の表示用計算機とを備えることを特徴とする電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 2】

需要モデル装置は、前記発電所モデル装置から前記送・配電モデル装置を介して供給される電力を消費する、電動機やランプ等の複数の負荷により構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 3】

前記発電所モデル装置は、学習者の操作により発電量が調整可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 4】

前記発電所モデル装置は、学習者が操作して電力を供給する、単一または複数の手回し式の発電器具を備えることを特徴とする請求項 3 記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 5】

前記送・配電モデル装置は、前記発電所モデル装置と前記需要モデル装置とを接続する複数の送電線と、送電線の支持具とを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 6】

前記送・配電モデル装置は、前記需要モデル装置の負荷を変動させるため、前記送電線と前記需要モデル装置の負荷とが接離可能に設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 7】

前記送・配電モデル装置は、前記表示用計算機と接続される、電圧、電流、電力、周波数等の計測対象を検知する端子を備えていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【請求項 8】

前記表示用計算機は、インターフェイスを通じて、前記需要モデル装置に設置された負荷の変動を制御及び負荷変動に伴う電圧、電流、電力、周波数等の状況を測定・記録する記録部と、学習情報を学習者に理解しやすい形で視覚的に提示する表示部とを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の電力送電網の仕組み学習装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電力送電網の仕組みを理解させる学習装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

電力送電網の仕組みを理解させる学習装置は、一般に電力送電系の教育・訓練シミュレータとして、電力送電系の運転員対応操作の教育・訓練に使用される。

電力送電系の教育・訓練シミュレータは、電力送電システムを分解し、発電所モデル、送電線モデル、変電所モデル及び需要家モデル群の 4 つに分けられる。そして、この教育・訓練シミュレータは、シミュレータ用模擬潮流システム網を備え、該模擬潮流システム網を構成する前記各モデル部位における潮流の挙動等を計算するシュミレーションソフトウェアと、該シュミレーションソフトウェアを組み込んだ計算と運転状況設定の操作、該操作により惹起される電力系統及びタービン発電機の運転状態の表示、監視及び等操作監視及び訓練管

10

20

30

40

50

理システム及び事故時の操作手順を示すハードウェアから構成されている（特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００１－１１２１７２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

従来教育・訓練シミュレータには、次のような解決すべき課題があった。

同装置は、職業として取り組む電力送電系の運転員の教育・訓練用のため、発電機の運転状態の表示、監視及び等操作監視及び訓練管理システム及び事故時の操作手順等の訓練用の情報提示や操作が中心である。そのため、一般の人々や学校教育において電力送電網の仕組みを理解させる学習装置として使うには同装置は複雑であり、不要な情報や操作が多く、使用が難しい。また、従来、初等・中等教育での普通教育においては、電力送電網の技術は図解程度の扱いであり、体験的に学習できる学習教材がなかった。

本発明は、電力送電網の仕組みを理解させる学習装置の発明によりこの課題に対処し、一般の人々や児童・生徒が体験的に電力送電網の仕組みを学習できるようにする学習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】

【０００５】

本発明に係る電力送電網の仕組み学習装置は、発電所を模擬した発電所モデル装置と、電力送・配電網を模擬した送・配電モデル装置と、電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置と、制御・学習情報の表示用計算機とを備えることを特徴とする。

【０００６】

前記需要モデル装置は、一般家庭や工場、オフィスなどでの需要先を模擬し、電動機やランプ等、複数の負荷で構成されている装置である。

この需要モデル装置は、需要モデル装置にある負荷の動作を制御・学習情報の表示用計算機により制御することで、負荷が変動し、電力需要の変動を模擬する役目を持つ。負荷の動作の制御は、送・配電モデル装置の送電線の端子を手動操作で切り替えて制御することもできる。

【０００７】

前記送・配電モデル装置は、電力の送・配電網を模擬した装置であり、複数の送電線及び電線の支持具で構成されている。

この送・配電モデル装置は、電力送電網を模擬的に再現することで、学習者に電力送電網の構造を直感的に理解させる役目を持つ。また、送・配電モデル装置は、前記表示用計算機と接続される、電圧、電流、電力、周波数等の状況を測定できる端子を備え、制御・学習情報の表示用計算機により、負荷変動に伴う電圧、電流、電力、周波数等を容易に測定・記録できるようにする役目も持つ。

【０００８】

前記発電所モデル装置は、実際の各種発電所を模擬したものであり、学習者の操作により発電量の調整が容易にできるようにする役目を持つ。発電量を調整する装置として、学習者が操作して電力を供給する、手回し式の発電器具を使用することができる。手回し式の発電器具を使用して電力量を供給する操作を行うことにより、電力需要の変動によって、供給すべき電力量が変動することを実感することができる。

【０００９】

前記制御・学習情報の表示用計算機は、インターフェイスを通じて、需要モデル装置に設置された負荷の変動を制御及び負荷変動に伴う電圧、電流、電力、周波数等の状況を測定・記録する記録部と、学習情報を学習者に理解しやすい形で視覚的に提示する表示部とを備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

表示用計算機は、本発明の学習装置の中心であり、学習者に対し下記の1)、2)、3)の役割を持つ。

- 1)本発明の目的とする電力送電網の仕組み学習自体に関するガイダンス情報や関連資料、データ等の学習情報を学習者に提示する役目。
- 2)需要モデル装置の負荷に対し、電力需要を模擬し制御することで、学習者に電力需要と電力供給のバランスをとることの必要性を体感させる役目。
- 3)負荷変動に伴う電圧、電流、電力、周波数等の状況を測定・記録し、学習者に理解しやすい形で視覚的に情報を提供すると共に、負荷変動に伴う学習者の発電所モデルの操作結果について、電圧、電流、電力、周波数等の変動状況から、安定性の度合いを定量的、定性的に評価し、評価情報を学習者に視覚的にわかりやすく提供する役目。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る電力送電網の仕組み学習装置によれば、電力の需要変動を模擬して制御される需要モデル装置での負荷変動、及びそれに伴う電圧、電力、周波数の変動の情報を、制御・学習情報の表示用計算機を通じて学習者に視覚的に提示し、発電量を最適化させることを通し、電力会社における電力需要の変動状況及び、中央給電指令所等を通じて行われる電力需要に対する発電量の調整作業について、学習者に体験的な学習を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】電力送電網の仕組み学習装置の構成を示すブロック図である。

【図2】電力送電網の仕組み学習装置の構成例の配線図である。

【図3】需要モデル装置のモータ駆動装置として使用した送風ファンの写真である。

【図4】送・配電モデル装置の組み立て例を示す写真である。

【図5】電力送電網の仕組み学習装置の使用例を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図1は、本発明に係る電力送電網の仕組み学習装置の構成を示すブロック図である。本実施形態の電力送電網の仕組み学習装置は、発電所を模擬した発電所モデル装置10と、電力送・配電網を模擬した送・配電モデル装置12と、電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置14と、制御・学習情報の表示用計算機16とを備える。

20

30

【0013】

発電所モデル装置10は、電力を供給するための各種発電所を模擬したものである。本装置は、学習者の操作により発電量の調整が容易にできるようにする役割を持つ。発電量を調整する装置として、学習者が操作して電力を供給する手回し式の発電器具は、学習者が実際の発電量を実感できることと、操作が容易である点で有用である。レバーを回転して発電する方式の手回し式の発電器具は、電力の需要量が大きくなるとそれに応じて、レバーの回転速度を速くする必要があり、レバーに作用する荷重も大きくなることから、需要

電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置14は、需要先の模擬として、複数の電動機及びLED等の負荷を用いる。また、各負荷には動作を制御できるスイッチを設け、電力需要モデルに合わせ、手動もしくは計算機16による自動制御により、スイッチを制御し、負荷を変動させることができる。

40

需要モデル装置14は、電力が実際に消費されている状態を把握させるためのものであるに依りて供給すべき発電量を実感することができる。

【0014】

電力送・配電網を模擬した送・配電モデル装置12は発電所を模擬した発電所モデル装置10と電力が消費される需要先を模擬した需要モデル装置14を接続する役割を持つ。実際のモデルでは、発電所と需要先とを送電線によって接続するモデルを構築し、学習者に電力送・配電網をイメージさせる。

50

## 【0015】

。たとえば、モータ駆動によって動作するファン、LEDなどの照明体を需要先として使用することにより、モータの稼働状態や照明のON-OFF状態が実感でき、需要モデル装置14として好適に利用することができる。

## 【0016】

制御・学習情報の表示用計算機16は、AD変換により、電圧、電流、電力の測定データを取り込み、表示する。また、需要モデル、測定結果、評価結果等の学習情報を提示する。

本発明に係る電力送電網の仕組み学習装置は、電力需要の変動と発電所からの電力供給との相関関係を、体験的に学習できるようにすることを目的としている。制御・学習情報の表示用計算機16は、電力需要と電力供給についての体験実験における測定結果と、電力需要に対応してどの程度の安定度で電力供給できたかという評価結果を提示する手段とを備える。

10

## 【0017】

電力需給についての体験実験の測定結果と評価結果を提示する方法としては、たとえば、1日の標準的な電力需要をあらかじめ設定し、その電力需要に対応できるように、発電所モデル装置10の発電機器を学習者が操作し、操作体験後に、電力需給の関係を表示用計算機16の画面にグラフ表示することにより、電力需要の変動に対して電力供給の安定度確かめるといった方法を利用することができる。

このような体験的な学習をすることにより、たとえば1日のうちでも電力需要が変動していること、その電力需要の変動に応じて適切に電力を供給する制御が必須であること、電力供給を的確に制御することが、効率的で安定的に電力を供給する上で重要であることを理解することができる。

20

## 【0018】

(電力送電網の仕組み学習装置の構成例)

以下では、電力送電網の仕組み学習装置として実際に構築したモデル例について説明する。

図2は、電力送電網の仕組み学習装置を実際に構成したモデルの配線図である。

この学習装置は、発電所モデル装置10として、レバーを手回して発電する2つの発電器具10a、10bを備える。2つの発電器具10a、10bを備えているのは、学習者が一人あるいは複数人で体験学習できるようにするためである。発電器具を3個以上用意して、3人以上で発電器具を操作して学習することもできる。

30

## 【0019】

需要モデル装置14として、3個のモータ駆動装置14a、14b、14cを備える。実施例では、モータ駆動装置14a、14b、14cの例として、モータによってファンが回転駆動される送風ファンを使用した。

図3に、モータ駆動装置14a、14b、14cとして使用した送風ファンを示す。構築モデルでは、民家を模した模型の近くに第1の送風ファンを配置して一般家庭で電力を消費する様子を表現し、工場を模した模型の近くに第2の送風ファンを配置して工場での電力消費の様子を表した。第3の送風ファンは、電力負荷の増減をコントロールする拡張用のものである。

40

## 【0020】

送・配電モデル装置12は、発電所モデル装置10と需要モデル装置14とを送電線によって接続するモデルとして構築する。図4に、送・配電モデル装置12のモデルとして実際に組み立てた例を示す。実施例のモデルでは、送電用の鉄塔をモデル化し、木柱の上部に絶縁体からなるアームを取り付け、アームに接続用の端子を設ける構造とした。

送電線をモデル化するため、端部に接続クリップを備える導線によって送電線を表現し、鉄塔を模した木柱の上部のアームに設けた端子に導線をクリップ止めして木柱間に張るようにすることで、送電線を介して送電される様子をモデル化した。

## 【0021】

50

発電所モデル装置 10 の発電器具 10 a、10 b の出力端子を送・配電モデル装置 12 の上流側の端子に接続し、発電所モデル装置 10 から需要モデル装置 14 に送電されるようにした。

送・配電モデル装置 12 と需要モデル装置 14 のモータ駆動装置 14 a、14 b、14 c である送風ファンとは、送風ファンの端子と送・配電モデル装置 12 の導線とを接続クリップにより接続することで電氣的に接続される。接続クリップを使用することで、送電線と送風ファンとを簡単に接離することができる。

#### 【0022】

需要モデル装置 14 として設置した送風ファンは、家庭や工場等における電力需要をモデル化したものであり、送風ファンと送電線との接続状態を変えることで、どこで電力需要があるか、電力需要の負荷量がどの程度であるかを実感させる上で、きわめて有効である。送風ファンのON-OFF状態はファンの回転状態で直観的にわかることから、電力需要の大小が容易に判別できる利点がある。また、送電線と送風ファン（需要先）とを付け替えることによって、いろいろな需要の組み合わせが表現できるという利点もある。

10

#### 【0023】

発電所モデル装置 10 によって供給される電力および電圧の変動は、電力検知部 16 a を介して制御・学習情報の表示用計算機 16 に記録され、需要モデル装置 14 のモータ駆動装置 14 a、14 b、14 c の動作状態（電圧）は電圧検知部 16 b を介して、制御・学習情報の表示用計算機 16 に記録される。

制御・学習情報の表示用計算機 16 では、電力供給量と需要量との検知結果に基づき、需要先の需要量に対して、どの程度の電力供給がなされたかの測定結果を比較し、評価情報を表示する。

20

#### 【0024】

上述した電力送電網の仕組み学習装置の構築モデル例は、需要モデル装置 14 の構成をもっとも単純化して構成した例である。需要モデル装置 14 としては、送風ファンのようなモータ駆動装置に限らず、LED等の照明体を利用したり、家庭や工場などの他にさまざまな需要先をモデル化することができる。送・配電モデル装置 12 も、発電所モデル装置の発電所群を複数設けたり、需要先を多様化したりすることにより、より具体的な送電網モデルを構築することができ、電力需要と電力供給との間のより多面的な制御が求められることを学習させることもできる。

30

#### 【0025】

（電力送電網の仕組み学習装置の使用例）

以下では、電力送電網の仕組み学習装置の上記モデル例を用いた学習例について説明する。

図 5 は、電力送電網の仕組み学習装置の使用例をフローによって示したものである。

学習形態にはいくつかの選択コースがあるが、以下では標準的な学習コースの例について説明する。

#### 【0026】

学習者は、発電所モデル装置 10 を操作する学習者 1、需要モデル装置 14 を操作する学習者 2、及び制御・学習情報の表示用計算機 16 を操作・確認し、指示を出す学習者 3 の 3 つの役割に分担される。

40

まず、目標値を設定する（ステップ 1）。

このステップでは、発電所モデル装置 10 の出力電圧、電力、周波数、及び需要モデル装置 14 の最大消費電力量に合わせ、安定的に供給する電圧、電力、周波数の各目標値を制御・学習情報の表示用計算機 16 において設定する。

制御・学習情報の表示用計算機 16 の表示画面には、1日の時間経過に伴って電力需要が変動する様子が表示される（需要モデル表示：ステップ 2）。

#### 【0027】

学習者 1 に発電所モデル装置 10 の手回し式発電器具を持たせ、実験開始する。制御・学習情報の表示用計算機 16 の表示画面には、需要モデルのグラフと、実際に手回し式発

50

電器具から供給される電力量の測定値が表示される（測定値表示：ステップ3）。

【0028】

学習者3は制御・学習情報の表示用計算機16に表示される測定結果を確認しながら、学習者1に手回し式発電器具の回し方を指示し、出力電圧、電力、周波数を設定した目標値に納まるように調整する。

需要モデル装置14の稼働するファンの数に対応し消費電力量も増加する。消費電力量の増加に伴い、発電所モデル装置10の手回し式発電器具の負荷も増大する。これにより、学習者1は消費電力量の変動と負荷の関係を体感できる。

測定結果から、需要モデル装置14の消費電力量が、発電所モデル装置10の供給できる電力量に近づき、余裕がないと学習者3が判断した場合は、学習者2に、消費電力量を削減するように需要モデル装置14を操作する指示を出す。

10

【0029】

1日分の時間経過が終了すると、制御・学習情報の表示用計算機16において終了の情報が提示される。学習者3は学習者1、2に操作の終了を指示する。

終了後に、制御・学習情報の表示用計算機16において、平均電圧、電力、周波数値及びその標準偏差から、安定度を段階的に評価し、学習者1、2、3に評価情報として提示する（評価情報表示：ステップ4）

表1に、評価結果例を示す。

【表1】

記録日時	目標電圧	最小電圧	最大電圧	平均値	標準偏差	評価
2013.9.12.21:49	1.4	0	2.3	1.3	1.1	4

20

【0030】

実験終了後、操作データ及び評価結果を保存する（ステップ5）

制御・学習情報の表示用計算機16において、保存処理を選択することで、操作データ及び評価結果が電子ファイルとして保存される。保存された電子ファイルは読み出し可能であると共に、他の一般的な表計算ソフトウェアでも読み込みが可能である。

学習者の選択により、再び学習を試みることができる。この際に、学習者が1、2、3の役割を交代していくことで、全員が全役割を学習できる。

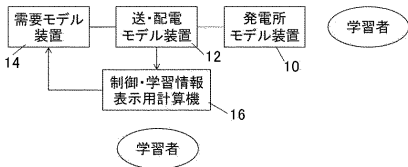
【符号の説明】

30

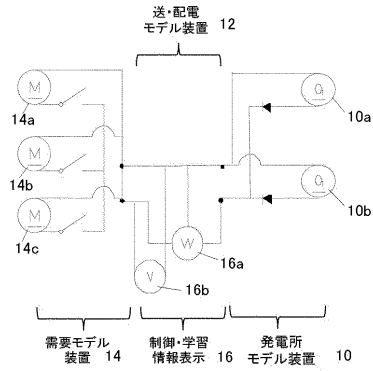
【0031】

- 10 発電所モデル装置
- 10 a、10 b 発電器具
- 12 送・配電モデル装置
- 14 需要モデル装置
- 14 a、14 b、14 c モータ駆動装置
- 16 制御・学習情報の表示用計算機
- 16 a 電力検知部
- 16 b 電圧検知部

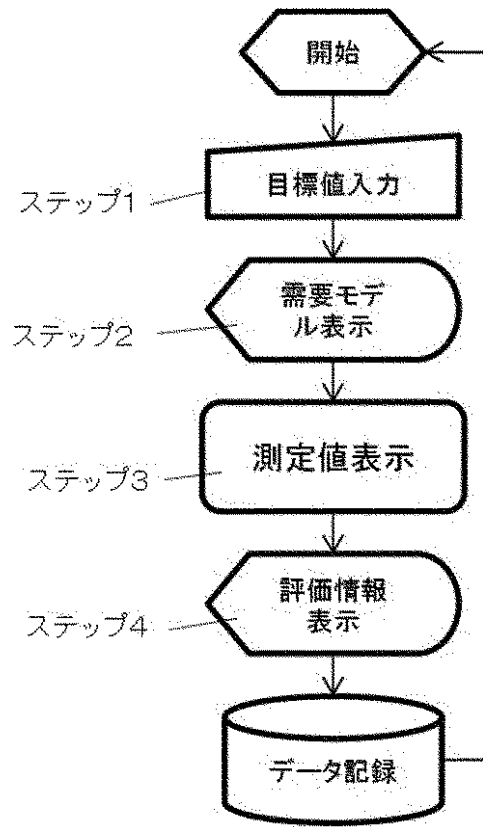
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 5 】



【 図 3 】



【 図 4 】

