

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5579749号
(P5579749)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl.

F25B 1/00 (2006.01)

F 1

F 25 B 1/00 3 4 1 V

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-548078 (P2011-548078)
 (86) (22) 出願日 平成22年1月20日 (2010.1.20)
 (65) 公表番号 特表2012-516987 (P2012-516987A)
 (43) 公表日 平成24年7月26日 (2012.7.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/021534
 (87) 國際公開番号 WO2010/088118
 (87) 國際公開日 平成22年8月5日 (2010.8.5)
 審査請求日 平成25年1月17日 (2013.1.17)
 (31) 優先権主張番号 12/364,374
 (32) 優先日 平成21年2月2日 (2009.2.2)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 511109249
 オプティマム・エナジー、エルエルシー
 アメリカ合衆国、ワシントン州 9810
 4-3847、シアトル、フォースト・ア
 ベニュー・サウス 411
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良されたエネルギー効率のための冷却された液体冷却システムにおける可変速度のコンプレッサの配列

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変冷却負荷を満足させるように複数の冷却装置を配列する方法であって、

各利用可能な冷却装置は、調節可能な入口ペーンを有する可変速度の遠心コンプレッサを含んでおり、

前記方法は、

前記複数の利用可能な冷却装置のいずれが稼働中であるかを決定するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の各々について、対応する可変速度の遠心コンプレッサの前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の複数の可変速度の遠心コンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、冷却装置を付加するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の複数のコンプレッサを横切る現在の圧力差が、冷却装置が通常付加される計算された値よりも小さいならば、冷却装置を付加するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定が予め定められたしきい値を超えて開かれているならば、冷却装置を付加するステップと、

を含んでいる、方法。

【請求項 2】

10

20

複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変冷却負荷を満足させるように複数の冷却装置を配列する方法であって、

各利用可能な冷却装置は、調節可能な入口ペーンを有する可変速度の遠心コンプレッサを含んでおり、

前記方法は、

前記複数の利用可能な冷却装置のいずれが稼働中であるかを決定するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の各々について、対応する可変速度の遠心コンプレッサの前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の複数の可変速度の遠心コンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、冷却装置を付加するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンが予め定められたしきい値未満で開かれているならば、冷却装置が通常付加される計算された値を調節するステップと、

を含んでいる、方法。

【請求項 3】

全ての稼働中のコンプレッサのそれぞれの速度を予め定められた最低速度を常に超えるように維持するために、コンプレッサ速度を変更するステップをさらに含んでいる、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

冷却装置を付加する決定は、

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの速度を監視するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定を監視するステップと、

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの前記速度と前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定とに部分的に基づいて、冷却装置を付加するステップと、

を含んでいる、請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変冷却負荷を満足させるように複数の冷却装置を配列する方法であって、

各利用可能な冷却装置は、調節可能な入口ペーンを有する可変速度の遠心コンプレッサを含んでおり、

前記方法は、

前記複数の利用可能な冷却装置のいずれが稼働中であるかを決定するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の各々について、対応する可変速度の遠心コンプレッサの前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能な冷却装置の複数の可変速度の遠心コンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、冷却装置を付加又は除去するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンが予め定められたしきい値未満で開かれているならば、冷却装置が通常除去される計算された値を調節するステップと、

を含んでいる、方法。

【請求項 6】

複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの複数の可変速度の遠心コンプレッサを配列する方法であって、

各利用可能なコンプレッサは、調節可能な入口ペーンを有しており、

前記方法は、

前記複数の利用可能なコンプレッサのいずれが稼働中であるかを決定するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの各々について、前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の

10

20

30

40

50

現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、コンプレッサを付加又は除去するステップと
、
を含んでおり、

前記コンプレッサを付加又は除去するステップは、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定が予め定められたしきい値
を超えて開かれているならば、前記コンプレッサを除去するステップ、

を含んでいる、方法。

【請求項 7】

前記コンプレッサを付加又は除去するステップは、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサを横切る現在の圧力差が、コンプレッサ
が通常付加される計算された値よりも小さいかどうかを決定するステップ、
を含んでいる、請求項 6 記載の方法。 10

【請求項 8】

全ての稼働中のコンプレッサのそれぞれの速度を予め定められた最低速度を常に超える
ように維持するために、コンプレッサ速度を変更するステップをさらに含んでいる、請求
項 6 記載の方法。

【請求項 9】

前記コンプレッサを付加又は除去するステップは、

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの速度を監視するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定を監視するステップと、 20

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの前記速度と前記複数の調節可能な入口ペー
ンの前記複数の現在の設定とに部分的に基づいて、前記コンプレッサを除去するステップ
と、

を含んでいる、請求項 6 記載の方法。

【請求項 10】

複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの複数の可変速度の遠心コン
プレッサを配列する方法であって、

各利用可能なコンプレッサは、調節可能な入口ペーンを有しており、

前記方法は、

前記複数の利用可能なコンプレッサのいずれが稼働中であるかを決定するステップと 30

、
前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの各々について、前記調節可能な入口ペ
ーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の
現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、コンプレッサを付加又は除去するステップと、

、
前記複数の調節可能な入口ペーンが予め定められたしきい値未満で開かれているなら
ば、コンプレッサが通常付加される計算された値を調節するステップと、

を含んでいる、方法。

【請求項 11】

複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの複数の可変速度の遠心コン
プレッサを配列する方法であって、

各利用可能なコンプレッサは、調節可能な入口ペーンを有しており、

前記方法は、

前記複数の利用可能なコンプレッサのいずれが稼働中であるかを決定するステップと 40

、
前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの各々について、前記調節可能な入口ペ
ーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の
現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、コンプレッサを除去するステップと， 50

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサを横切る現在の圧力差が、コンプレッサが通常除去される計算された値よりも大きいならば、コンプレッサを除去するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定が予め定められたしきい値未満であるならば、コンプレッサを除去するステップと、

を含んでいる、方法。

【請求項 1 2】

複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの複数の可変速度の遠心コンプレッサを配列する方法であって、

各利用可能なコンプレッサは、調節可能な入口ペーンを有しており、

10

前記方法は、

前記複数の利用可能なコンプレッサのいずれが稼働中であるかを決定するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの各々について、前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視するステップと、

前記稼働中の複数の利用可能なコンプレッサの複数の調節可能な入口ペーンの複数の現在の設定に少なくとも部分的に基づいて、コンプレッサを除去するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンが予め定められたしきい値を超えて開かれているならば、コンプレッサが通常除去される計算された値を調節するステップと、

を含んでいる、方法。

20

【請求項 1 3】

全ての稼働中のコンプレッサのそれぞれの速度を予め定められた最低速度を常に超えるように維持するために、コンプレッサ速度を変更するステップをさらに含んでいる、請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 4】

コンプレッサを除去する決定は、

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの速度を監視するステップと、

前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定を監視するステップと、

前記複数の可変速度の遠心コンプレッサの前記速度と前記複数の調節可能な入口ペーンの前記複数の現在の設定とに部分的に基づいて、コンプレッサを除去するステップと、

30

を含んでいる、請求項 1 2 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は暖房、換気、空調（“H V A C”）システムの分野に関し、特にターボ冷凍機、ポンプ、ファンのような並列装置を配列し、それによってこのような装置を含む H V A C システムの総合的な動作効率を改良するための改良された方法、特に自動化された又はソフトウェアにより実行される方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

40

本願は米国非暫定出願の通し番号12/364,374号明細書の利点を主張しており、ここでその全体が参考文献とされている。

【0 0 0 3】

冷却水プラントは建物の快適な状態又は産業的なプロセスの動作環境のための冷却を行うために使用されており、電力を使用する主要なものである。冷却水プラントは通常多数の冷却装置を使用し、幾つかの冷却装置は多数のコンプレッサを使用する。これは変動負荷に適合するために装置が段階分けされることを許容し、これは通常、設計及び動作環境に応じて非常に低い負荷からプラント容量の 100 % 程度まで変化する。多数の冷却装置はさらに機械のうちの 1 つが故障した場合に利用可能なバックアップによる二重安定動作を組み込んだ設計も許容する。

50

【 0 0 0 4 】

中間及び大型のサイズの冷却プラントはしばしば、それらの優秀な動作効率とより大きな容量のために遠心コンプレッサを有している。冷却装置は熱交換器のセットに取付けられている1以上のコンプレッサからなり、熱交換器は付加的な配管、冷却剤、およびその他の装置と共に、高い温度で吸収される熱を排除しながら、1つの熱交換器を通って流れる流体を第2の熱交換器を通って流れる流体へ冷却する。両者の熱交換器を通って流れる流体は通常は水である。1以上のコンプレッサと2つの熱交換器の各セットは冷却装置と呼ばれ、中間及び大型の冷却装置プラントは多数の冷却装置からなる。

【 0 0 0 5 】

図5は並列に配置され、冷却水のポンプ及び配管システム(520)へ接続される4つの冷却装置(501-504)を有する通常の水冷却装置プラントのコンポーネントの簡潔化された図である。各冷却装置はそれぞれが制御装置(540)と通信している個々の冷却装置の制御装置(531-534)を有する。個々の冷却装置の制御装置はイーサネット(登録商標)ネットワークのようなネットワークを介して通信できる。中央制御装置は好ましくはコンピュータプログラムを読取るように構成されているプロセッサおよび関連するメモリを有する。中央制御装置はデジタルコンピュータシステム、例えばパーソナルコンピュータまたはプログラム可能な論理制御装置であってもよい。中央制御装置はヘッド圧力読取り、流体温度、現在のペーン設定のような各個々の冷却装置から情報を受信するように構成されている。中央制御装置はさらにポンプ速度、冷却装置の負荷状態、冷却装置のオン又はオフラインの切換えを含む種々の特性を制御する。

10

【 0 0 0 6 】

図1は可变速度のターボ冷凍機の主要なコンポーネントを示している。中間及び大型の冷却装置プラントは快適な調節用として、または製造用で必要なプロセス冷却を行うために典型的に2個から12個以上ものこのような冷却装置を使用する。可变速度のターボ冷凍機を有する典型的な水冷却装置プラントでは、各冷却装置は気密タイプまたはオープンタイプであることができる1以上のモーター/コンプレッサ装置(109)を有する。コンプレッサを駆動するモーターまたはエンジンはコンプレッサ装置におけるモーターまたはエンジンの回転速度を変化できる可变速度駆動装置(110)と通常呼ばれているパワー装置によって付勢される。

20

【 0 0 0 7 】

各コンプレッサは接続(112)を通して冷却器(111)から低圧力の冷却剤ガスを引き出して、それを圧縮し、接続(113)を通してより高い圧力の高温ガスとしてこれをコンデンサ(114)へ放出する。コンデンサでは、高温のガス冷却剤は冷却塔または熱を流体から誘導する幾つかの他の手段から配管接続(140)を通して供給されるコンデンサ水へ熱を排出することにより液体へ復水される。コンデンサ水はコンデンサ中の管を通して流れ、冷却剤から熱を吸収し、これを高圧の液体へ冷却する。加熱されたコンデンサ水はその後冷却塔または熱を排除する他の方法へ戻すために配管接続(141)を通してコンデンサから排出される。

30

【 0 0 0 8 】

復水された液体の冷却剤はその後、冷却装置(111)への冷却剤の流れを調整する膨張装置(133)を通って流れ、冷却装置(111)は膨張されたガスの冷却剤を冷却装置から連続的に吸引するコンプレッサの動作により低圧力に保持される。低圧力の環境により冷却剤は状態をガスに変化させ、そうするときに、配管接続(151)を介し、その後冷却器の管を通して冷却器へ循環する冷却水から蒸発に必要な熱を吸収し、冷却器では、沸騰した冷却剤は冷却水から熱を吸収し、冷却水はその後冷却装置プラントが接続されている快感又はプロセス負荷を冷却するのに必要な温度で配管接続(152)を通って出る。低圧力の蒸気はコンプレッサの入口へ吸引されサイクルは連続的に反復される。冷却されたコンデンサ水は典型的に図示されていないポンプにより循環される。冷却装置内の全ての素子の制御は機上の制御パネル(162)により行われる。多くの冷却装置の構造は図1に示されている構造に類似しているが、この基本的設計には変形が存在する。

40

50

【0009】

図2はターボ冷凍機で使用される遠心コンプレッサのモーター／コンプレッサ装置（図1の109、110）の素子をさらに詳細に示している断面図である。コンプレッサ装置はハウジング（214）内で回転する羽根車（212）が取付けられているシャフトを回転するモーターまたはエンジン（210）からなる。コンプレッサの入口（216）は複数の変形で構成されることができる蒸発器（図示せず）に接続されている。「冷却剤」と呼ばれる圧縮されるガスが羽根車の回転によりコンプレッサ中へ吸引されるとき、まず分割されている入口ベーン（218）を通過しなければならない。ベーンは（図2中に垂直軸として示されている）その中心軸を中心とする各セグメントの調整された回転により閉じられ、開かれる。この回転位置を現在のベーン位置又は設定と呼ぶ。閉じられるとき、セグメントの中心の小さい孔のみがガスが通過するために開かれる。ベーンが開くように設定されているとき、実質的には入口の領域全体が開かれる。ベーンが全開から閉じ始めるとき、それらの調整された動きにより、流動するガスはコンプレッサの羽根車（212）の回転方向で回転する。同じ方向で回転しているコンプレッサの羽根車に入るこのガスの回転運動は羽根車への及び羽根車を通る流動を減少する。ベーンが閉じ続けるとき、ベーンはさらにベーンを横切る圧力差を生成することによってコンプレッサ入口への冷却剤の流動を減少する。羽根車は低圧力でガスを吸引し、ハウジング（222）の螺旋（220）においてさらに高い圧力でそれを放出するようにガスへエネルギーを与え、ハウジングではガスは集められ、コンデンサへ送られる。

【0010】

可变速度のコンプレッサは2つの方法によって、即ち第1に前述したように入口ベーンを閉じることにより、第2にコンプレッサの羽根車の速度を遅くすることによってそれらの動作容量を減少できる。しかしながら羽根車の回転速度は羽根車を通る冷却剤ガスの流動をコンデンサと冷却装置の蒸発器との現在の圧力差に維持するのに十分な高さに常に維持されなければならない。速度が羽根車を横切るこの圧力差に基づく最小速度よりも低く低下するならば、羽根車は失速し、流動は急に停止する。冷却装置におけるこの現象は「サーボング」と呼ばれる。羽根車は失速し、流動は停止すると、これは圧力差を減少し、流動は再度開始するが失速するだけの結果となる。サーボングは非効率的な動作を生じ、状況によってはコンプレッサの素子に損傷を生じる。

【0011】

サーボングが成長しないことを確実にするため、内部の冷却装置または可变速度の冷却装置のコンプレッサ制御装置は通常は羽根車を横切る圧力を通常は基づいている最小のコンプレッサ速度を維持する幾つかの方法を実行する。羽根車の速度が失速及びサーボングの危険性のために減少されることができないように、動作状態がコンプレッサ（共通して呼ばれるコンプレッサ「ヘッド」）を横切ってある圧力差を必要とするとき、及び同時に低い容量が冷却装置から必要とされるとき、容量を減少するため羽根車の速度を低下させる代わりに、羽根車は適切な最小速度に維持され、ベーンは容量を減少するために閉じられ、冷却装置の効率を犠牲にする。

【0012】

前述したタイプのシステムの動作効率における改良が必要とされている。

【発明の概要】

【0013】

コンプレッサの入口ベーンがある点を超えて閉じるとき、全体的なコンプレッサの効率はコンプレッサの入口への流動におけるベーンの効果によって生じる損失のために減少される。本発明の1特徴によれば、可变速度のコンプレッサにおいて、ベーンの設定及びコンプレッサ（羽根車）速度は現在のコンプレッサヘッド状態で所望される冷却容量を維持するように調整される。ベーンはコンプレッサ速度が羽根車の失速状態の危険性のために減少されることがないときに容量を減少するために使用される。本発明の別の特徴によれば、即ちコンプレッサの改良された配列方法によれば、コンプレッサベーンの現在の設定はコンプレッサを付加するか除去するための決定、または単一のコンプレッサを有す

10

20

30

40

50

る冷却装置を付加するか除去するための決定で使用され、それによってシステム容量全体は最適な効率で実現される。

【0014】

付加的な特徴及び利点は添付図面を参照して行う好ましい実施形態の以下の詳細な説明から明白になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】ターボ冷凍機の基本素子を示す図である。

【図2】典型的な可変速度の遠心コンプレッサの素子を示す図である。

【図3】従来技術を示す簡単なコンプレッサまたは冷却装置の付加および除去の決定のフローチャートである。 10

【図4】本発明の1実施形態を示す決定フローチャートの1例である。

【図5】冷凍装置のプラントの簡潔化されたブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

快適な調節またはプロセス冷却のための冷却水を与える冷却装置は通常、冷却負荷において非常に広い変化を受けるので、冷却装置またはコンプレッサを配列する方法と共に個々の冷却装置の容量を調節する能力が負荷の変化を適合し、効率的なプラント動作を実現するために使用される。従来技術では、個々の各冷却装置の容量の制御は装置を出る冷却水の予め定められた温度を維持する内部冷却装置又はコンプレッサ制御装置により実現される。 20

【0017】

オンラインにおける複数の冷却装置又はコンプレッサの制御は、通常オンラインコンプレッサの負荷またはパワーの吸引に基づいて別々の制御アルゴリズムによりダイナミックに実現される、配列が動作の現在点を自然曲線と呼ばれる装置の最適の効率の曲線と比較することに基づいている米国特許第6,185,946号明細書を参照されたい。他の方法が知られているが、これらの既知の方法はコンプレッサ速度の変化とベーンの制御を発生し、それによって動作点は実際には予測されるよりも効率的ではない。

【0018】

すなわち、新規であり本発明の焦点であることは、オンラインの冷却装置の数を減少するために使用されるアルゴリズムを動作し、調節し、または変更するために、1以上のオンラインの冷却装置のコンプレッサの入口ベーン位置を使用することである。 30

【0019】

全ての可変速度コンプレッサは最適なコンプレッサの動作効率がコンプレッサヘッド状態の関数として実現されるコンプレッサ容量の点の曲線である自然曲線と呼ばれる特性を有することが知られている。コンプレッサヘッドは冷却水とコンデンサ水温度と流動状況の関数であることと、自然曲線特性はコンデンサ水と冷却水の温度の関数として全体的な冷却装置に適用できることも知られている。さらに、典型的に冷却装置プラントに含まれているポンプ、ファン、任意の他の電力消費装置も自然曲線を有することができている。最適なプラント動作のために、冷却装置プラントの冷却装置、ポンプ、冷却塔等の数および相対的な負荷はプラントの負荷だけでなく、プラントが動作する現在の動作状況、最も明白には排熱される周囲の室外状況および冷却水が供給される温度にも基づいている。 40

【0020】

この情報を使用して、全ての可能な負荷及び外部の動作状況下で最適にプラントで動作する冷却装置の正確な数を選択するために適用される表またはアルゴリズムを構成することが可能である。このような最適な冷却装置の配列アルゴリズムの詳細な説明は米国特許第6,185,946 B1号明細書で行われている。しかしながら、幾つかの例では、冷却装置の内部制御装置または冷却装置のコンプレッサはコンプレッサを予測されるのとはやや異なった状態で条件に作用させることが発見されている。このような例では、実際の動作点は予 50

測されるよりも効率が低い。別の例では、(コンプレッサマップと呼ばれる)コンプレッサの正確な特性は利用可能ではなく不明確であり、そのためコンプレッサの自然曲線、それ故冷却装置は確信をもって決定されることはできない。コンプレッサが予測される状態とは異なる動作をする理由は複数存在するが、このような状況における効率の損失は共通して、予測されるよりも高い速度のコンプレッサ速度で動作するコンプレッサの内部制御と、予測されるよりも開きが少ないコンプレッサのペーンによって生じる。動作しているコンプレッサのペーンを監視することによるこの状況、および速度を監視することによる幾つかの例では、コンプレッサまたは冷却装置が通常付加される点においてしきい値を超えてペーンが開かれることが決定されたとき、同様にコンプレッサまたは冷却装置が通常除去される点においてしきい値を超えてペーンが閉じられることが決定されたとき、およびプラントの動作効率が可能な限り高く維持されるようにコンプレッサおよび/または冷却装置段の付加または除去を制御する公称上のアルゴリズムを自動的に調節するためにその情報を使用するときである。これは本発明の基礎である制御の新しい方法である。

10

【0021】

本発明は従来技術で説明された最適化された配列技術を調節及び改良する新しい手段を開示している。このような技術では、冷却装置の配列は冷却装置および排熱システムの総エネルギー使用が連続的に最適化されることを確実にすることを意図している。冷却装置は負荷状態において最高の動作効率点である装置の自然曲線に可能な限り近づけてオンラインの装置がいつでも稼働することを維持するためオン及びオフで配列される。この新しい方法によって、従来の方法はさらに容易に実行できることができる、自動的に調節された確実な配列は最適なプラント効率を生じる。オンラインの冷却装置又はコンプレッサの数の選択はシステムの総エネルギー使用を最適化しながら所望のプラント容量を維持することを目的としている。

20

【0022】

最適な冷却装置/コンプレッサ配列の1方法(自然曲線方法)を使用するプラントの冷却装置配列のフローチャートが図3に示されており、本発明を使用する強化された方法が図4に示されている。図3は変化する稼働状態に応答して冷却装置またはコンプレッサの付加または除去を制御するために使用される論理の一部を示している。この場合、冷却装置を配列する自然曲線方法は、計算されたヘッド圧力割合と、他の現在の稼働因子とに基づいている。ここで、ヘッド圧力割合は、稼働しているコンプレッサの設計上の最大値と比較した、平均の現在のコンプレッサヘッド圧力の比である。ヘッド圧力割合は、コンデンサおよび蒸発器の冷却剤温度から、または復水した冷却水の温度からも直接に導出することができる。図3では、制御論理が実行されるとき、コンプレッサまたは冷却装置を付加するために、コンプレッサヘッド圧力割合が計算される(312)。この値は現在のヘッド圧力割合と比較される(314)。既存のシステムのヘッド圧力割合の計算結果が現在の稼働要件よりも大きいならば、冷却装置またはコンプレッサはシステムをその自然曲線へさらに近づけるために付加され(318)、配列プロセスの残りは迂回される(320)。そうではないならば、次のステップは冷却装置またはコンプレッサを除去するためにヘッド圧力割合を計算する(340)。次に、これは現在稼働しているヘッド圧力割合と比較され、これがこの現在の稼働値よりも小さいならば、コンプレッサまたは冷却装置はプロセスの開始点に戻る(348)前に除去される(346)。プログラムのこの実行期間に何の動作も取られないならば、プロセスは終了され開始へ戻る(354)。

30

【0023】

本発明は最適化された配列に対する基本的な方法にかかわりなく、冷却装置を付加又は除去するための決定プロセスに対する改良を従来技術に加えている。図4は多数の冷却装置および/または各冷却装置における多数のコンプレッサからなる冷却装置プラントに対する冷却装置および/またはコンプレッサ配列のフローチャートであり、ここで図3の自然曲線配列方法はこの新しい発明において開示されている方法で強化されている。従来技術のように、配列決定路における第1のステップは現在のHPFA値を計算し(412)、

40

50

この値を動作している冷却装置および／またはコンプレッサの現在の H P F と比較してコンプレッサ又は冷却装置の付加が所望されるかを調べることである。H P F A 計算が現在の H P F 状況よりも大型のならば、ヘッド条件および容量の要求はオンラインコンプレッサがそれらの自然曲線を超えて動作する見込があることを意味している。この動作では、コンプレッサは容量の要求を満たすために現在の状態についてのそれらの最大効率を超えた速度である。したがって、コンプレッサまたは冷却装置の付加はそれらの自然曲線にさらに近づいて動作し、プラント効率は改良される。

【 0 0 2 4 】

H P F A の値が H P F の値よりも大きく、冷却装置又はコンプレッサの付加が必要であることを示すならば、本発明はそれを行う前にステップを付加する。ベーンの位置のチェックを行う（416）。ベーンが実質的に閉じられ、効率の損失がベーン制限のために生じているならば、オンラインコンプレッサはそれらの制限された最小速度で動作していることが示され、冷却装置の付加はそれぞれの容量を減少するための付加的なベーンの閉鎖のみを必要とする。これはさらにコンプレッサの動作効率を減少する。この場合、冷却装置付加シーケンスを開始する代わりに、この情報は将来の H P F A と H P F S 計算を減少するため計算に対して数学的オフセットまたは調節を適用するために使用される。しかしながら、ベーンが実質的に減少された効率点を超えて開かれるならば、冷却装置付加シーケンスは開始される（418）。

【 0 0 2 5 】

H P F A 計算が現在の H P F 値よりも大きくないならば、プログラムは H P F S 計算へ続き（440）、これが行われ、その結果は現在の H P F 値と比較されてコンプレッサ又は冷却装置の除去し動作が行われるべきであるか否かを調べる。H P F S 計算が現在の H P F 値よりも小さいならば、それはオンラインのコンプレッサはそれらの自然曲線よりも低く動作している可能性があることを意味している。この動作において、オンラインのコンプレッサは最小速度により制限される可能性があり、それらの容量は入口ベーンの閉鎖により制御されている。したがってコンプレッサ又は冷却装置の除去は各オンラインプロセッサ又は冷却装置の容量要求を増加し、それによってベーンは開き、プラント効率はアクティブな冷却装置の動作点をそれらの自然曲線へ動かすことにより改良される。しかしながら、本発明では冷却装置を除去する前に、ベーン位置をチェックする（444）。ベーンがコンプレッサに効率の損失を負わせないようにこれらが既に開かれているならば、オンラインのコンプレッサはそれらの自然曲線より下で動作しないように示され、最小速度により制限されない。この場合、冷却装置の除去はそれぞれの付加的な容量要件を果たすようにコンプレッサ速度が上昇されることのみを必要とし、さらにそれらの自然曲線よりも下で動作し、コンプレッサの動作効率を減少する。この場合、冷却装置が除去されるシーケンスを開始する代わりに、この情報は将来に H P F A および H P F S 計算を増加するため（450）計算に対して数学的オフセット又は調節を適用するために使用される。しかしながら、ベーンが実質的に減少された効率の点を超えて閉じられるならば、次の実行サイクルのためにプログラムの開始（410）へ戻る（452）前に、冷却装置の除去されるシーケンスが開始される（446）。

【 0 0 2 6 】

これは本発明の簡単な実施形態である。しかしながら、本発明を実行するために多くの他の手段が存在する。例えばコンプレッサ速度とベーン位置の公称上のモデルは連続的に計算ことができ、その後各コンプレッサの「マップ」を開拓するためにコンプレッサ速度及びベーン位置の実際の値と比較され、その後連続的に更新されたマップは図 3 に示されているものと類似の簡単なシーケンスフローで最適の効率のための配列を確実にするために使用される。

【 0 0 2 7 】

前述の発明はデジタルコンピュータシステムにより実行されることができる。用語デジタルコンピュータシステムは、少なくとも 1 つのデジタルプロセッサ及び関連されるメモリを含む任意のシステムを意味しており、ここでデジタルプロセッサはそのメモリ中に記

10

20

30

40

50

憶されている指令または「コード」を実行できる（メモリはデータも同様に記憶できる）。デジタルプロセッサはマイクロプロセッサ、マルチコアプロセッサ、DSP（デジタル信号プロセッサ）、プロセッサアレイ、ネットワークプロセッサ等を含んでいるがそれに限定されない。デジタルプロセッサはラップトップまたはデスクトップコンピュータ、PDA、セル電話機、iPhone PDA、Blackberry (R) PDA/phoneまたは仮想的な任意の電子装置のようなより大きな装置の一部であってもよい。図9では、各ディスプレイシステム、存在検出装置、ウェブサーバはデジタルコンピュータシステムを具備している。

【0028】

関連されるメモリは以下さらに説明するように、プロセッサ、例えばRAMまたはFLASHメモリと共に集積回路マイクロプロセッサ等の内部に一体化されることができる。他の例では、メモリは外部ディスクドライブ、記憶アレイまたはポータブルフラッシュキーフォブのような独立装置を構成している。このような場合、メモリとデジタルプロセッサの2つが共に動作的に結合されるか、例えばI/Oポート、ネットワーク接続等により相互に通信しているとき、メモリはデジタルプロセッサと「関連付けられ」、それによってプロセッサはメモリに記憶されているファイルを読み取ることができる。関連されるメモリは設計（ROM）による「読み取り専用」であるか、許容設定のために読み取り専用ではない。他の例はWORM、EPROM、EEPROM、FLASH等を含んでいるがそれに限定されない。これらの技術はしばしば半導体装置で構成される。他のメモリは通常の回転するディスクドライブのような可動部を具備することができる。全てのこのようなメモリはUSPTOの利点について以下さらに説明するように、これらが適切なデジタルプロセッサにより読み取り可能である、「マシン読み取り可能」である。

10

20

【0029】

本発明は（「コンピュータプログラム」または「コード」としても知られており、これらの用語を交換可能に使用する）コンピュータソフトウェアで実行又は実施されることができる。プログラム又はコードはデジタルプロセッサにより読み取られるようデジタルメモリに記憶されるとき最も有用である。コンピュータプログラム又は他のデータの特性において記憶された情報が適切なデジタルプロセッサにより「読み取られる」ことができる方法でデジタル情報を少なくとも一時的に記憶できる限り、全ての前述のタイプのメモリと将来出現する可能性がある新しい技術を含めるために、用語「コンピュータの読み取り可能な記憶媒体」（または代わりに「マシンの読み取り可能な記憶媒体」）を使用する。用語「コンピュータの読み取り可能な媒体」は完全なメインフレーム、ミニコンピュータ、デスクトップまたはラップコンピュータでさえも示唆するように「コンピュータ」の歴史的な使用法にこの語句を限定することを意図しているのではない。むしろ、記憶媒体がデジタルプロセッサ又は任意のデジタルコンピュータシステムにより読み取り可能であることを意味するためにこの用語を使用している。このような媒体はコンピュータ又はプロセッサにより局部的および/または遠隔的にアクセス可能である任意の利用可能な媒体であることができ、それは揮発性および不揮発性の取り出し可能および取り出し不可能ではない媒体を含んでいる。

30

【0030】

プログラムがコンピュータの読み出し可能な記憶媒体に記憶されている場合、その記憶媒体をコンピュータプログラムプロダクトと呼ぶことができる。例えばポータブルデジタル記憶媒体はコンピュータプログラムを記憶及び転送（伝送、販売、購入、許可）する便利な手段として使用されることができる。これはしばしば包装（「シュリンクラップ」）されたプログラムの小売販売時点転送で過去にしばしば行われた。このような記憶媒体の例は限定ではなくCD-ROM等を含んでいる。記憶されたコンピュータプログラムを含んでいるこのようなCD-ROMはコンピュータプログラムプロダクトの1例である。

40

【0031】

多くの変更が本発明の基本的な原理から逸脱せずに前述の実施形態の詳細に対して行われることが当業者に明白である。本発明の技術的範囲はそれ故特許請求の範囲によっての

50

み決定されなければならない。

以下に、本願出願時の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変の冷却負荷を満足させるため冷却装置を配列する方法であって、各利用可能な冷却装置は調節可能な入口ペーンを有する可变速度の遠心コンプレッサを含んでおり、前記方法は、

利用可能な冷却装置のいずれが現在オンラインであるかを決定し、

前記現在オンラインの各冷却装置について、対応する可变速度の遠心コンプレッサの前記入口ペーンの現在の設定を監視し、

前記現在オンラインの冷却装置の前記コンプレッサの前記入口ペーンの前記現在の設定に少なくとも部分的に基づいて1つの冷却装置を付加するステップを含んでいる方法。 10

[2] さらに、前記オンラインの冷却装置のコンプレッサを横切る現在の圧力差が、冷却装置が通常付加される場合の計算された値よりも小さいならば、冷却装置を付加するステップを含んでいる前記[1]記載の方法。

[3] さらに、前記入口ペーンの前記設定が予め定められたしきい値を超えて開かれているならば冷却装置を付加するステップを含んでいる前記[2]記載の方法。

[4] さらに、前記入口ペーンが予め定められたしきい値よりも低く開かれているならば、冷却装置が通常付加される場合の計算された値を調節するステップを含んでいる前記[1]記載の方法。

[5] さらに、全てのオンラインコンプレッサのそれぞれの速度を常に予め定められた最小速度を超えるように維持するようにコンプレッサ速度を変更するステップを含んでいる前記[1]記載の方法。 20

[6] 冷却装置を付加又は除去する決定は、前記遠心コンプレッサの前記速度を監視し、前記入口ペーンの前記設定を監視し、前記遠心コンプレッサの前記速度と前記入口ペーンの前記設定とに部分的に基づいて冷却装置を付加するステップを含んでいる前記[1]記載の方法。

[7] 複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変の冷却負荷を満足させるために冷却装置を配列する方法であって、利用可能な各冷却装置は調節可能な入口ペーンを有する可变速度の遠心コンプレッサを含んでおり、前記方法は、

利用可能な冷却装置のいずれが現在オンラインであるかを決定し、

前記現在オンラインの各冷却装置について、対応する可变速度の遠心コンプレッサの前記入口ペーンの現在の設定を監視し、 30

前記現在オンラインの冷却装置の前記コンプレッサの前記入口ペーンの前記現在の設定に少なくとも部分的に基づいて1つの冷却装置を除去するステップを含んでいる方法。

[8] さらに、前記オンラインの冷却装置のコンプレッサを横切る前記現在の圧力差が、冷却装置が通常除去される場合の計算された値よりも大型のならば、冷却装置を除去するステップを含んでいる前記[7]記載の方法。

[9] さらに、前記入口ペーンの前記設定が予め定められたしきい値をよりも低く開かれているならば1つの冷却装置を除去するステップを含んでいる前記[8]記載の方法。

[10] さらに、前記入口ペーンが予め定められたしきい値をよりも低く開かれているならば冷却装置が通常除去される場合の計算された値を調節するステップを含んでいる前記[7]記載の方法。 40

[11] さらに、全てのオンラインコンプレッサのそれぞれの速度を常に予め定められた最小速度を超えるように維持するためにコンプレッサ速度を変更するステップを含んでいる前記[7]記載の方法。

[12] 冷却装置を付加又は除去する決定は、前記遠心コンプレッサの前記速度を監視し、前記入口ペーンの前記設定を監視し、前記遠心コンプレッサの前記速度と前記入口ペーンの前記設定とに部分的に基づいて1つの冷却装置を付加するステップを含んでいる前記[7]記載の方法。

[13] 複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの可变速度の遠心コンプレッサを配列する方法であって、各利用可能なコンプレッサは調節可能な入口ペーン 50

を有し、前記方法は、

利用可能なコンプレッサのいずれが現在オンラインであるかを決定し、

前記現在オンラインの各コンプレッサについて、前記調節可能な入口ペーンの現在の設定を監視し、

前記現在オンラインのコンプレッサの前記入口ペーンの前記現在の設定に少なくとも部分的に基づいて1つのコンプレッサを付加するステップを含んでいる方法。

[14]さらに、前記オンラインのコンプレッサを横切る現在の圧力差が、コンプレッサが通常付加される場合の計算された値よりも小さいならば、1つのコンプレッサを付加するステップを含んでいる前記[13]記載の方法。

[15]さらに、前記入口ペーンの前記設定が予め定められたしきい値をよりも高く開かれるならば1つのコンプレッサを付加するステップを含んでいる前記[13]記載の方法。

[16]さらに、前記入口ペーンが予め定められたしきい値をよりも低く開かれるならばコンプレッサが通常付加される場合の前記計算された値を調節するステップを含んでいる前記[13]記載の方法。

[17]さらに、全てのオンラインコンプレッサのそれぞれの速度を常に予め定められた最小速度を超えるように維持するためにコンプレッサ速度を変更するステップを含んでいる前記[11]記載の方法。

[18]コンプレッサを付加又は除去する決定は、前記遠心コンプレッサの前記速度を監視し、前記入口ペーンの前記設定を監視し、前記遠心コンプレッサの前記速度と前記入口ペーンの前記設定とに部分的に基づいて1つのコンプレッサを除去するステップを含んでいる前記[11]記載の方法。

[19]複数の利用可能なコンプレッサを有する冷却装置システムの可変速度の遠心コンプレッサを配列する方法であって、各利用可能なコンプレッサは調節可能な入口ペーンを有し、前記方法は、

前記利用可能なコンプレッサのいずれが現在オンラインであるかを決定し、

前記現在オンラインの各コンプレッサについて、前記入口ペーンの現在の設定を監視し

前記現在オンラインのコンプレッサの前記入口ペーンの前記現在の設定に少なくとも部分的に基づいて1つのコンプレッサを除去するステップを含んでいる方法。

[20]さらに、前記オンラインのコンプレッサを横切る前記現在の圧力差が、冷却装置が通常除去される場合の計算された値よりも大型のならば、1つのコンプレッサを除去するステップを含んでいる前記[19]記載の方法。

[21]さらに、前記入口ペーンの前記設定が予め定められたしきい値をよりも低いならば1つのコンプレッサを除去するステップを含んでいる前記[20]記載の方法。

[22]さらに、前記入口ペーンが予め定められたしきい値をよりも高く開かれるならばコンプレッサが通常除去される場合の計算された値を調節するステップを含んでいる前記[19]記載の方法。

[23]さらに、全てのオンラインコンプレッサのそれぞれの速度を常に予め定められた最小速度を超えるように維持するようコンプレッサ速度を変更するステップを含んでいる前記[19]記載の方法。

[24]コンプレッサを付加又は除去する決定は、前記遠心コンプレッサの前記速度を監視し、前記入口ペーンの前記設定を監視し、前記遠心コンプレッサの前記速度と前記入口ペーンの前記設定とに部分的に基づいて1つのコンプレッサを除去するステップを含んでいる前記[19]記載の方法。

[25]複数の利用可能な冷却装置を有する冷却装置プラントの可変冷却負荷を満足させたため冷却装置またはコンプレッサを配列するために記憶され少なくとも1つの装置により実行されるコンピュータの読み取り可能な命令を有するコンピュータの読み取り可能な媒体において、利用可能な各冷却装置は1以上の可変速度の遠心コンプレッサを含み、各コンプレッサは調節可能な入口ペーンを有し、

10

20

30

40

50

前記命令は、現在オンラインの冷却装置またはコンプレッサの入口ペーンの現在の設定に少なくとも部分的に基づいて1つの冷却装置又はコンプレッサを付加又は除去するコンピュータの読み取り可能な媒体。

【図1】

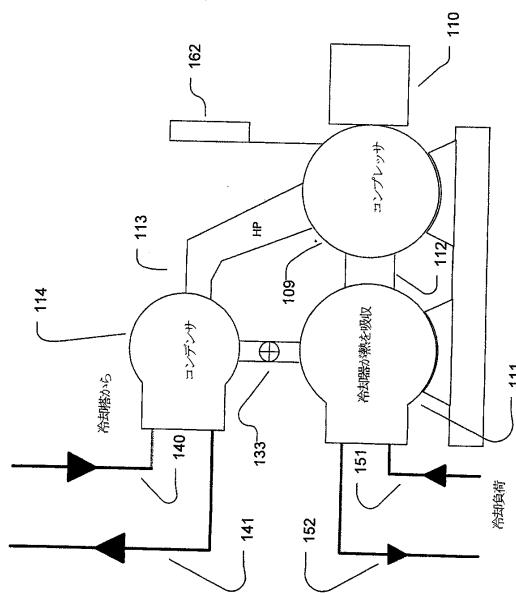


FIGURE 1 (従来技術)

【図2】

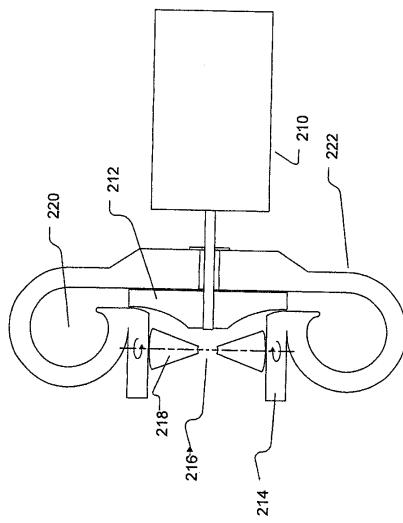


FIG. 2 (従来技術)

【 図 3 】

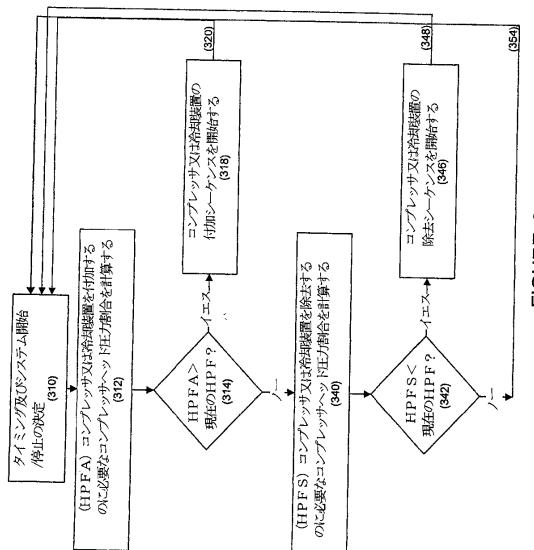


FIGURE 3
(従来技術)

【図4】

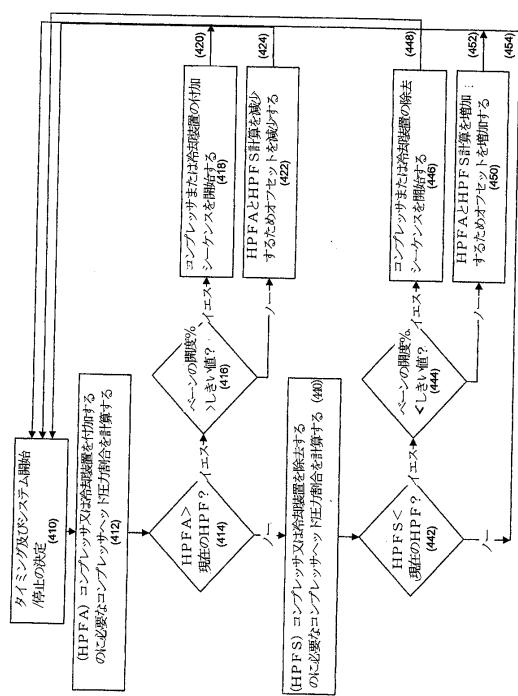
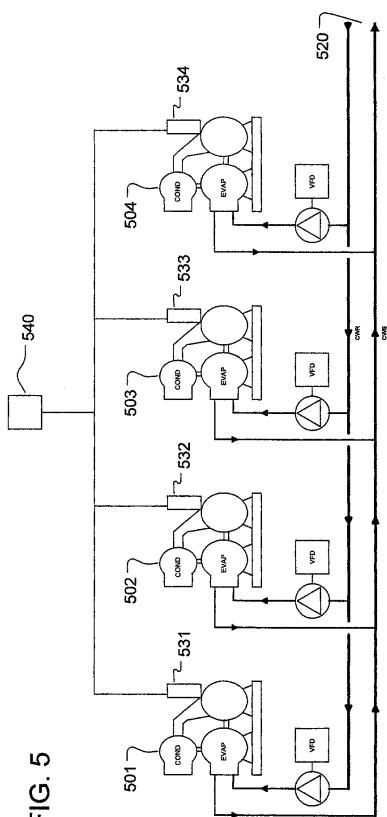


FIG. 4

【図5】



フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100159651
弁理士 高倉 成男
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(72)発明者 ハートマン、トマス・ビー。
アメリカ合衆国、テキサス州 78628、ジョージタウン、カントリー・ロード 247 75
5

審査官 松井 裕典

(56)参考文献 特開2006-284058(JP,A)
特開平08-249002(JP,A)
特開2008-175476(JP,A)
特開2005-282896(JP,A)
特開平06-323648(JP,A)
特開昭62-299658(JP,A)
特開昭57-044787(JP,A)
米国特許第5343384(US,A)
米国特許第6142740(US,A)
特開平6-10885(JP,A)
特表2008-534842(JP,A)
特開2009-204222(JP,A)
米国特許第7762081(US,B2)
米国特許第7094019(US,B1)
米国特許出願公開第2003/0063981(US,A1)
米国特許出願公開第2007/0144193(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 25 B 1 / 0 0 - 7 / 0 0
F 25 B 4 9 / 0 0
F 24 F 1 1 / 0 0