

(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2010-51061

(P2010-51061A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02P 29/00	(2006.01)	H02P 5/00	Z	5H004
G05B 17/02	(2006.01)	G05B 17/02		5H501

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-210945 (P2008-210945)	(71) 出願人	505173843
(22) 出願日	平成20年8月19日 (2008. 8. 19)		ディエスピーテクノロジ株式会社
			愛知県豊橋市白河町61番地
		(74) 代理人	100076473
			弁理士 飯田 昭夫
		(74) 代理人	100112900
			弁理士 江間 路子
		(74) 代理人	100136995
			弁理士 上田 千織
		(74) 代理人	100150935
			弁理士 村松 孝哉
		(72) 発明者	尾崎 順彦
			愛知県豊橋市白河町61番地ターミナルプ ラザ ディエスピーテクノロジ株式会社内

最終頁に続く

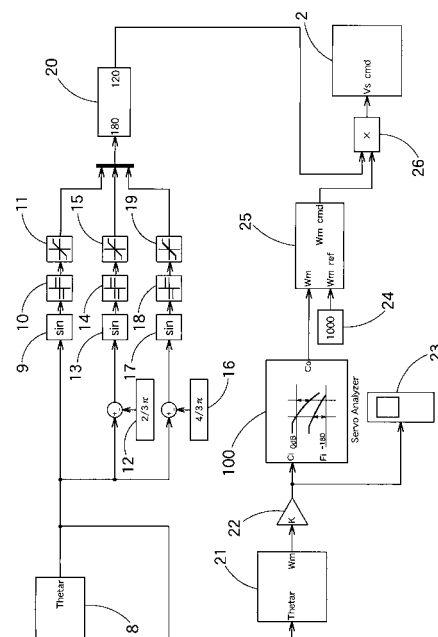
(54) 【発明の名称】 サーボ解析機能を備えたシミュレーションシステム

(57) 【要約】

【課題】 シンボリックなモデルでシミュレーション可能なシミュレーションソフトとAD、PWM等を接続し、実機作動が可能なリアルタイムシミュレータに組み合わせることにより、容易に制御器の周波数応答等伝達関数を計測可能にするサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムを提供すること。

【解決手段】 サーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムは、制御器と等価な応答を実時間で演算して出力するモデルベースなリアルタイムシミュレータ1を備え、リアルタイムシミュレータ1を実機からなるモータ5（制御対象）に接続し、制御シミュレーションを行うシミュレーションシステムにおいて、リアルタイムシミュレータ1のモデル内に伝達関数計測ブロックモデル100を配置して構成される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

制御器と等価な応答を実時間で演算して出力するモデルベースなリアルタイムシミュレータを備え、該リアルタイムシミュレータを実機からなる制御対象に接続し、制御シミュレーションを行うシミュレーションシステムにおいて、

前記リアルタイムシミュレータのモデル内に伝達関数計測ブロックモデルを配置することを特徴とするサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステム。

【請求項 2】

前記伝達関数計測ブロックモデルは、パラメトリックに伝達関数計測構造を変更可能に構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステム。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、温度、位置、速度等の制御器の開発にあたって使用されるサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

温度、位置、速度等の制御器を設計するにあたっては、数学モデルを作り、この数学モデルを解くことによって所定の制御性能を有しているか否か、また、外乱等に対して安定しているか否かを検証する必要がある。

20

【0003】

この計算には多大な時間がかかるため、制御用のシミュレーションソフトが市販され、広く使用されている。シミュレーションソフトへの数学モデルの入力も、コマンドラインからの手入力、エディターを使用したファイル入力、さらに現在では、数式の要素をモデル化し、これらを画面上で貼り付け、線をつなぐことで数学モデルを作成でき、利便性を増している。

【0004】

さらに、現在では、パソコンにAD（アナログデジタル変換器）入力、PWM（パルス幅変調器）出力ボードを組み込み、シミュレーションソフト上で使用可能なシンボルをつくり、これらを組み合わせたシミュレーションソフトによって実機が作動可能になり、このような機器が市販されている。

30

【0005】

制御系のブロックダイアグラムを作り、各ブロックの数学モデル（伝達関数）を作成し、先に述べたシミュレーションソフトを用いれば、制御結果が所定の結果になっているか否か、また、ボード線図等で周波数に対する利得、位相を確認すれば周波数応答が安定か否かの判断も可能である。

【0006】

演算増幅器等のアナログ素子を使った制御機器では、2チャンネルのFFT（高速フーリエ変換）を用い、周波数スペクトラムの比を取ることにより、2点間の伝達関数が計測可能であり、これらからボード線図を求めることが可能であり、サーボアナライザとして市販されている。

40

【0007】

アナログ制御では、比較的簡単に制御器の周波数応答を求めることができるが、マイクロコンピュータ等を使用したデジタルのソフトウェア制御によりボード線図を求めるには、制御器ごとに専用の計測装置を作る必要があり、多くの手間がかかっていた。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明は、シンボリックなモデルでシミュレーション可能なシミュレーションソフトと

50

AD、PWM等を接続し、実機作動が可能なリアルタイムシミュレータに組み合わせることにより、容易に制御器の周波数応答等伝達関数を計測可能にするサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステム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】

本発明のサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムは、制御器と等価な応答を実時間で演算して出力するモデルベースなリアルタイムシミュレータを備え、該リアルタイムシミュレータを実機からなる制御対象に接続し、制御シミュレーションを行うシミュレーションシステムにおいて、前記リアルタイムシミュレータのモデル内に伝達関数計測ブロックモデルを配置することを特徴とする。

10

【0010】

本発明によると、リアルタイムシミュレータのモデル内に伝達関数計測ブロックモデルを配置するようにしたため、専用の計測装置を用いて伝達関数を計測する場合と比べ、きわめて簡単な作業によって伝達関数を計測することが可能となる。

【0011】

ここで、前記伝達関数計測ブロックモデルは、パラメトリックに伝達関数計測構造を変更可能に構成される。このように構成することにより、多種多様な態様で伝達関数の計測を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

20

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0013】

図1は、本発明の一実施形態に係るサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムの構成図、図2は、リアルタイムシミュレータのブロック構成図、図3は、伝達関数計測ブロックモデルのブロック構成図、図4は、伝達関数計測ブロックモデルのパラメータを設定する際に使用される設定画面の表示構成図、図5は、オープンループかつ応答モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図、図6は、クローズドループかつ応答モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図、図7は、オープンループ又はクローズドループ、かつ、計測モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図をそれぞれ示す。

30

【0014】

図1において、1は、リアルタイムシミュレータを表す。リアルタイムシミュレータ1は、主モデルベースの数値解析プログラムを実時間で作動させる装置である。リアルタイムシミュレータ1には拡張スロットが設けられており、拡張スロットにAD（アナログデジタル変換器）、PWM（パルス幅変調器）等のボードを挿入し、予め用意されたAD、PWM等を表すモデルをモデルブロックに貼付することにより、上記ボードを介して外部から電気信号をリアルタイムシミュレータ1に入力し、また、PWM信号をリアルタイムシミュレータ1から外部に出力可能とされる。図1に示す実施形態では、リアルタイムシミュレータ1の拡張スロットにPWMボード2を挿入している。

【0015】

40

PWMボード2にはインバータ3が接続される。インバータ3は、直流電源4に接続され、PWMボード2からのPWM信号を増幅し、モータ5を交流駆動する。モータ5は、例えば、三相交流モータであって永久磁石を使用したブラシレスモータで構成される。

【0016】

モータ5のロータには、ロータの角度を検出するためのレゾルバ6が組み付けられ、レゾルバ6の出力側にはレゾルバ変換機7が接続される。レゾルバ6は、公知のように、交流による励磁に対しSIN信号とCOS信号を得るものであり、角度信号に変換するためには演算が必要となり、レゾルバ変換機7は、SIN信号とCOS信号とをロータ角度を示すレゾルバ信号に変換するものである。

【0017】

50

リアルタイムシミュレータ 1 は、図 2 に示すようなブロックモデルで構成される。

【0018】

図 2 において、8 は、レゾルバ変換機 7 に接続され、レゾルバ変換機 7 からのレゾルバ信号を読み取りロータ角度信号に変換するブロックを表す。

【0019】

9 は、ブロック 8 のロータ角度信号を SIN 変換するブロック、10 は、入力信号が正のとき 1 を、負のとき -1 を、0 のとき 0 を出力するブロック、11 は、上限を 1、下限を 0 としたリミッターを表し、ブロック 9 に入力したロータ角度信号は、ブロック 9 ~ 11 を通過することによって、回転角度 180° ごとに振幅が 1 と 0 に交互に切替わる矩形波信号を出力する。ブロック 13 ~ 15 及びブロック 17 ~ 19 も、それぞれブロック 9 ~ 11 と同様な処理を行うブロックである。ただし、ブロック 13 ~ 15 の入力信号は、ブロック 9 ~ 11 の入力信号の位相をブロック 12 において設定された $2/3\pi$ だけ遅らせた入力信号であり、また、ブロック 17 ~ 19 の入力信号は、ブロック 9 ~ 11 の入力信号の位相をブロック 16 において設定された $4/3\pi$ だけ遅らせた入力信号である。

10

【0020】

20 は、ブロック 11、15、19 から出力された互いに $2/3\pi$ の位相差をもつ回転角度 180° ごとの矩形波信号から回転角度 120° ごとの振幅 1 の矩形波駆動信号を生成する公知のブロックを表す。

【0021】

21 は、ブロック 8 から出力されるロータ角度信号からモータ 5 の 1 秒あたりの回転数 (rps) を演算するブロックを表す。22 は、ブロック 21 で演算されたモータ 5 の 1 秒あたりの回転数 (rps) を 1 分あたりの回転数 (rpm) に変換するブロックを表す。

20

【0022】

23 は、モータ 5 の 1 分あたりの回転数 (rpm) を観測するためのモニタースコープを表す。

【0023】

100 は、リアルタイムシミュレータ 1 のモデル内に配置された伝達関数計測ブロックモデルを表す。伝達関数計測ブロックモデル 100 は、周波数応答等伝達関数を計測するものであり、後に詳述する。

【0024】

24 は、モータ 5 の設定回転数 (例えば 1000 rpm) を指令するブロックを表す。

30

【0025】

25 は、ブロック 22 から入力されるモータ 5 の 1 分当たりの回転数 (rpm) とブロック 24 の設定回転数とに基づいてモータ 5 に対する回転数補正係数を演算し、出力するブロックを表す。

【0026】

26 は、ブロック 20 からの振幅 1 の矩形波信号にブロック 25 からの回転数補正係数を乗算し、PWM ボード 2 にモータ駆動電圧信号を出力するブロックを表す。

【0027】

伝達関数計測ブロックモデル 100 は、図 3 に示すように構成される。

40

【0028】

図 3 において、Ci は、制御ループからの入力、Co は、制御ループへの出力、Fi は、フィードバックをもたないシステムの出力 (制御ループに入れる場合は未使用) を表す。

【0029】

信号発生部 101 は、周波数、振幅、位相が可変な正弦波発生器 102 及び矩形波発生器 103 と信号を選択する信号セクタ 104 とにより構成され、スイープ解析では正弦波発生器 102 が、ステップ解析では矩形波発生器 103 がそれぞれ伝達関数測定の駆動源になる。

【0030】

データ収集ユニット 105 は、設定されたデータ数に応じた信号を取り込み、伝達関数

50

演算ユニット 106 に演算指令を送る機能を有する。

【0031】

伝達関数演算ユニット 106 は、データ収集ユニット 105 からの指令に基づいてスイープ解析、ステップ解析方法で伝達関数を計算する。

【0032】

構造可変ユニット 107 は、クローズ/オープン、応答/計測の各セクタ 108、109 で構成され、下記の伝達関数を計算することができる。

【0033】

(1) Loop = 0、Ctrl = 1

図 5 に示すように、0x と 0y 間の伝達関数を計算する。

10

【0034】

$H(\omega) = 0y(\omega) / 0x(\omega)$

(2) Loop = 1、Ctrl = 1

図 6 に示すように、Cx と Cy 間の伝達関数を計算する。

【0035】

$H(\omega) = Cy(\omega) / Cx(\omega)$

(3) Loop = 0 or 1、Ctrl = 0

図 7 に示すように、Mx と My 間の伝達関数を計算する。

【0036】

$H(\omega) = My(\omega) / Mx(\omega)$

20

伝達関数計測ブロックモデル 100 は、図 4 に設定画面の一例として示すように、パラメトリックに伝達関数計測構造を変更可能に構成され、多種多様な態様で伝達関数の計測を行うことができる。

【0037】

以上説明したように、本実施形態のサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムは、制御器と等価な応答を実時間で演算して出力するモデルベースなリアルタイムシミュレータ 1 を備え、リアルタイムシミュレータ 1 を実機からなるモータ 5 (制御対象) に接続し、制御シミュレーションを行うシミュレーションシステムにおいて、リアルタイムシミュレータ 1 のモデル内に伝達関数計測ブロックモデル 100 を配置して構成される。

【0038】

30

本実施形態によると、リアルタイムシミュレータ 1 のモデル内に伝達関数計測ブロックモデル 100 を配置するようにしたため、専用の計測装置を用いて伝達関数を計測する場合と比べ、きわめて簡単な作業によって伝達関数を計測することが可能となる。

【0039】

また、伝達関数計測ブロックモデル 100 は、パラメトリックに伝達関数計測構造を変更可能に構成されるため、多種多様な態様で伝達関数の計測を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の一実施形態に係るサーボ解析機能を備えたシミュレーションシステムの構成図である。

40

【図 2】リアルタイムシミュレータのブロック構成図である。

【図 3】伝達関数計測ブロックモデルのブロック構成図である。

【図 4】伝達関数計測ブロックモデルのパラメータを設定する際に使用される設定画面の表示構成図である。

【図 5】オープンループかつ応答モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図である。

【図 6】クローズドループかつ応答モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図である。

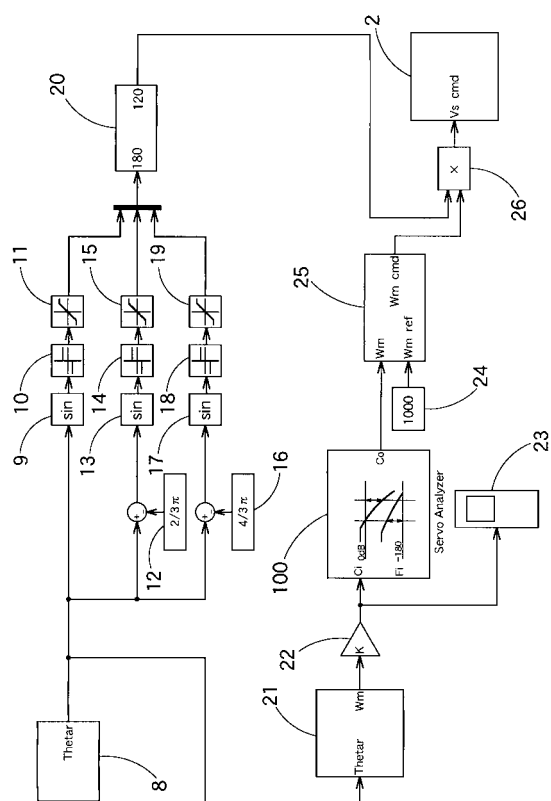
【図 7】オープンループ又はクローズドループ、かつ、計測モードが選択されたときの伝達関数の計算式の説明図である。

50

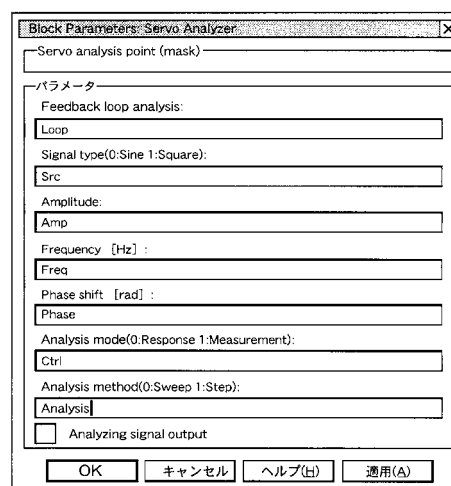
【 0 0 4 1 】

```
1 リアルタイムシミュレータ
5 モータ（制御対象）
100 伝達関数計測ブロックモデル
```

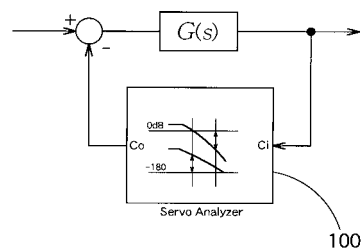
【图 2】



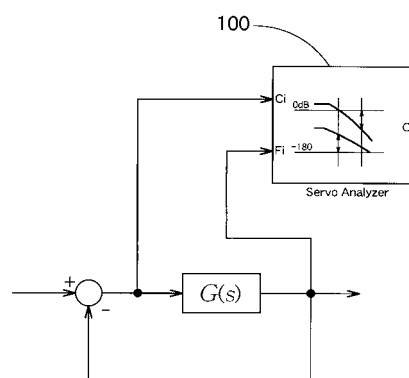
【图 4】



【图 6】



【图 7】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 康夫

愛知県豊橋市白河町6 1 番地ターミナルプラザ ディエスピーテクノロジー株式会社内

(72)発明者 磯部 成久

愛知県豊橋市白河町6 1 番地ターミナルプラザ ディエスピーテクノロジー株式会社内

(72)発明者 半田 昇

愛知県豊橋市白河町6 1 番地ターミナルプラザ ディエスピーテクノロジー株式会社内

F ターム(参考) 5H004 GA27 HA07 HB07

5H501 BB02 CC01 DD01 GG01 HB07 HB16 JJ04 KK04 LL34