

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4472174号
(P4472174)

(45) 発行日 平成22年6月2日(2010.6.2)

(24) 登録日 平成22年3月12日(2010.3.12)

(51) Int.Cl.

F I

F O 4 B 49/06 (2006.01)

F O 4 B 49/06 3 2 1 B

請求項の数 23 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2000-548624 (P2000-548624)	(73) 特許権者	500175107
(86) (22) 出願日	平成11年3月25日 (1999.3.25)		セラニーズ・インターナショナル・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2002-514713 (P2002-514713A)		アメリカ合衆国テキサス州75234, ダラス, ウェスト・エルピージェイ・フリーウェイ 1601
(43) 公表日	平成14年5月21日 (2002.5.21)	(74) 代理人	100089705
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/006288		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開番号	W01999/058856	(74) 代理人	100071124
(87) 国際公開日	平成11年11月18日 (1999.11.18)		弁理士 今井 庄亮
審査請求日	平成18年2月24日 (2006.2.24)	(74) 代理人	100076691
(31) 優先権主張番号	09/075,503		弁理士 増井 忠式
(32) 優先日	平成10年5月8日 (1998.5.8)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合ポンプ作動制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同時並列作動を行う複数のポンプによって流体を送出するためのポンプ制御システムにおいて、前記制御システムは、

制御変数を計測し、複数の異なる出力信号を送出する、主制御装置と、
前記複数のポンプの性能を制御するため前記複数のポンプにそれぞれ取り付けられ、前記主制御装置からの出力信号が入力される副制御装置とを備え、

前記副制御装置は、制御変数の変化に対する一つの作動ポンプの応答が別の作動ポンプの応答とは異なるように、異なる副制御装置には前記主制御装置からの異なる信号が与えられるように構成された、制御システム。

【請求項 2】

遅延補償ブロックによって前記信号のうちの一つの信号を変化させ、前記変化させた信号と関連した前記副制御装置の応答を別の前記副制御装置よりも遅延させるように構成された、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 3】

前記主制御装置は、前記制御変数の計測に応じて一つの信号を受け取り、複数の同一信号を送出する信号スプリッターを更に有する、請求項 2 に記載の制御システム。

【請求項 4】

前記遅延補償ブロックは、前記スプリッターからの前記同一信号のうちの少なくとも一つを変化させるように構成された、請求項 3 に記載の制御システム。

【請求項 5】

前記遅延補償ブロックは、前記遅延補償ブロックから出る信号の単位時間当りの強さを、遅延補償ブロックによって修正されていない別の信号よりも更に緩慢に変化させるように構成された、請求項 4 に記載の制御システム。

【請求項 6】

一つのポンプが、計測された変数の変化に対して緩慢に応答することにより、同時に作動する二つのポンプが互いに干渉しないように構成された、請求項 5 に記載の制御システム。

【請求項 7】

前記遅延補償ブロックにより影響が及ぼされたポンプは、前記計測された変数における小さな変化に対する応答が緩慢過ぎることによって、実際には、前記主制御装置から信号を直接受け取る別のポンプが、このような計測された変数の変化に対して実質的に応答するポンプであるように構成された、請求項 6 に記載の制御システム。

10

【請求項 8】

前記変化させた信号を受け取る前記ポンプは、前記計測された変数に対する大きな変化が起こったとき、変化させていない信号を受け取る別のポンプよりも緩慢に応答してその出力を変化させ、両ポンプが同時に停止しないように構成された、請求項 2 に記載の制御システム。

【請求項 9】

前記変化させていない信号を受け取るポンプは、最小流バルブが開放するまで前記計測された変数の大きな変化に応答してその出力流を迅速に減少し、これと同時に、前記変化させた信号を受け取るポンプは、その流れ出力を更に緩慢に変化させ、適切な前方流体流を維持し、前記計測された変数を所望の値にするように構成された、請求項 8 に記載の制御システム。

20

【請求項 10】

計測された変数の変化に対して一方のポンプが緩慢に応答することにより、同時に作動している二つのポンプが互いに干渉しないように構成された、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 11】

前記計測された変数の大きな変化に応じて、応答の速いポンプがその出力を急激に変化させて計測された変数を制御し、緩慢に応答するポンプがその出力を徐々に変化させ、適当な前方流体流を維持し、前記計測された変数を所望の値にするように構成された、請求項 1 に記載の制御システム。

30

【請求項 12】

前記主制御装置は、前記応答が速いポンプの出力が急激に減少することを検出したとき、前記緩慢に応答するポンプの応答性を自動的に再変更し、以前の応答が速いポンプの応答性を与えるように構成された、請求項 11 に記載の制御システム。

【請求項 13】

計測された変数を制御する方法であって、前記方法は、並列に配管され且つタンDEM型で作動するポンプの出力を調整する制御システムを使用する、前記方法において、前記方法は、

40

前記計測された変数を検出する工程と、

少なくとも二つのポンプの出力を制御する工程であって、一方が先行ポンプに指定され、他方が遅延ポンプに指定され、前記ポンプには、個々に、独立した制御装置が設けられた、前記少なくとも二つのポンプの出力を制御する工程と、

前記先行ポンプ及び前記遅延ポンプの出力が前記計測された変数の変化に応答して変化するのに際して、前記先行ポンプの出力が、前記遅延ポンプの出力よりも急速に変化するように、前記検出する工程で発生した異なる信号を、前記先行ポンプ及び前記遅延ポンプに設けられた制御装置に提供する工程と、

を含む、前記方法。

50

【請求項 14】

前記検出に応じた複数の信号を発生する工程と、
前記信号の一つを遅延補償ブロックに通過させ、前記遅延補償ブロックに関連したポンプ制御装置の応答速度を低下させる工程と、
を更に有する、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

各ポンプをタービンで駆動する工程と、
前記制御装置の一つによって前記各タービンへの入力を調整する工程と、
を更に有する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記タービンを蒸気で駆動する工程と、
前記各タービンに蒸気を供給する流れバルブを、前記制御装置の一つで制御する工程と、
を更に有する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記遅延ポンプに信号を供給して前記遅延ポンプに関連する制御装置の応答速度を低下させ、これによって、計測された変数の設定点を保持するときの出力補正運動において、ポンプが互いに干渉しないようにする工程を更に有する、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 18】

前記遅延ポンプに信号を提供して前記遅延ポンプに関連した制御装置の応答速度を低下させ、これによって、ポンプ出力に大きな変化が必要ときには前記先行ポンプの容量を迅速に変化させる一方で、前記遅延ポンプに設けられた制御装置をより緩慢に応答させて、前記計測された変数を制御する適当な前方流体流を維持する工程を更に有する、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記先行ポンプの出力の減少時に前記先行ポンプに設けられた最小流りサイクルバルブを作動させる工程と、

前記最小流りサイクルバルブの作動に応じて、前記先行ポンプをオフラインにする工程と、

前記遅延ポンプのみで前記計測された変数の自動制御を維持する工程であって、前記遅延ポンプは、このとき、前記遅延補償ブロックなしで先行ポンプ位置で作動する、前記維持する工程と、

を更に有する、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記遅延補償ブロックから信号を受け取る前記制御装置の感度を十分に下げ、前記ポンプ間で必要とされる出力の均衡を図る動作中に、制御装置が互いに干渉しないようにする工程を更に有する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 21】

前記遅延補償ブロックから信号を受け取る前記制御装置の感度を十分に下げ、前記計測された変数の大きな変化に応じて、前記先行ポンプがその容量を迅速に変化させる一方で、これと同時に、前記遅延ポンプが前記先行ポンプよりも緩慢に応答する間、前記遅延ポンプは適当な前方流体流を維持することが可能で且つ前記計測された変数を所望の値にするのに十分な感度を備えているように構成された工程を更に有する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

前記遅延ポンプの感度を自動的に上げ、前記先行ポンプから出力の大幅な低下を検出したとき、前記遅延ポンプが前記計測された変数の大きな変化に応じて更に迅速に応答するように構成された、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記先行ポンプがその流れ出力を所定の値まで減少させたときに、最小流りサイクルバ

10

20

30

40

50

ルブを開放させる工程と、

前記先行ポンプを遮断する工程と、

前記遅延ポンプから前記遅延補償ブロックを排除する工程と、

前記遅延補償ブロックなしで作動する一つの遅延ポンプのみで、前記計測された変数を自動的に制御する工程と、

を更に有する、請求項 2 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明の分野は、プロセスシステムの複合的なポンプ作動に適用可能な自動制御システムに関する。

10

【0002】

【従来の技術】

基本的化学物質又は特別の化学物質を製造するための大規模な総合化学工場では、多くの材料が所望の反应用容器に提供される。供給流の一つの変化は、他の流れの流量に影響を及ぼす。保守を可能にし且つプログラムの停止時間を短くするため、ポンプは、通常は、多反応容器への幾つかの流れのうちの一つを提供するために一つのポンプが作動しているときに他方のポンプがスペアとして役立つように、重複して設けられている。単一のポンプだけが作動しているとき、自動制御システムを、制御装置からの入力の変化に対して明確に且つ所望の時間フレーム内で反応するように、システム動力学に合わせて調整できる。代表的には、大型の製造作動では、2 ポンプ構成は、出力及び排出圧力がポンプ製造者から入手できるポンプ曲線が示すポンプ速度に基づいて所定の方法で変化する一対の同じ遠心ポンプを含む。

20

【0003】

このようなプロセスポンプは、電動モータ又は蒸気タービン等の他の種類の駆動装置によって駆動できる。

多くの状況では、製造プラントの容量は、プラントが所与の容量で建設された後、毎年増大する。このような処理量の増大即ち問題解決の部分として、例えば反応容器に入れられる必須構成要素の流量を多くすることが必要とされる。こうした状況が生じたとき、一つの代替策は、大きな処理量を取り扱う比較的大型のポンプを購入し、一方のポンプが作動し且つ他方のポンプがスペアとしてアイドル状態にある元の作動方法を続けることである。しかしながら、配管、基礎、ユーティリティの再形成、及び関連した停止時間のため、比較的大容量のポンプへのこのような切り換えは経済的であるが、魅力的でない。その代わりに、多くの化学物質処理プラントでは、主ポンプ及びスペアポンプを一緒に作動させることが行われてきた。これらのポンプは対象と並列に配管されており、必要とされる新たな高い処理量を互いに提供する。プラントで一般的に行われているようにこれらのポンプがタービンで駆動されており且つ同時に作動される場合には、タービン駆動装置の各々と関連したガバナルブの移動に対する不均等な応答で制御の問題点が生じる。かくして、同時に作動する二つのポンプを調整するため、各ポンプは、蒸気入口バルブをタービン駆動装置に合わせて位置決めするためのそれ自体の制御装置を各々備えており、一方のタービンへの蒸気の流れに対する流れ補正がその関連したポンプの出力を変化し、補償するために共通のマニホールドに連結された他方のタービンへの蒸気流必要条件を変化するとき、ポンプが互いに干渉する (fight) 状態が生じる。蒸気バルブは、それらの移動速度に影響を及ぼす作動アセンブリ又はバルブ機構自体における摩擦等のそれら自体の構造的特徴を有する。ガバナルブ間のこの連続的補正により、最終的には、タービンの作動が不安定になるか或いは一方又は両方のタービンで大きな振動が計測されることになる。これにより自動的に停止される場合がある。更に、二つのポンプは、両方が自動モードで作動している場合、計測された変数 (measured variable) の大きな変化に良好に応答せず、これにより、例えば、両ポンプからの全ポンプ出力が突然減少することがある。従来のシステムでは、個々のポンプへの蒸気流を制御するマスター制御装

30

40

50

置は、両ポンプの出力を迅速に減少しようとする。アップセット (upset) の大きさに応じて、出力が急に減少するため、これらのポンプの両方に設けられた最小流リサイクルバルブが開放し、前方流体流量が大きく失われ、最終的には、ポンプ及びプロセスユニットが完全に停止する。これは、勿論、望ましくない。

【 0 0 0 4 】

本発明の一つの目的は、計測された変数についての所望の設定点からの通常の逸脱において、並列に連結された多数のポンプが互いに干渉しないようにする、これらのポンプ用の制御システムを提供することである。他方、別の目的は、制御システムが、計測された変数の劇的变化に対し、両ポンプを失うことなく、及び従って、プロセスユニットを停止させることなく、応答できるようにすることである。

10

【 0 0 0 5 】

本発明のこれらの目的は、マスター制御装置が、計測された変数の変化に応じて、様々なポンプに異なる出力信号を提供できるようにすることによって対処されてきた。その結果、一方のポンプの計測された変数の変化に応じた性能の変化は、他方のポンプと異なる。この解決策により、ポンプを自動的に一緒に干渉なしで作動でき、更にポンプを計測された変数の劇的变化に応答できるようにする。従来周知のポンプ制御システムは、この問題点に対処しない。ポンプ用の又はポンプに適用できるこのような従来の制御システムは、米国特許第 5, 5 6 6, 7 0 9 号、米国特許第 5, 5 2 2, 7 0 7 号、米国特許第 5, 3 6 0, 3 2 0 号、米国特許第 5, 2 5 9, 7 3 1 号、米国特許第 3, 8 7 2, 8 8 7 号、米国特許第 3, 7 7 5, 0 2 5 号、米国特許第 4, 6 8 6, 0 8 6 号、及び米国特許第 4, 4 2 8, 5 2 9 号である。

20

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

プロセスユニットの多ポンプ作動に特に適合した制御システムを開示する。圧力等の計測された変数をマスター制御装置によって検出する。マスター制御装置は、信号を個々のポンプの駆動装置に送出するか或いは、他の方法で二つのポンプの出力を調整する。マスター制御装置は、計測された変数の変化に応じて二つのポンプに異なる信号を同時に送出するように形成されている。その結果、一方のポンプの応答時間が他方のポンプよりも速くなる。かくして、計測された変数の所望の設定点からの僅かなずれは、主として、速く反応するように形成されたポンプにより応答される。計測された変数についての所望の設定点からの大幅なずれをもたらす劇的なアップセットが起こると、一方のポンプが迅速に反応してその容量を大幅に変化させ、計測された変数を所望の設定点に戻す。この際、他方のポンプの応答は比較的緩慢にしており、及びかくして適当な前方流流量を常に維持し、プロセスユニットが停止しないようにする。迅速に応答するポンプが失われたことが検出されたとき、マスター制御装置は、緩慢に応答するポンプの応答時間の速度を自動的に上昇し、ターゲット条件時に計測された変数を維持するのに十分速く適切にその容量を変化させることができる。ポンプについて異なる応答時間を使用することにより、例えば蒸気タービンで作動させる場合にポンプが互に干渉する傾向をなくす。更に、制御システムを持つポンプは、プロセスユニットの停止を生じる両ポンプの停止状態をトリガーすることなく、大きなプロセスセットアップに迅速に応答できる。

30

40

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

好ましい実施例の制御システム C を図 1 に示す。図 1 でわかるように、ポンプ 1 0 及び 1 2 は、タービン 1 6 及び 1 4 によって夫々駆動される。蒸気供給ライン 1 8 がタービン 1 4 及び 1 6 に蒸気を提供する。これらのタービン 1 4 及び 1 6 の各々は、速度制御ループ 2 0 及び 2 2 を夫々有する。速度制御ループ 2 0 は、タービン速度用のセンサを有する。このセンサを参照番号 2 4 で概略に示す。制御装置 2 6 が出力信号 2 8 を蒸気制御バルブ 3 0 に提供する。同様に、参照番号 3 2 で概略に示す速度センサが、信号を制御装置 3 4 に提供する。この制御装置 3 4 は、信号 3 6 を蒸気制御バルブ 3 8 に送る。ポンプ 1 0 及び 1 2 は、吸引ライン 4 0 及び 4 2 を夫々有する。これらのラインは、ライン 4 4 に一緒

50

に連結されており、最終的にはプロセスシステムの部分である容器 4 6 に連結されている。ポンプ 1 0 及び 1 2 は、排出連結部 4 8 及び 5 0 を夫々有し、これらの連結部には排出ライン 5 2 及び 5 4 が夫々連結されている。ライン 5 2 及び 5 4 は、両ポンプ 1 0 及び 1 2 からプロセスに戻る主排出ラインであるライン 5 6 で合流をする。ライン 5 6 には、流れ制御装置 6 0 に連結された流れセンサ 5 8 が配置されている。流れ制御装置 6 0 が流れ制御バルブ 6 2 を作動する。信号 6 5 がプロセスから来入し、これによって、ライン 5 6 内の流れをプロセスの必要に応じて他の流れと協調させることができる。これらの他の流れが変化し又は中断し、流れ制御装置 6 0 の設定点が変わるとき、アップセットが起こり、これにより、圧力表示制御装置 6 4 で検出される圧力を変化させる。かくして、例えば、ライン 5 6 で必要とされる流れが少ない場合には、流れ制御装置 6 0 は、バルブ 6 2 を閉鎖してライン 5 6 内の圧力を上昇させることによって応答する。圧力の上昇は、圧力表示制御装置 6 4 によって検出される。制御システム C は、様々な計測された変数に従って、本発明の精神から逸脱することなく、作動できる。

【 0 0 0 8 】

圧力表示制御装置 6 4 は、信号スプリッター 6 8 に出力信号 6 6 を提供する。信号スプリッター 6 8 は、圧力表示制御装置 6 4 から一つの信号を受け取り、二つの同じ出力信号 7 0 及び 7 2 を発生する。信号 7 2 は、制御装置 2 6 に直接行き、信号修正器 7 5 を迂回するのに対し、信号 7 0 は信号修正器 7 4 を通過する。信号修正器 7 4 は、信号 7 0 を修正して出力信号 7 6 にする。これは、ポンプ 1 2 を先行ポンプとして選択し、ポンプ 1 0 を遅延ポンプとして選択するために起こる。逆の選択を行うことができ、その場合、信号 7 2 が信号修正器 7 5 を通るのに対し、信号 7 0 が信号修正器 7 4 を迂回する。信号 7 6 は制御装置 3 4 に行く。図 2 は、流れ制御装置 6 0 へのプロセス入力に応じたバルブ 6 2 の閉鎖による圧力上昇を圧力表示制御装置 6 4 が検出した場合に何が起こるのかを示す。図 2 では、遅延ポンプはポンプ 1 0 に関し、先行ポンプはポンプ 1 2 に関する。これらのポンプは、計測された変数の変化に対する応答方法のため、これらの名称が与えられる。変数は、この例示の好ましい実施例では圧力である。図 2 は、信号 7 2 及び 7 6 及びこれらの信号の単位時間当りの変化を示す。遅延ポンプ及び先行ポンプについての両グラフの初期セグメントにおいて、信号 7 2 及び 7 6 は本質的に一定である。参照番号 7 8 を附した時間フレームでは、ライン 5 6 で検出された圧力変数が大幅に上昇し、これによりポンプ 1 0 及び 1 2 からの出力が減少する。大幅な変化は、設定点からの例えば 1 0 % 以上のずれである。ポンプ 1 2 に与えられた信号 7 2 は、ライン 5 6 内の圧力上昇に応じて劇的に減衰する。傾斜したセグメント 8 0 は、制御装置 3 4 に与えられた信号 7 6 が徐々に減衰することを概略に示す。制御装置 3 4 により、最終的には、バルブ 3 8 が制御される。図 2 のセグメント 8 0 の傾斜が更になだらかになると、制御ループ 2 2 の応答時間が緩慢になり、これにより、計測された変数、即ちライン 5 6 内の圧力、の変化に応じたポンプ 1 0 への容量の変化が緩慢になる。更に、ライン 5 6 内の圧力変化は、先行ポンプを停止させるのに十分に大きい場合があり、或いは別の態様では、信号における別の応答をセグメント 8 2 が示す図 2 に示すように制御システム C 全体を回復でき、最終的には、負荷を共有する二つのポンプ 1 0 及び 1 2 によって、両ポンプについて図 2 の右端の水平線セグメントで示すように、制御された圧力を調整する。遅延ポンプ 1 0 の出力が変化したがポンプ 1 2 よりも緩慢にした速度であるということに着目すべきである。制御装置 6 4 によって検出された、計測圧力変数は、実際には遅延ポンプ 1 0 の出力を上昇し、先行ポンプ 1 2 からの迅速な容量減衰を補償できる。図 3 はこの挙動を示す。図 3 は、先行ポンプ 1 2 の出力が劇的に降下し、その結果、その最小流リサイクルバルブ 9 0 が開放し、最終的にはオペレータが手動で停止させることを示す。遅延ポンプ 1 0 の出力は、最初に僅かに降下した後、ライン 5 6 内の圧力を設定点に置く必要と適合するように実際に増大する。遅延ポンプ 1 0 の出力の変化は、先行ポンプ 1 2 が停止する前では、先行ポンプよりも緩慢にしている。これにより、ライン 5 6 内での圧力上昇に応じて両ポンプの容量が同時に減少することを阻止する。ライン 5 6 内での圧力上昇は、2 つのポンプの両方が自動モードで作動しており、遅延ポンプ 1 0 で作動する遅延補償ブロック 7 4 が設けられていない場

10

20

30

40

50

合に起こる。遅延ポンプの出力の変化は、先行ポンプが流れの減少を検出すると直ぐに自動的に起こり、最小流リサイクルバルブを開放するか或いは先行ポンプを停止する。その結果、遅延ポンプは、先行ポンプの停止による前方への流体流れの突然の停止を補償するのに十分迅速に反応できる。

【 0 0 0 9 】

ポンプ 1 0 及び 1 2 を参照すると、排出ライン 5 2 及び 5 4 の夫々からリサイクルライン 8 4 及び 8 6 が延びている。これらのリサイクルライン 8 4 及び 8 6 には、リサイクルバルブ 8 8 及び 9 0 が夫々配置されている。最終的には、リサイクルライン 8 4 及び 8 6 は容器 4 6 に戻る。ポンプ 1 0 又は 1 2 の出力が十分に低い場合には、夫々のリサイクルバルブ 8 8 又は 9 0 が開放し、ポンプが長期間に亘って低い出力で作動することにより、損傷をなくす。好ましい実施例は、ポンプ 1 0 及び 1 2 として遠心ポンプを組み込むが、本発明の精神から逸脱することなく、他のポンプを使用できる。

10

【 0 0 1 0 】

上文中に説明したように、ライン 5 6 内の圧力について所望の設定点を保持する上で、制御バルブ 3 0 及び 3 8 の作動が異なるためにポンプ 1 0 及び 1 2 が互いに干渉する状況が生じる場合がある。制御装置 6 4 での設定点からの僅かなずれにตอบสนองするため、遅延補償ブロックとしても周知の信号修正器 7 4 を用いずに、制御ループ 2 0 及び 2 2 に信号を同時に加えると、制御バルブの移動が不均等にする。これは、例えば一方のバルブ 3 0 がバルブ 3 8 よりも迅速にตอบสนองするためである。この状況は、速度制御装置 2 6 及び 3 4 が受け取る信号が同じ場合でも生じる。不均等なバルブ移動が生じた場合、タービンの速度及びかくしてポンプの出力に差が生じる。これと同時に、一方のタービンへの蒸気流の変化が他方のタービンへの蒸気流に影響を及ぼす。これは、蒸気が共通のマニホールドから来るためである。その結果、タービンの速度及び計測された変数を所望の設定点に戻すために別の補正が必要となる。

20

【 0 0 1 1 】

制御バルブ 3 0 及び 3 8 によるこの連続的再設定即ちハンチングは、タービン 1 4 及び 1 6 の作動を不安定にしてしまう。振動センサがタービン 1 4 及び 1 6 に取り付けられている状態では、タービンの振動が、タービン及び従ってプロセスユニットを強制的に停止させるレベルに至る場合がある。かくして、所与の制御コマンドに応じた制御バルブ 3 0 及び 3 8 の位相外移動によるポンプ 1 0 と 1 2 との間の干渉の問題点は、望ましからぬ特徴であり、遅延補償ブロック 7 4 によって解決される。遅延補償ブロック 7 4 により、ポンプ 1 0 の作動が十分に低速にされ、その結果、制御装置 6 4 によって送られたライン 5 6 内の圧力の所望の設定点からの僅かなずれは、バルブ 3 8 の作動に影響を有意な程度に及ぼさない。バルブ 3 8 のバルブ位置が最終的に或る程度変化している場合には、制御装置 6 4 で選択された、ライン 5 6 内の圧力の設定点を調整するための制御システム C の応答により、先行ポンプ 1 2 を計測された変数の変化に更に迅速にตอบสนองさせる。システムが一定の条件で作動している場合でも、遅延補償ブロック 7 4 を使用することにより、ポンプが互いに干渉する傾向が無くなる。これは、ポンプ 1 0 の感度が低下するためである。制御ループ 2 2 を制御する上での応答時間を低速にすることにより、干渉がもはや問題でなくなる。これは、バルブ 3 8 のバルブ位置の僅かな変化が、システム全体に大きな影響を直ちに及ぼすことがもはやないためである。制御ループ 2 2 の応答性を制御ループ 2 0 の応答速度以下に低速にすると、制御装置 6 4 の設定点の上下の僅かな突出が、主としてバルブ 3 0 の移動により調整される。制御装置 6 4 によって設定された所定の制御圧力で一定して作動している場合でも、遅延補償ブロック 7 4 を使用することにより、通常の作動中のポンプ 1 0 と 1 2 との間の干渉の問題点がなくなる。

30

40

【 0 0 1 2 】

ライン 5 6 内の要求流が突然減少した場合には、制御装置 6 0 がバルブ 6 2 をその閉鎖位置に向かって移動する。これは、制御装置 6 4 によってライン 5 6 内の圧力上昇として検出される。遅延補償ブロック 7 4 を持たない従来のシステムでは、制御ループ 2 0 及び 2 2 がバルブ 3 0 及び 3 8 の夫々を同時に閉鎖することを求めるため、両ポンプは同様に

50

答する。アップセットの程度に応じて、両ポンプ 10 及び 12 は最小流値に近付き、これによりリサイクルバルブ 88 及び 90 の開放をトリガーする。これは、低い作動速度であっても必須の流れのプロセスを奪い、プロセスは停止する。両方のポンプが停止することがないようにするため、及び要求の劇的な変化（即ち、例えば工程が 10 % 以上変化すること）にシステムが応答できるようにするため、遅延補償ブロック 74 を制御システム C に挿入する。遅延補償ブロック 74 を所定位置に置いた状態では、制御装置 64 での劇的な圧力上昇としてライン 56 内の流れが多過ぎることが検出されると、先行ポンプ 12 がその出力を劇的に減少し、遅延ポンプへの信号 76 を図 2 に示すように修正することにより、遅延ポンプ 10 に対する制御ループ 22 の応答性を大幅に低くする。かくして、遅延ポンプ 10 はライン 56 内に所定の前方流体流れを維持し、プロセスユニットのトリップを阻止する。ライン 56 での流れ要求を減少させることができるため、先行ポンプは、実際には、そのリサイクルバルブ 90 を開放するか或いはオフラインにする。これが起こった場合、オペレータはライン 56 での要求を遅延ポンプで満たし続けることができる。オペレータは、このとき、先行ポンプ 12 を手動で停止できる。先行ポンプを手動で停止したとき、又は自動的にトリップさせたとき、マスター制御装置 64 が遅延ポンプ 10 を直ちに新たな先行ポンプとして指定する。これを行うと、ブロック 74 が迂回され、ポンプ 10 でライン 56 内の圧力を制御できるが、遅延ポンプとして選択された場合よりも応答が速くなる。

10

【0013】

いずれのポンプが遅延ポンプでいずれのポンプが先行ポンプであるかの指定は、本発明の精神から逸脱することなく、周知の制御システム技術に基づいて逆にできるということは当業者には理解されよう。更に、任意の一方のポンプを制御装置 64 によって自動作動で作動でき、この際、他方のポンプはアイドル状態にある。これは、プロセスシステムの作動速度が低い場合、又はポンプ 10 又は 12 のうちの一方の保守が必要である場合に起こる。

20

【0014】

図 3 は、ポンプ 10 及び 12 の性能を制御システム C のガロン毎分の出力で表示する。図 3 に示すように、両ポンプは、プロセスが要求する、制御装置 64 での計測圧力を上昇するライン 56 内の流れの劇的な減少が起こったとき、毎分 800 ガロン（ $3.03 \text{ m}^3/\text{分}$ ）を僅かに上回る出力で作動している。線 92 は、先行ポンプ 12 の出力がアップセットに応じて劇的にゼロまで減少することを示す。この際、遅延ポンプ 10 の出力の応答は比較的低速であり最初に僅かに減少した後、線 94 で示すように、ポンプ 12 の容量の減少に匹敵する速度で約毎分 1400 ガロン（ $5.30 \text{ m}^3/\text{分}$ ）まで上昇する。プロセスは、その後、何時間にも亘って遅延ポンプ 10 だけを使用して作動する。この時間中、遅延ポンプ 10 は、ブロック 74 を迂回する先行状態に自動的に再指定される。後に、線 96 が示すように、ポンプ 12 を再始動させる。ポンプ 12 が追加の容量とともに戻ると、制御ループ 22 が応答し、ポンプ 10 の出力を図 3 の右端に示すように流れが適合するまで減少する。ポンプ 10 が先行ポンプである場合、ポンプ 12 は遅延ポンプとして戻り、ブロック 75 がその信号を修正する。

30

【0015】

図 4 の上側には制御装置 64 での検出圧力が同じ期間に亘ってプロットしてある。図 4 は、制御装置 64 でポンプ 10 及び 12 の性能を変化させるアップセット時の顕著な圧力スパイクを示す。先行ポンプ 12 が失われることにより、圧力スパイクに続いて小さな圧力低下が生じる。図 3 からわかるように、遅延ポンプ 10 の出力は、実際、最初に緩慢に低下した後、迅速に上昇する。アップセットの大きさは、図 4 の下側でおおまかにわかる。図 4 の下側のグラフは、この場合には、メタノールの供給速度である。メタノールは、比率制御装置によって、ライン 56 内の流量を、制御装置 60 の使用により制御される。かくして、メタノール供給の大きさの減少は非常に大きいけれども、持続時間が比較的短い。図 3 及び図 4 は、この程度のアップセットに対するポンプ 10 及び 12 のシステム応答を集合的に示す。ライン 56 についての図 4 の圧力と時間のグラフでわかるように、非常

40

50

に僅かな圧力の乱れが起こる。これは、主として、先行ポンプからの前方への流体流れがいきなり失われるためであり、遅延補償ブロック 7 4 を使用するためである。この特定の例では、削減されるメタノールの供給量の大きさの程度は、毎分 3 5 0 ガロン ($1.32 \text{ m}^3 / \text{分}$) 乃至約毎分 8 0 ガロン ($0.30 \text{ m}^3 / \text{分}$) であり、制御システム C は、ユニットを停止させることなく、ライン 5 6 内の流れを比例して減少させるように応答する。

【 0 0 1 6 】

制御システム C により、一方のポンプを作動させているときに別のポンプをスペアとしてアイドル状態にしておく現存のプラントの問題点を低価格で解決できるということは当業者には容易に理解されよう。大きな処理量に適合させるためにポンプ及び駆動装置を再形成するのでなく、主ポンプ及びスペアポンプを互いに干渉させることなく自動モードでタンデムをなして作動させることができ、更に、プロセスの劇的なアップセットに応答する能力を持たせる。制御システムは、上文中に説明したように、制御変数、即ちライン 5 6 内の圧力の所望の設定点の大幅なずれに応答できる。かくして、例えば流れ制御装置 6 0 が、流れの比に基づいてプロセスプログラム内の別の流量に応答する場合、全制御システムは全体としての出力低下、例えば毎分 1 6 5 0 ガロン ($6.25 \text{ m}^3 / \text{分}$) から毎分 1 3 0 0 ガロン ($4.92 \text{ m}^3 / \text{分}$) へのいきなりの出力低下に応答できる。制御システム C は、二つのポンプ 1 0 及び 1 2 を並列で作動させることができ、及びバルブ 6 2 の位置を変化させたり、二つのポンプ 1 0 又は 1 2 のうち的一方が失われることになるプロセスの変化等によるユニットのアップセットに耐えることができる、融通性を備えている。更に、制御システム C により、ポンプ 1 0 及び 1 2 からの流れの均衡を図ることができ、ポンプ 1 0 及び 1 2 の始動並びに停止を個々に行うことができる。最後に、制御システム C は、プロセスのアップセットを生じることなく一方のポンプから他方のポンプへ切り換えを行う。

【 0 0 1 7 】

制御システム C の作動では、プロセスオペレータは、特定のポンプを先行ポンプと指定し、他方のポンプを遅延ポンプと指定する。いずれのポンプが先行ポンプとして又は遅延ポンプとして機能できるのかを確かめるため、遅延補償ブロック 7 4 と同様の遅延補償ブロック 7 5 が信号 7 2 に連結されている。いずれのポンプが先行ポンプ又は遅延ポンプとして選択されているのかに応じ、出力信号 7 0 及び 7 2 の一方又は他方がブロック 7 4 及び 7 5 のうち的一方を迂回し、その結果、一方の制御装置 2 0 又は 2 2 は、遅延時間が比較的小さく、応答が速いのにに対し、他方の制御装置は遅延時間が長く応答が遅い。先行ポンプは、遅延ポンプよりも速く応答するため、遅延ポンプは、計測された変数の設定点からの僅かな圧力変動を生じるプロセス外乱の影響を受けない。遅延ポンプは、通常の作動中、低速で移動し、制御装置 6 4 と関連して二つのポンプからの流れの均衡を保持するように作動する。この状況では、遅延ポンプは、ライン 5 6 内の僅かな圧力変動に対して敏感でない。かくして、ポンプ 1 2 によって小さな補正を行うことができる。これは、場合によっては、ポンプ 1 0 が反応する前に行われる。制御システム C は、大きなアップセットが生じた場合にユニットがトリップしないようにするため、ライン 5 6 内の排出圧力を維持し前方への適当な流体流れを常に維持することに最も高い優先順位が置かれるように、セットアップされる。そのとき、ポンプ 1 0 及び 1 2 からの流れの均衡を図る試みは中断される。これは、システムの制御性を損なうことになるためである。ポンプ 1 0 又は 1 2 のうち的一方がトリップした場合、制御システム C は 2 ポンプ作動から 1 ポンプ作動に自動的に切り換える。

【 0 0 1 8 】

制御システム C が所定位置にある場合には、遅延ポンプは先行ポンプの作動に影響を及ぼすのに十分な影響力を備えておらず、ガバナバルブが或る程度位相外移動している場合でも、このような位相外移動によるポンプの干渉が問題とならない。制御装置 6 4 によって検出された鋭い圧力上昇等のプロセスの大きなアップセットが生じた場合、先ず最初に先行ポンプが、その最小流れバルブが開放するまで減速する。このとき、副ポンプ即ち遅延ポンプが緩慢に減速し、及びかくしてその最小流れバルブを開放しない。これは、遅延補

10

20

30

40

50

償ブロックがそれと関連しているためである。先行ポンプの容量が最小流れバルブの開放前に迅速に減衰し、最小流れバルブの開放後に更に減衰するため、プロセスはポンプシステムの大きな容量を突然に失い、これにより遅延ポンプがその最小流れ停止点に向かって移動しないようにする。その代わり、遅延ポンプは、実際には、その容量を増大する。この時点で遅延ポンプを新たな先行ポンプと指定することにより、新たな先行ポンプは、ライン 5 6 の圧力を制御するため、その容量を元の先行ポンプの出力の減衰速度と匹敵する速度で増大できる。かくして、制御システム C は、両方のポンプの最小流れバルブを同時に開放することがないようにする。同時に開放すると、プロセスユニットがトリップしてしまう。

【 0 0 1 9 】

システムの作動必要条件と関連して、遅延ポンプ用遅延補償ブロックを賦勢しなければならない。遅延ポンプの応答速度が低過ぎる場合には、遅延ポンプが手動作動状態になる。他方、遅延ポンプの応答時間が速過ぎる場合には、プロセスのアップセット中のポンプの干渉及び制御不可能性の問題が再び起こる。かくして、実際のプロセスシステムを賦勢することによって、遅延ポンプ用の遅延補償ブロックの設定を行わなければならない。このようなシステムの賦勢は、当業者に周知の仕事である。制御システム C は、自動作動時に一方のポンプがトリップした場合、そのポンプが先行ポンプと指定されていようと遅延ポンプと指定されていようと、一方のポンプから他方のポンプへの切り換えを自動的に行うように形成されている。ポンプの容量を削減する必要がある、ライン 5 6 内の圧力上昇等のプロセスアップセットに応じて、先行ポンプが迅速に応答してその容量を低下させると同時に、遅延ポンプがその容量を緩慢にした速度で減少するか或いは、実際には、先行ポンプがその容量を劇的に減少する際にその容量を増大する。先行ポンプでの流量の削減が十分に大きい場合には、容器 4 6 に戻る最小流れバルブの開放がトリガーされ、その場合、遅延ポンプがライン 5 6 内の所望の圧力を比較的緩慢に制御しようとする。このような状況が起こった場合、及び先行ポンプが直ちに停止しない場合、ライン 5 6 内の排出圧力制御が緩慢になり、不十分になる。先行ポンプは、その代わりに、その最小流バルブを開閉でき、及びかくしてユニットをアップセットする。これが起こった場合、オペレータは先行ポンプを徐々に停止し、マスター制御装置 6 4 が、1 ポンプ自動作動用に遅延ポンプを主ポンプとして自動的に選択する。オペレータがこの変化を行わない場合には、ライン 5 6 内の排出圧力制御が、ユニットをトリップさせる程度まで劣化する。図 3 を参照すると、先行ポンプを線 9 2 で示すように停止し、後に線 9 6 で示すように作動させる場合でこの方法が示してある。

【 0 0 2 0 】

アップセット後、一方のポンプがラインから外され、遅延ポンプが 1 ポンプ自動作動用に選択された状態で、そのポンプと関連した遅延補償ブロックが必要とされないということは、当業者には理解されよう。これは、一方のポンプだけが作動しているためである。

【 0 0 2 1 】

開示の制御システム C は、プロセスプラントの 2 ポンプ作動でポンプが互いに干渉する問題を解決する。制御システム C は、プロセスシステムの計測された変数の変化に応じて個々に制御される、好ましい実施例に示す蒸気タービン駆動式遠心ポンプに限らない、並列で作動する他の種類の機器に適用できる。他の種類の駆動装置又は容量制御装置もまた、本発明の範疇にある。制御システム C は、同時に作動する二つ又はそれ以上のポンプを、少なくとも一つが先行ポンプであり且つ別のものが遅延ポンプである限り、制御できる。

【 0 0 2 2 】

本発明の以上の開示及び説明は例示であり、大きさ、形状、及び材料、並びに例示の構造の詳細を本発明の精神から逸脱することなく、様々に変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 計測された変数が圧力であり、並列で作動するポンプの容量が、タービン駆動装置の各々への蒸気供給ラインの蒸気流を調整する個々の速度制御ループによって調整される好ましい実施例を示す、本発明の一つの適用の概略図である。

【図 2】 副制御装置に送出される主制御装置の出力信号を示す概略図である。

【図 3】 二つのポンプの各々について、プロセスアップセット中の出力流を時間に対してプロットした二つのポンプの性能を示すグラフである。

【図 4】 計測された変数に影響を及ぼすプロセスプラントの別の部分における流量の変化に応じた単位時間当りの制御変数の計測された変化を示すグラフである。

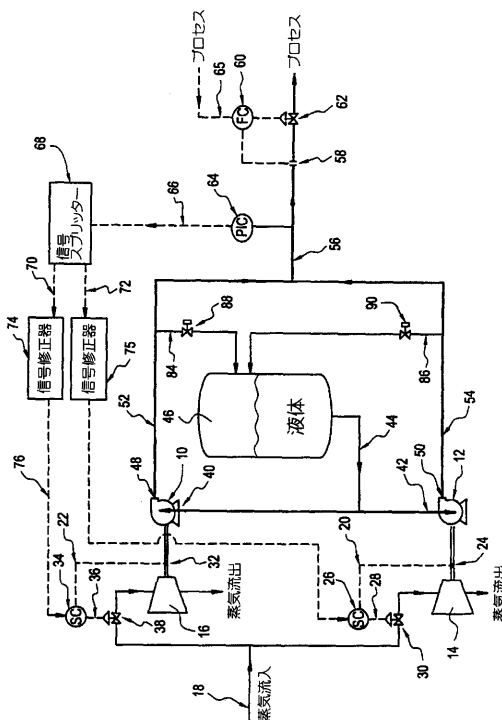
【符号の説明】

10、12	ポンプ	14、16	タービン
18	蒸気供給ライン	20、22	速度制御ループ
24	タービン速度センサ	26	制御装置
28	出力信号	30	蒸気制御バルブ
32	速度センサ	34	制御装置
36	信号	38	蒸気制御バルブ
40、42	吸引ライン	44	ライン
46	容器	48、50	排出連結部
52、54	排出ライン	56	ライン
58	流れセンサ	60	流れ制御装置
62	流れ制御バルブ	64	圧力表示制御装置
65	信号	66	出力信号
68	信号スプリッター	70、72	出力信号
74、75	信号修正器	76	出力信号

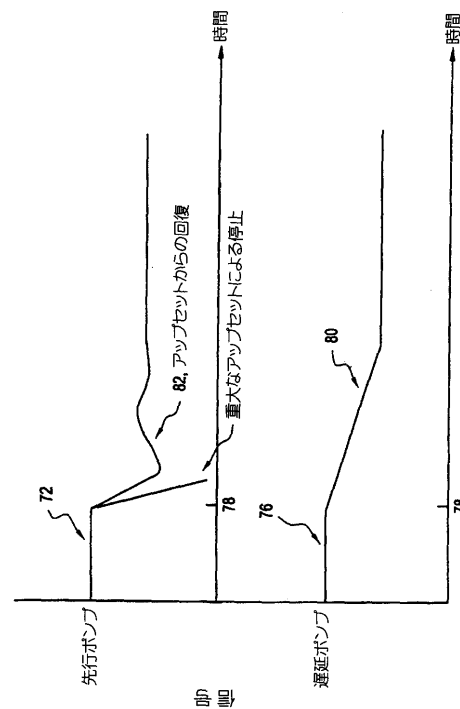
10

20

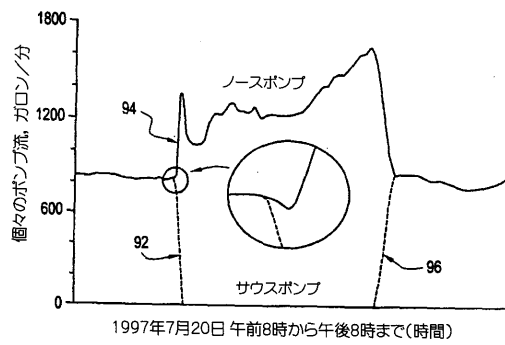
【図 1】



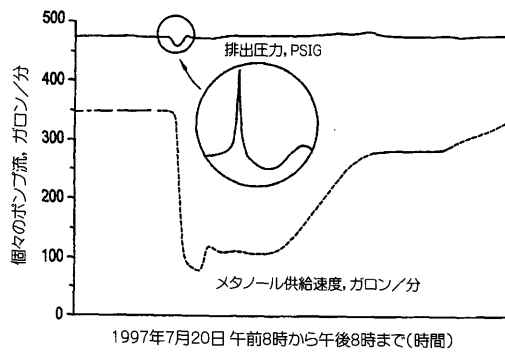
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100092761

弁理士 佐野 邦廣

(72)発明者 リー, シュウ - イー

アメリカ合衆国テキサス州 77059, ヒューストン, プレイリー・ノール・コート 3015

(72)発明者 カウッド, ジェームズ・マーリン, ジュニア

アメリカ合衆国テキサス州 77059, ヒューストン, ヒッコリー・ノール 16442

(72)発明者 レブランク, マイケル・ウィリアム

アメリカ合衆国テキサス州 77459, ミズーリ・シティ, ワーウィック・レイン 14

審査官 尾崎 和寛

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

F04B 49/00 ~ 51/00

F04D 15/00 ~ 15/02