

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5179667号

(P5179667)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 M 17/00 (2006.01)

GO 1 M 17/00 A

GO 5 B 13/04 (2006.01)

GO 5 B 13/04

GO 5 B 11/36 (2006.01)

GO 5 B 11/36 5 O 3 A

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-524368 (P2011-524368)
 (86) (22) 出願日 平成21年8月26日 (2009.8.26)
 (65) 公表番号 特表2012-501434 (P2012-501434A)
 (43) 公表日 平成24年1月19日 (2012.1.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2009/061009
 (87) 国際公開番号 W02010/023228
 (87) 国際公開日 平成22年3月4日 (2010.3.4)
 審査請求日 平成23年4月27日 (2011.4.27)
 (31) 優先権主張番号 GM464/2008
 (32) 優先日 平成20年9月1日 (2008.9.1)
 (33) 優先権主張国 オーストリア (AT)

(73) 特許権者 398055255
 アー・ファウ・エル・リスト・ゲゼルシャ
 フト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツ
 グ
 オーストリア国、8020グラーツ、ハン
 スーリストープラッツ、1
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛冶澤 實
 (74) 代理人 100157440
 弁理士 今村 良太
 (74) 代理人 100153419
 弁理士 清田 栄章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繰り返して実行される作動サイクルを持つ制御対象のフィードバック制御を行うための方法および制御配列

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

繰り返して実行される作動サイクルを持つ一つの被験体(1)と、前記被験体(1)に一本の連結シャフト(3)により連結された一台の負荷試験機(2)とを有するテストスタンド配列のフィードバック制御方法において、

フィードバック制御の一つの現時点の実際値(r_{ist_akt})と、前もって行われたいずれか一回の作動サイクルにおける実際値に基づいて、間近に生じるシステム・ディレイを随伴しない一つの実際値を予測した一つの値とから、一つの修正後の実際値(r_{ist_mod})を算出して、これを制御にフィードバックする工程からなることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

前記現時点の実際値(r_{ist_akt})が、先行して行われたいずれか一回の作動サイクルに対する現時点の作動サイクルの変化を表している、システム・ディレイを随伴した一つの一過性成分(r_{ist_trans})と、ある一つの繰り返されている同じ成分を表している、システム・ディレイの分だけ補償された一つの予測成分($r_{ist_it_komp}$)とに分割され、前記システム・ディレイを随伴した一過性成分(r_{ist_trans})と、前記システム・ディレイを随伴しない予測成分($r_{ist_it_komp}$)とから、前記修正後の実際値(r_{ist_mod})を算出して、これを制御にフィードバックする工程を特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) の前記一過性成分 ($r_{i s t_t r a n s}$) を、作動サイクルと同期で行われる平均値フィルタリングにより前処理する工程を特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

システムのある一回の先行作動サイクルにおける実際値 ($r_{i s t}$) を時間または角度で分解して、一つの記憶ユニット (M) に記憶して、一つの演算ユニット (S) に、前記現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) と、前記記憶済みの先行作動サイクルの実際値 ($r_{i s t_i t}$) とを供給する工程、

前記記憶済みの先行作動サイクルの実際値 ($r_{i s t_i t}$) に内在するシステム・ディレイを、前記システム・ディレイの分だけ過去に遡ったところに位置している記憶済み先行作動の実際値 ($r_{i s t_i t}$) を実際値の予測成分 ($r_{i s t_i t_k o m p}$) として使用することによって、補償する工程、

前記演算ユニット (S) において、前記実際値の一過性相当分 ($r_{i s t_t r a n s}$) を算出するために、前記記憶済みのディレイを随伴した先行作動サイクルの実際値 ($r_{i s t_i t}$) と、前記ディレイを随伴した現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) との差分を形成する工程、および、

前記修正後の実際値 ($r_{i s t_m o d}$) を得るために、前記実際値の予測相当分 ($r_{i s t_i t_k o m p}$) と前記実際値の一過性相当分 ($r_{i s t_t r a n s}$) とが加算される工程と

を備える特徴とする、請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記記憶ユニット (M) が前記演算ユニット (S) に向け、前記記憶済み先行作動サイクルの実際値 ($r_{i s t_i t}$) と、前記システム・ディレイの分だけ角度または時間がずれている記憶済み実際値 ($r_{i s t_i t_k o m p}$) とを転送する工程を特徴とする、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) をフィルタリングにかけ、そこから、固有振動周波数の 1 . 4 倍、好適には

【数 1】

$\sqrt{2}$ 倍を超える周波数成分を取り除いて、前記フィルタリング後の現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t_f i l t}$) を用いて前記修正後の実際値 ($r_{i s t_m o d}$) を算出する工程を特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 7】

一本の連結シャフト (3) により一台の負荷試験機 (2) に連結された、繰り返して実行される作動サイクルを持つ一つの被験体 (1) からなる一つのテストスタンド配列のフィードバック制御を行うための、一つのコントローラ (R) と、一つの実値演算ユニット (F) とを備えた制御配列であって、前記実際値演算ユニット (F) が一つのフィードバック・ブランチに配置されている、制御配列において、

前記実際値演算ユニット (F) において、フィードバック制御の一つの現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) と、以前に行われたいずれか一回の作動サイクルにおける実際値に基づいて、間近に生じるシステム・ディレイを随伴しない一つの実値を予測した一つの値とを、制御にフィードバックされる一つの修正後の実際値 ($r_{i s t_m o d}$) へと演算処理可能であることを特徴とする、制御配列。

【請求項 8】

フィードバック制御の一つの現時点の実際値 ($r_{i s t_a k t}$) を、先行して行われたいずれか一回の作動サイクルに対する現時点の作動サイクルの変化を表している、システム・ディレイを随伴した一つの一過性成分 ($r_{i s t_t r a n s}$) と、システム・ディレイの分だけ補償された一つの予測成分 ($r_{i s t_i t_k o m p}$) とに分割可能であり、前記一過性成分 ($r_{i s t_t r a n s}$) と前記予測成分 ($r_{i s t_i t_k o$

m_p) とから、制御にフィードバックされる一つの修正後の実際値 (r_{ist_mod}) を算出可能であることを特徴とする、請求項 7 に記載の制御配列。

【請求項 9】

前記実際値演算ユニット (F) に、一つの記憶ユニット (M) と一つの演算ユニット (S) とが備えられること、またその際には前記実際値演算ユニット (F) に、現時点の実際値 (r_{ist_akt}) を供給可能であり、また前記記憶ユニット (M) には、システムの先行して行われたいずれか一回の作動サイクルにおける複数の実際値 (r_{ist_it}) を時間または角度で分解して記憶可能であること、

前記演算ユニット (S) において、前記実際値の一過性相当分 (r_{ist_trans}) を算出するために、前記記憶ユニット (M) に記憶済みのシステム・ディレイを随伴した先行作動サイクルの実際値 (r_{ist_it}) と、システム・ディレイを随伴した現時点の実際値 (r_{ist_akt}) との差分を算出可能であること、

前記実際値演算ユニット (F) において、前記記憶済み先行作動サイクルの実際値に内在するシステム・ディレイを、このシステム・ディレイの分だけ過去に遡ったところに位置する記憶済み先行作動サイクルの実際値を、実際値の予測相当分 ($r_{ist_it_komp}$) として転送することにより、補償可能であること、および、

前記演算ユニット (S) において、前記実際値の予測相当分 ($r_{ist_it_komp}$) および前記実際値の一過性相当分 (r_{ist_trans}) を、前記修正後の実際値 (r_{ist_mod}) へと加算可能であること
を特徴とする、請求項 8 に記載の制御配列。

【請求項 10】

前記記憶ユニット (M) に二つの出力が備えられ、一方の出力から、前記記憶済み先行作動サイクルの実際値 (r_{ist_it}) を、他方の出力から、前記システム・ディレイの分だけ角度または時間がずれている記憶済み実際値 ($r_{ist_it_komp}$) を出力可能であることを特徴とする、請求項 9 に記載の制御配列。

【請求項 11】

現時点の実際値 (r_{ist_akt}) から、固有振動周波数の 1.4 倍、好適には

【数 2】

$$\sqrt{2}$$

倍を超える周波数成分を取り除く一つのローパスフィルタ (A) が備えられ、前記実際値演算ユニット (F) においては、このフィルタリング後の現時点の実際値 ($r_{ist_akt_filt}$) を用いて前記修正後の実際値 (r_{ist_mod}) を算出可能であることを特徴とする、請求項 7 ~ 10 のいずれか一つに記載の制御配列。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここで対象としている発明は、繰り返して実行される作動サイクルを持つ一つの被験体と、この被験体に一本の連結シャフトにより連結された一台の負荷試験機とを有するテストスタンドのフィードバック制御を行うための方法および制御配列に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばエンジン・テストスタンドまたはドライブトレイン・テストスタンドなどのテストスタンド上では、被験体、例えばエンジン、車両駆動装置、ドライブトレインなどが、一本の連結シャフトにより一台の負荷試験機 (ダイナモメータ)、通例は電動機に連結されることによって、被験体に所望の負荷トルクを加えられるようにしているが、この負荷試験機は、多くは駆動機械としても動作できるようになっている。一般に従来の連結シャフトは、テストスタンド構成の固有振動周波数が、アイドル回転時の共振周波数 (アイドル回転周波数) を下回るように、例えば四気筒エンジンである場合は約 20 Hz のアイドル回転周波数に対して固有振動周波数が 17 Hz となるように、選定されるようになっている。それにより、被験体の作動周波数域における共振は回避されることになるが、しか

し、この連結シャフトが一種のローパスフィルタのように作用して、例えば $> 15 \text{ Hz}$ の限界振動周波数を上回るトルク成分が減衰されてしまうために、負荷トルクまたは駆動トルクの動特性には制約を受けることになる。しかし、特定のテストランにとっては、それよりも格段と高い、例えば 60 Hz の周波数成分を持つトルクを伝達できることが重要となるかもしれない。しかしながらこれは、例えば点火時の共振周波数（点火周波数）が連結部の固有振動周波数と等しいシステムでは、システムがきわどい周波数域で動作されることになるために、連結部がエンジンの作動周波数域において励振されて、望ましくない共振を来たしかねないことを意味している。固有振動周波数が 60 Hz である場合は、例えば四気筒エンジンであると、 1800 rpm 台で共振が発生するかもしれない。したがって、そのような連結シャフトが導入される場合には、このときに発生する共振を減衰

10

できるようにするフィードバック制御が不可欠となる。現時点の測定値に基づいて制御が行われる従来方式のフィードバック制御は、この問題を一部解消することができるが、しかしそのようなフィードバック制御は、常に一定のディレイタイムを置いてからでないと、現時点の実値に応答できるようににはならないため、一般には、それに適したものとはなっていない。このディレイタイムは、システムに内在する不感時間以外にも、各種測定装置や調整装置のローパス特性に起因して生じるものであり、以下ではこれをシステム・ディレイと呼ぶ。このシステム・ディレイは、周波数が高くなると、もはや無視できなくなり、テストスタンド上では、ディレイタイムを置かない限り、目標トルクの急速な変化に調整を伴わせるのが不可能となってしまう。

【0003】

20

固有振動周波数が一段と高くなっている連結シャフトが導入される場合に、発生する共振を減衰することができる適切なフィードバック制御方式の一例が、非特許文献1に説明されている。そこでは、公知であるフィードバック制御コンセプトに基づいて、具体的には、エイチ・インフィニティ（H）制御理論のコントローラを使用して、制御が行われるようになっている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】K. Shirotaら、「Development of ,Virtual and Real Simulator ' for Engine」、SAE 2001 World Congress、SAE Technical Paper Series 2001-01-1355

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

以上のような背景から、ここで対象としている発明は、反復式の作動サイクルを持つ配列、特に、被験体とダイナモメータとの間に、被験体の作動周波数域にあたる固有振動周波数を有する連結部が使用されるテストスタンド配列のフィードバック制御をタイムベースで行う際に、上述の共振問題を少なくとも低減することができる制御方法および制御配列を提示することを課題としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

この課題は、方法・制御配列ともに、本発明にしたがって、フィードバック制御の現時点の一つの実値と、以前に行われたいずれか一回の作動サイクルにおける実値に基づいて、間近に生じることになるであろうシステム・ディレイを随伴しない一つの実値を予測した一つの値とから、一つの修正後の実値を算出して、これを制御にフィードバックすることにより、解決される。それにより、現時点の実値だけではなく、以前の作動サイクルの実値に基づいて、間近に生じることになるであろうシステム・ディレイを随伴しない実値を予測した一つの値もまた、フィードバック制御のために使用されることになり、またそれに伴い、内在するシステム・ディレイを補償することが可能となる。システム・ディレイが補償されることにより、フィードバック制御によって、システム・ディレイが一切存在しないように、実値の変化に

50

高周波数域の共振についても、同位相で減衰することが可能となる。

【 0 0 0 7 】

これは、フィードバック制御の現時点の一つの実際値を、先行して行われたいずれか一回の作動サイクルに対する現時点の作動サイクルの変化を表している、システム・ディレイを随伴した一つの一過性成分と、ある一つの繰り返されている同じ成分を表している、システム・ディレイの分だけ補償された一つの予測成分とに分割して、このシステム・ディレイを随伴した一過性成分と、システム・ディレイを随伴しない予測成分とから、制御にフィードバックされる一つの修正後の実際値が算出されるようにすることで、実行できるようにすると有利である。予測成分については、例えば、何らかの反復モデル作成法に基づいて作成される一つのモデルから、これを算出できるようにするか、あるいは、反復制御の原理にしたがって生成される信号から、これを直接算出できるようにすると有利である。現時点の実際値の一過性成分については、万一信号の中になお反復成分が存在している場合に、それを取り除けるようにするために、ほかにも作動サイクルと同期で行われる平均値フィルタリングにより、これを前処理できるようにすると有利である。

10

【 0 0 0 8 】

修正後の実際値については、システムのいずれか一回の先行作動サイクルにおけるさまざまな実際値を、時間で分解して、または角度で分解して、一つの記憶ユニットに記憶して、一つの演算ユニットに、現時点の実際値とあわせて、これらの記憶済み先行作動サイクルの実際値を供給すること、これらの記憶済み先行作動サイクルの実際値に内在するシステム・ディレイを、そのシステム・ディレイの分だけ過去に遡ったところに位置している記憶済み先行作動サイクルの実際値を、実際値の予測相当分として使用することによって、補償すること、演算ユニットにおいて、これらの記憶済みのディレイを随伴した先行作動サイクルの実際値と、ディレイを随伴した現時点の実際値との差分を形成すること、さらに、実際値の予測相当分と実際値の一過性相当分とを加算して修正後の実際値とすることによって、実際値の一過性相当分を求められるようにすると、極めて有利である。

20

【 0 0 0 9 】

記憶ユニットから演算ユニットに向け、記憶済み先行作動サイクルの実際値とあわせて、システム・ディレイの分だけ角度または時間がずれている記憶済み実際値が転送される場合は、上述の補償を非常に簡単に実行することができる。

【 0 0 1 0 】

優れた動的応答性能を示すハイ・ダイナミック型のダイナモメータを使用しない、一般のエンジン・テストスタンドまたはドライブトレイン・テストスタンドでは、テストスタンド配列、例えばエンジン・連結シャフト・ダイナモメータからなる配列の固有振動周波数が、アイドル回転中の点火周波数と、クランクキング時の点火周波数との間に位置するように選定されることが多い。この固有振動周波数は通常、エンジンの気筒数により 15 ~ 30 Hz に位置している。点火周波数 (= 卓越励振周波数) は、例えば 4 サイクルエンジンである場合は、回転周波数の 2 倍に相当する。この点火周波数 (= 卓越励振周波数) は、エンジンの点火挙動の誤差により、被験体の作動周波数域に位置することもある。例えば 4 サイクル四気筒エンジンにおいて、作動中であるのが二つの気筒だけである場合は、卓越励振周波数が、その二分の一の回転周波数となるために、ある一定の回転数 (これは、このときにはアイドル回転数を上回っていてもよい) のときには、固有振動周波数域に位置することになる。その結果、最悪のケースではシステムの損傷につながりかねない共振現象 (固有振動周波数での振動) を来たすことになる。したがってこの場合も、適切な制御介入により、このような振動を減衰することが不可欠となる。そのような従来型テストスタンドの、ハイ・ダイナミック型ではないダイナモメータの動的応答性能には限りがあるために、ここで対象としている方法をそこで使用する場合には、追加対策を講じなければ、操作変量の限界値が守られないという事態を来たし、ダイナモメータは過負荷で運転されることになり、その結果、システムのシャットダウンを来たすことになりかねない。その代わりに、何か別のフィードバック制御方案を実現する必要性を回避するためにも、現時点の実際値をフィルタリングにかけ

30

40

50

、そこから、固有振動周波数の 1 . 4 倍、好適には

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

$\sqrt{2}$

倍を超える周波数成分を取り除いて、このフィルタリング後の現時点の実際値を用いて、修正後の実際値が算出されるようにしている。このようにフィルタリングを追加することによって、ここで対象としている制御方法を、従来型のテストスタンド上においても導入することが可能となる。同時にそれにより、既存のテストスタンドに、本発明にしたがった制御方法をいわば後付けすることが可能となるわけだが、その暁には、これらの既存のテストスタンドは、ハイ・ダイナミック試験にも、また通常の動特性で行われる試験にも、適したものとなる。

10

【 0 0 1 2 】

以下では、ここで対象としている発明を、有利な構成形態の具体的な例を幾つか概略図で示した図 1 ~ 5 に基づき説明するが、本発明はこれらの構成形態に限定されない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】フィードバック・ブランチに本発明にしたがった実際値演算ユニットが備えられている、フィードバック制御の構成図である。

【 図 2 】制御対象の一例を示す図である。

【 図 3 】修正後の実際値を算出するための演算ユニットの概略的な回路図である。

20

【 図 4 】本発明にしたがったフィードバック制御の構成図の別の構成形態を示す図である。

【 図 5 】本発明にしたがったフィードバック制御の構成図のさらに別の構成形態を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

図 1 には、フィードバック制御のシンプルな構成図が、フィードバック制御の対象である制御対象 G、ここでは図 2 に示されるように、一つの被験体 1（例えばエンジン、ドライブレイン等）と、一本の連結シャフト 3 に接続された一台の負荷試験機 2（例えば電動機）とを有するテストスタンド配列と、一つのコントローラ R とともに示されている。この制御対象 G は、公然周知であるように、フィードバック制御の対象である配列、ここではテストスタンド配列の制御理論モデルであって、またコントローラ R は、この制御対象 G のある一つの所定の被制御変数 r 、ここでは例えば連結シャフトのトルクまたは回転数のフィードバック制御を行うようになっている。このフィードバック制御には、一つの目標値 $r_{s o l l}$ が前もって設定されており、ほかに一つの実値 $r_{i s t}$ が検出（例えば測定）されるが、これは、公然周知であるようにフィードバック・ループでフィードバックされて、目標値 $r_{s o l l}$ から差し引かれるようになっている。

30

【 0 0 1 5 】

しかしながら、現時点の実値 $r_{i s t_a k t}$ が使用に供されるのは、測定および演算処理にかかる時間により、決まって一定のディレイタイムを置いた後となる。ほかに、制御にかかる時間や、システム自体の応答能力によっても、ディレイタイムがもたらされる。こうした演算、制御、およびシステムに固有のディレイタイムもしくは不感時間を、以下では一般にシステム・ディレイと呼ぶ。このシステム・ディレイは、コントローラ R およびシステムが持つ知識により、前もって算出することが可能であり、既知であると看做することができるものである。このシステム・ディレイのために、実値の変化 $r_{i s t}$ に応答できるのは、例外なく一定のディレイタイムを置いてからとなっている。この問題を軽減するために、これからは、将来の（予測される）システム・ディレイを随伴しない実値が算出されて、これがフィードバック制御に送られることになる。当然ながら、将来の実値を正確に予測することは不可能であるために、算出されるのは将来の実値の近似値となる。その際には、システム・ディレイが補償もしくは軽減されるようにする

40

50

ために、このシステム・ディレイの分だけ先の将来に生じるであろうと予測される実際値もしくは実際値の予測成分が算出されることが好ましい。

【0016】

制御対象Gにおいて発生する怖れのある共振を減衰できるようにするために、このフィードバック・ブランチに、制御にフィードバックされる一つの修正後の実際値 $r_{i s t_m o d}$ を、以下で詳述するように実際値 $r_{i s t}$ から演算するようになっている、一つの実際値演算ユニットFが備えられている。

【0017】

同一作動サイクル、例えばエンジンである場合は、全気筒の一回の完全な燃焼サイクル（例えば4サイクルエンジンの場合は、クランク角720°）は、反復して出現する。本発明にしたがった方法では、この事情が利用される。そのために実際値演算ユニットFの内部には、一つの記憶ユニットMが備えられるが、これには、現時点の作動サイクルに先行して行われた少なくとも一回の作動サイクルにおける複数の実際値 $r_{i s t}$ が記憶されている。すなわちこの記憶ユニットMには、過去のいずれか一回の、好ましくは直前に行われた作動サイクルが、常に記憶されているのである。その際には、この記憶が、離散系の工程において、例えばクランク角1度あたりの値、または1ミリ秒あたりの値など、角度分解もしくは時間分解を行った上で行われることが好ましい。このメモリMは、周期性のメモリとして実施される、すなわち、分解が行われて新たな値が記憶される都度、記憶されている値が一つずつ移動されて、ついにはメモリから押し出されて失われるようにすることが好ましい。

【0018】

先行作動サイクルの実際値 $r_{i s t_i t}$ は、時間同期方式（または角度同期方式）で演算ユニットSに供給される、すなわち、現時点の時間（または角度）に対して、それぞれ同じ時間（または角度）のときに記憶された過去の値が演算ユニットSに供給されるようになっている。演算ユニットSには、同様に現時点の実際値 $r_{i s t_a k t}$ も供給される。実際値 $r_{i s t}$ は、ある一つの作動サイクルが次の作動サイクルへと、一過性成分が出現する場合には、その分だけ変化することになる。負荷もしくは回転数が、一回の作動サイクルを経た後にも変化しない場合、システムは概ね定常な運転状態にあり、この状態が作動サイクルごとに繰り返されることになるが、この成分を反復成分と呼ぶ。この場合には、一過性成分がゼロであるかもしれない。そこでは、この一過性成分の動特性が、反復成分の動特性よりも小さくなっている。現時点の実際値のこの一過性成分については、万一その信号になおも反復成分が存在する場合に、これを取り除くために、ほかに、作動サイクルと同期で行われる平均値フィルタリングにより、これが前処理されるようにするとよい。信号の中にこの反復成分が生じるのは、ハイ・ダイナミック成分を完全には繰り返すことができない場合である。

【0019】

（将来生じることになるであろう）実際値の予測相当分を算出してシステム・ディレイを補償するために、好ましい手法の一例において、先行作動サイクルの記憶済みの値 $r_{i s t_i t}$ が援用されるようになっている。そのために、演算ユニットSにおいてはまず、図3に示されるように、記憶済みの先行作動サイクルの実際値 $r_{i s t_i t}$ から、現時点の実際値 $r_{i s t_a k t}$ を、時間に関して同期（または角度に関して同期）で差し引くことにより、一つの一過性成分が、実際値の一過性相当分 $r_{i s t_t r a n s}$ として演算されるようになっている。しかし、この一過性成分 $r_{i s t_t r a n s}$ には、いまだにシステム・ディレイが含まれている。ほかに、一つの補正ユニットKにおいては、記憶済みの先行作動サイクルの実際値 $r_{i s t_i t}$ に含まれているシステム・ディレイが補償されることよって、例えば、現時点のクランク角（または時間）に付随している記憶済みの値ではなく、既知であるシステム・ディレイの分だけ、時間的に遡ったところに位置している記憶済みの値が転送されることよって、-すなわち、過去に記憶された値 $r_{i s t_i t}$ から、将来を展望することによって-、実際値の予測相当分が算出されるようになっている。続いて、そのようにして補正された（システム・ディレイを随伴し

10

20

30

40

50

ない) 実際値 (の予測相当分) $r_{i s t_i t_k o m p}$ 、および (システム・ディレイを随伴した) 実際値の一過性相当分 $r_{i s t_t r a n s}$ を加算することによって、一つの修正後の実際値 $r_{i s t_m o d}$ を求め、これが最終的に制御にフィードバックされるようになっている。すなわちこの修正後の実際値 $r_{i s t_m o d}$ は、システム・ディレイを随伴しない一つの予測成分と、システム・ディレイを随伴した一つの一過性成分とをミックスしたものとなっている。同位相制御のために不可欠な、高い動特性を示す情報は、システム・ディレイを随伴しないこの予測成分の中に潜んでいる。一過性成分の動特性は、この予測成分の動特性と比べて格段と劣るために、そこではシステム・ディレイが問題とはならない。

【 0 0 2 0 】

10

図 4 に示されるように、記憶ユニット M に二つの出力を持たせ、一方の出力から、現時点の角度 (または時間) に付随する値が出力され、他方の出力から、システム・ディレイの分だけ時間がずれている値が出力されるようにした場合には、演算ユニット S の内部のこの補正ユニット K を廃止することができる。あるいはその代わりに、二つの周期性記憶ユニットを備え、一方の記憶ユニットに、それぞれ一回の全作動サイクルが、例えば 4 サイクルエンジンである場合はクランク角 720° が、時間分解または角度分解を行った上で記憶され、他方の記憶ユニットに、システム・ディレイの分だけ短縮した作動サイクルが、例えば 4 サイクルエンジンであり、かつシステム・ディレイが 30° である場合は、クランク角 690° が記憶されるようにしてもよい。それにより第 2 の出力には常に、システム・ディレイの分だけ「将来の」値が印可されることになる。

20

【 0 0 2 1 】

図 5 には、本発明のさらにもう一つの構成形態が示されている。そこでは制御対象 G と実際値演算ユニット F との間に、現時点の実際値 $r_{i s t_a k t}$ から、配列の固有振動周波数の 1 . 4 倍、好適には

【 0 0 2 2 】

【 数 2 】

$$\sqrt{2}$$

倍を超える周波数成分を取り除くようになっている、一つのローパスフィルタ A が接続されている。その後は、このフィルタリングにかけられた現時点の実際値 $r_{i s t_a k t}$ $_{f i l t}$ を用いて、上述の例と同様にして、修正後の実際値 $r_{i s t_m o d}$ が算出される。

30

【 0 0 2 3 】

コントローラ R がどのように実施されるのか、また、制御対象 G がどのようにモデル化されるかは、ここで対象としている発明にとっては重要ではない。ここで一言付言しておくが、実際値演算ユニット F が備えられている、本発明にしたがったフィードバック制御の構成図は、共振の減衰を最優先で狙ったものであるにもかかわらず、この実際値演算ユニットは、当然ながら共振を一切予想できないフィードバック制御にも、- そのケースにおいてはまさに補助的な減衰対策として - 、導入することができる。

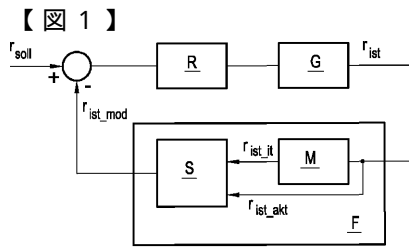


Fig. 1

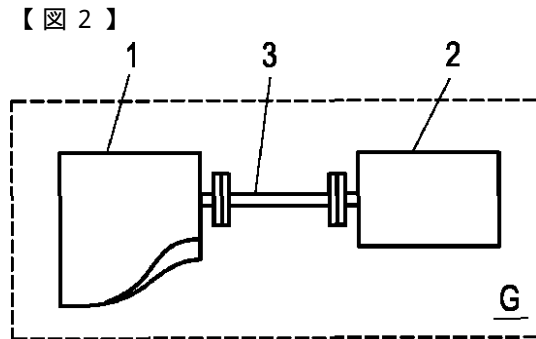


Fig. 2

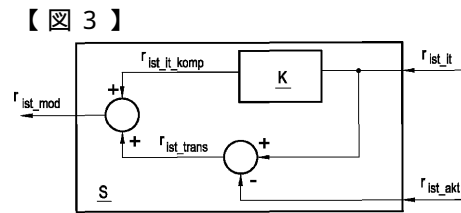


Fig. 3

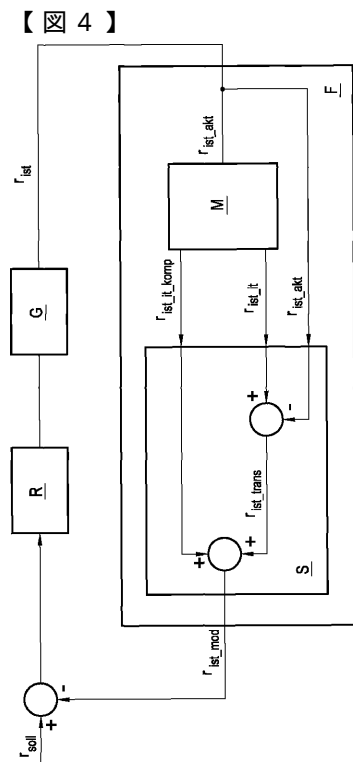


Fig. 4

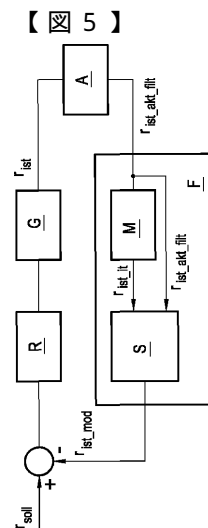


Fig. 5

フロントページの続き

- (72)発明者 コーカル・ヘルムート
オーストリア国、8503 ザンクト・ヨーゼフ、ランツバウアーヴェーク、23ベ
(72)発明者 マイルホーファー・ヨーゼフ
オーストリア国、8010 グラーツ、カステルフェルトガッセ、15
(72)発明者 デンガー・ディルク
オーストリア国、8020 グラーツ、バイエルンストラーセ、56アー
(72)発明者 シュミット・マルティーン
ドイツ連邦共和国、63225 ランゲン、ヴェステントストラーセ、2
(72)発明者 デル・レ・ルイギ
オーストリア国、4040 リンツ、ヴォルフアウアーストラーセ、88

審査官 秋田 将行

- (56)参考文献 特開平7-310585(JP,A)
特開平10-67098(JP,A)
独国特許出願公開第10038570(DE,A1)
欧州特許出願公開第1087106(EP,A2)
Koji Shirota, Fumihiko Baba, Masafumi Horikoshi, Koji Sato, Development of "Virtual and Real Simulator" for Engine, SAE TECHNICAL PAPER SERIES, 2001年 3月 5日, 2001-01-1355, P1-7

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 17/00 -17/10
G05B 11/36
G05B 13/04