

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4741785号
(P4741785)

(45) 発行日 平成23年8月10日 (2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 8 C 19/02 (2006.01)

G 0 8 C 19/02 3 0 1

G 0 5 B 23/02 (2006.01)

G 0 5 B 23/02 T

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-570205 (P2002-570205)
 (86) (22) 出願日 平成14年3月5日 (2002.3.5)
 (65) 公表番号 特表2004-525455 (P2004-525455A)
 (43) 公表日 平成16年8月19日 (2004.8.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/006606
 (87) 国際公開番号 W02002/071362
 (87) 国際公開日 平成14年9月12日 (2002.9.12)
 審査請求日 平成17年2月23日 (2005.2.23)
 審判番号 不服2009-9621 (P2009-9621/J1)
 審判請求日 平成21年5月7日 (2009.5.7)
 (31) 優先権主張番号 09/799,824
 (32) 優先日 平成13年3月5日 (2001.3.5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 597115727
 ローズマウント インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州
 、エデン プレイリー、テクノロジー ド
 ライブ 12001
 (74) 代理人 100084870
 弁理士 田中 香樹
 (74) 代理人 100079289
 弁理士 平木 道人
 (74) 代理人 100119688
 弁理士 田邊 壽二
 (72) 発明者 ローム、グレゴリー、エイチ。
 アメリカ合衆国 55125 ミネソタ州
 、ウッドバーグ、ハインバック トレイル
 7938

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロプロセッサベースの送信機の電子機器ボードの寿命予測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

4 - 20 mA プロセス制御ループに結合可能な二つの端子を有するフィールド装置であって、

4 - 20 mA プロセス制御ループから取り出された静止電流（以下、供給電流）で動作する電子機器装置と、

前記電子機器により消費される供給電流を予め定められた時間間隔で測定する供給電流測定回路と、

前記供給電流測定回路により測定された供給電流値を複数受信し、蓄積するメモリ構体と、

前記複数の蓄積された供給電流値に近似する線形曲線又は非線形曲線を適用して、該曲線がある選択された閾値に到達すると予測される時間である電子機器装置の寿命を計算するために、前記メモリ構体に接続された予測エンジンとからなるフィールド装置。

【請求項 2】

前記フィールド装置がプロセス制御送信機である請求項 1 に記載のフィールド装置。

【請求項 3】

前記フィールド装置がバルブである請求項 1 に記載のフィールド装置。

【請求項 4】

前記メモリ構体がアレーである請求項 1 に記載のフィールド装置。

【請求項 5】

10

20

前記メモリ構体が複数のアレーからなり、第1アレーは複数の連続する測定供給電流値を蓄積し、第2アレーは該第1アレーの測定時間を蓄積する請求項1に記載のフィールド装置。

【請求項6】

前記予測エンジンは寿命予測の計算のために、神経回路網分析を使用する請求項1に記載のフィールド装置。

【請求項7】

前記予測エンジンは寿命予測の計算のために、ファジー論理を使用する請求項1に記載のフィールド装置。

【請求項8】

4 - 20 mA プロセス制御ループに結合可能な二つの端子を有するフィールド装置中の電子機器ボードの寿命を予測する方法であって、

前記電子機器ボードに4 - 20 mA プロセス制御ループから取り出された静止電流（以下、供給電流）を予め定められた時間間隔で連続的に測定し、

前記連続的に測定される供給電流値に近似する線形曲線又は非線形曲線を適用し、

前記供給電流値に近似する線形曲線又は非線形曲線がある選択された閾値に到達すると予想される時間（以下、到達予想時間）である電子機器ボードの寿命を計算する方法。

【請求項9】

前記到達予想時間の計算が神経回路網分析を用いて行われる請求項8の方法。

【請求項10】

前記到達予想時間の計算がファジー論理を用いて行われる請求項8の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロセス制御工業における装置の診断に関する。特に、本発明は、電子機器ボードにより取り出される電流を繰り返し測定するマイクロプロセッサベースのフィールド装置の電子機器ボードの寿命予測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

米国特許第5,481,200号は作りつけのテスト装置を有するフィールド送信機を開示している。該フィールド送信機の一つの特徴は、送信機の電子機器により取り出される電流を引き出し、送信機電子機器に関わる送信機出力を提供するために該引き出された電流を使用することである。本発明は、米国特許第5,481,200号に記載されている開示の改良に関する。明細書中の後ほどの説明から明らかになるように、本発明の一実施形態は問題の状況を素早く検出し、それにより、より効果的な補正動作ができるようにすることである。

【特許文献1】米国特許第5,481,200号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

制御プロセス中のプロセス変数の効果的な操作は、特定の補正動作または特定の警報が行えるように、フィールド装置の構成又は通信回路中の欠陥が即時に検出されることを必要とする。プロセスを停止しプロセスループからフィールド装置を除去する前に機能不全またはエラーを確認することが、装置に本来備わっている効率を提供する。現在のマイクロプロセッサベースの送信機は、時々故障する恐れのある複雑な電気回路を含む。実際には、単なる漏電又はシャント電流が発生する。例えば、ループ電流に影響を与える回路漏れ電流は送信機故障として報じられる。

【課題を解決するための手段】

【0004】

フィールド装置は、フィールド装置の電子機器によって取り出される電流に関わるパラ

10

20

30

40

50

メータを連続的に測定するための回路を含む。この測定は、複数の電流に関わる測定を基に診断出力を計算する予測エンジンで行われる。該予測エンジンにより提供される診断予測は、実際の電子機器装置の残余の寿命の評価を提供することができる。該診断の特徴は、フィールド送信機の電子機器ボードの全状態をオンラインで通知することである。

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、電子機器装置の寿命を早期に検出し、効果的な補正動作を行えるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

プロセス変数は、典型的には、プロセス中に制御される第1の変数である。ここでは、プロセス変数は、例えば、圧力、流量、温度、価値(value)、レベル、pH、濁度、振動、位置、モータ電流、あるいはプロセスの他の特徴などのプロセス条件を記述する変数を意味する。制御信号は、プロセスを制御するのに使用される(プロセス変数以外の)信号を意味する。例えば、制御信号は、コントローラにより制御できる、所望の温度、圧力、流量、レベル、pH、あるいは濁度のような所望のプロセス変数値(すなわち、設定値)を含む。さらに、制御信号は、較正值、警報、警報条件、バルブアクチュエータへ逆に供給されるバルブ位置信号のような信号、加熱素子に供給される信号、ソレノイドオン/オフ信号等、またはプロセスの制御に関する他の信号を含む。ここで使用される診断信号は、プロセス制御ループ中の装置や素子の動作に関わる情報を含む。しかし処理変数または制御信号は含まない。例えば、診断信号は、バルブステム位置、印加トルクまたは力、アクチュエータ圧力、バルブを駆動するために使用される圧力をかけられているガスの圧力、電圧、電流、電力、抵抗、容量、インダクタンス、装置温度、スティクション(stiction)、摩擦、一杯及び空の状態、運行、周波数、振幅、スペクトルおよびスペクトル要素、堅さ、電磁場の強度、継続期間、強度、動き、電気モータの逆起電力、モータ電流、(制御ループ抵抗、電圧または電流などの)パラメータに関係するループ、またはシステム中で検出または測定される他のパラメータを含む。さらに、プロセス信号は、例えば、プロセス変数、制御信号または診断信号などのプロセスまたはプロセス中の素子に関連する信号を含む。フィールド装置は、プロセス制御ループの一部を構成するまたは該プロセス制御ループに接続される装置を含み、プロセスの制御または監視に使用される。

【0007】

図1は、プロセス流体と、ループ電流Iを流す2線プロセス制御ループ6を装着されたプロセスパイプ4とを含むプロセス制御システム2の一例を示す図である。フィールド装置8と、アクチュエータ、バルブ、ポンプ、モータ又はソレノイドのようなループ中の最後の制御素子に接続されるコントローラ10と、通信機12と、制御室14とが、プロセス制御ループ6の全ての構成要素である。前記プロセス変数は、コントローラ/バルブアクチュエータ10、通信機12および/または制御室装置14によって受信されることができる。コントローラ10は、図示では、バルブ18に接続され、該バルブ18を調節することによりプロセスを制御することができ、パイプ4中の流量Qを変化させることができる。コントローラ10は、例えば、制御室14、送信機8、または通信機12からループ6を経て制御入力を受信し、バルブ18を応答的に調節する。他の実施形態では、コントローラ10は、ループ6を経て受信するプロセス信号Hを基に制御信号を生成する。通信機12は、図1に示されているようなポータブルの通信機であってもよいし、プロセスを監視し、計算を実行する固定的に装着されたプロセスユニットであってもよい。“フィールド装置”は、図1に示されているように、例えば(ローズマウント株式会社から調達できる3095送信機等の)送信機8、コントローラ10、通信機12、および制御室14を含む。

【0008】

本発明の実施形態は、マイクロプロセッサベースのフィールド装置の電子機器ボードに焦点を当てている。本発明の実施形態は、4-20mA信号により電力を供給されるプロ

10

20

30

40

50

セス制御システム中のフィールド装置に有用である。本発明の実施形態の診断の特徴は、全体の電子供給電流を監視することにより、フィールド装置の全電子機器の状態をオンラインで提供する。供給電流が臨界レベルまで増えると、電子機器、通信プロトコル、および送信機のアナログ出力範囲を劣化させる。例えば、米国特許第5、481,200号を参照して下さい。ここに開示されている診断の特徴は、本発明の実施形態によると、供給電流が予め定められた臨界レベルに到達する前に、ユーザに、残余の時間を評価することにより、電子機器装置の予測解析を提供する。当業者は、供給電流が予め定められた臨界レベルに到達する前に残余の時間を評価することが、電子機器の供給電流に関わる複数の測定が予測診断出力と関連づけることができる唯一の方法であることを認識するであろう。

10

【0009】

図2は、代表的な4 - 20 mA フィールド装置のためのプロセス制御ループの電流割当てを示している。一般に、供給電流、すなわち電子機器の静止電流 (I_Q) は、基底の4 mA 以下の一定の直流電流 (DC) である。図2に示されているように、残りの16 mA は所与のプロセス測定のレンジを完全に実現するために取っておかれる。正常な動作条件下では、静止電流は、電気電流が特定の機能を実行するためにより多くの電流を引き出すと、その名目値からわずかに増加するであろう。例えば、実質的なエネルギーを要するある仕事 (タスク) は、不揮発性メモリにデータを書き込む動作である。さらに、 I_Q は、温度や湿気のような周囲条件で影響を受けるであろう。

【0010】

20

異常な状態は、フィールド装置の出力レンジに影響を及ぼす4 mA 以上のレベルに I_Q を上昇させることになる。周囲条件は、その中の電気素子 (例えば、受動素子または集積回路) の性能に影響を与えることにより I_Q を増加させることができる。そのため、もしフィールド装置が過酷な環境下に置かれるなら、電気素子の劣化は加速され、アースへの漏れ通路やシャント電流のような他の電気的問題が発生するであろう。一例として、もし I_Q のDC値が6 mA になるという問題が起きるなら、ループ電流は6 mA より小さくなることができなくなるであろう。電子機器におけるこの問題でさえ、送信機は6 - 20 mA レンジ以内でプロセス測定するために、正常に動作するであろう (センサ、マイクロプロセッサ通信などは全て機能する)。逆に、もしプロセス測定が4 - 6 mA の範囲であるなら、オペレータまたはアナログ出力信号を用いるプロセス制御装置は不正確なデータを受信することになる。

30

【0011】

本発明の実施形態は、一連の供給電流測定に関わるデータを取得し、供給電流 (I_Q) が予め選択された上限に到達する前に、残余の時間を計算する予測エンジンを備えている。この予測診断を備えたフィールド装置は、本発明の一実施形態によると、それ自身の電子機器ボードの寿命を予測するであろう。これは、機能不全の可能性をユーザに前もって警告するばかりでなく、特定のプロセス制御ループ又はプロセス自体の性能を悪化させる前に、送信機またはその電子機器ボードの一方を交換するための時間をユーザに提供する。

【0012】

40

図3は、本発明の実施形態を実現するのに便利なデータ構造を示す。特に、長さNの一対のアレーが示されている。診断の間、供給電流に関わるパラメータまたは供給電流そのものがサンプリングされ、アレー100中に I_Q 値として蓄積される。このプロセスは、アレー100が予め定められた数 (N) の I_Q 値で一杯になるまで周期的に繰り返される。概念的には、この一組の I_Q 値はアレーであるが、数個のフォーマットにモデル化および/または蓄積されることができる。同様のアレーTは各 I_Q 値がサンプリングされる時間に相当する。これらの値は、好ましくは不揮発性メモリに蓄積される。一度両方のメモリが一杯になると、アレーの内容は、マイクロプロセッサ上で走っているソフトウェア内に含まれている予測エンジンに送られる。この予測エンジンは、アレー (T) で表される時間に対する I_Q 値のサンプルに適合する曲線を提供し、連続する時間の式 $I_Q(t)$ に

50

対する係数を生成する。もし、 I_Q に対する上限 (I_{Q_MAX}) が例えば 4 mA に設定されているなら、予測エンジンは、 $I_Q(t)$ の係数または勾配を使用して、 $I_Q = I_{Q_MAX}$ になるまでの絶対時間 ($T_{ABS-LIFE}$) を計算する。 $T_{ABS-LIFE}$ は時間の初期値 T_0 ($T[1]$) から計算されるので、実際の残余時間は、 $T_{ABS-LIFE}$ と $t[N]$ の差となる。この時間は電子機器ボードの寿命とみなされる。

【0013】

図4は、種々の時間 t で得られる複数の I_Q 値を示す。図示されているように、各サンプル間の周期は、計算を簡単にするために好ましくは一定である。しかし、測定間の周期は、例えば、計算された電子機器ボードの寿命の変化の割合と同様に、計算された電子機器ボードの寿命を含む複数のファクタに基づいて変化させることができる。

10

【0014】

図5は、電子機器ボードの寿命予測の計算を示す図である。 N は任意の値であってもよいが、一例として、 $N = 10$ とすると、アレー I_Q と T は、 $t = T_9$ で一杯になってしまうであろう (図3参照)。この時、予測エンジンは次のように計算するであろう。

$$I_Q(t) \quad t(I_Q)$$

$$T_{ABS-LIFE} = t(I_{Q_max})$$

式1

$$T_{EB-LIFE} = t(I_{Q_max}) - t[N]$$

式2

【0015】

この実施形態では、予測エンジンは $I_Q(t)$ を表すために近似線形直線を選択し、 $T_{EB-LIFE}$ の計算は図5に示されているようにして行われる。当業者はアレー中に含まれるデータ点または他のデータ構造を予測診断出力に関連させる複数の方法があり、またこのような方法が研究されていることを認識するであろう。例えば、非線形関係もまた使用されることができる。さらに、神経回路網分析技術および/またはファジー論理関係が、測定された供給電流パラメータを電子機器ボードの残余の寿命のような診断出力に関係づけるために使用されることができる。

20

【0016】

サンプルサイズ N は固定であるので、アレー中の各要素は、 I_Q の次の値がサンプリングされる前に移動 (シフト) されることを必要とする。このことは、ファーストイン、ファーストアウト動作として知られている。このように、アレーの最後の要素は I_Q の次の値で置換される。

30

【0017】

このため、

$$I_Q[K] = I_Q[k+1] \quad k \text{ は } 1 \sim (N-1)$$

式3

$$I_Q[N] = \text{次の } I_Q \text{ の読み}$$

式4

となる。

【0018】

したがって、 I_Q アレーは F I F O (ファーストイン、ファーストアウト) またはキュー (queue) の働きをする。同様に、図6は、 $N = 10$ における $T_0 = 0$ に対する I_Q の値と、 T の次の組の I_Q の値の取得を示している。上述のように、 I_Q の前の値はアレー中でシフトされ、 I_Q の新しい値が T_{10} で取得される。 T_{10} の取得が行われると、予測エンジンは再度作動し、電子機器ボードの寿命の計算が前述したのと同様に行われる。好ましくは、電子機器ボードの寿命予測は、周期的に行われる。しかし、電子機器ボードの寿命予測は、また、フィールド装置にある局地ユーザインターフェースによってか、または制御ループを経て適当な通信信号をフィールド装置へ送ることによって、手動で起動されることもできる。本発明は、好ましい実施形態を参照して説明されたが、当業者は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、構成の変更をなすことができることを認識するであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態が用いられると特に有用であるプロセス制御システムの斜視図

50

である。

【図 2】4 - 20 mA フィールド装置のためのプロセス制御ループ電流の電流配分を示す。

【図 4】複数の電流値と、それらの図 3 に示されるアレーに対する関係を示すタイムチャートである。

【図 5】適合する直線を用いて電子機器ボードの寿命を予測する計算を示すタイムチャートである。

【図 6】時間 t 後に得られる第 2 組の電流値を示す。

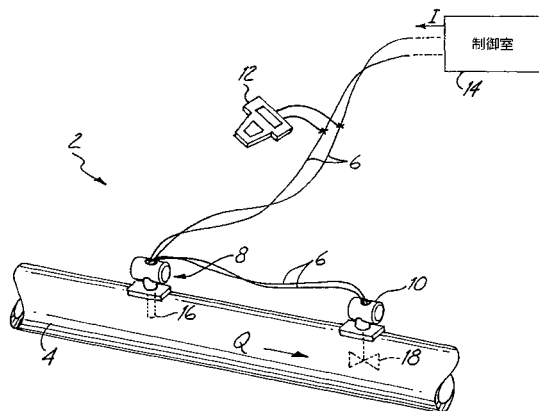
【符号の説明】

【0020】

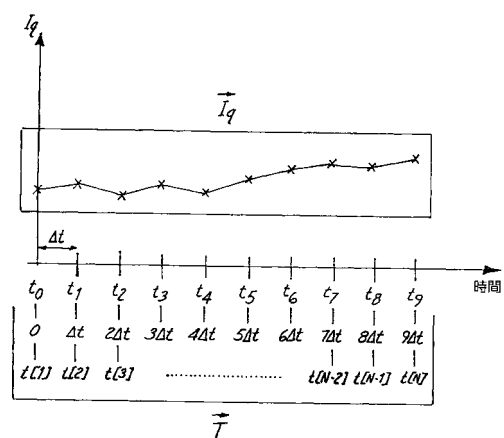
2 プロセス制御システム、4 プロセスパイプ、6 2 線プロセス制御ループ、8 フィールド装置、10 コントローラ、12 通信機、14 制御室、18 バルブ、I ループ電流、Q 流量

10

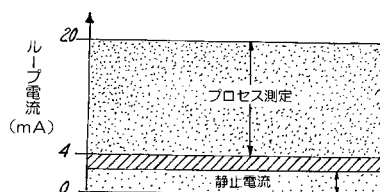
【図 1】



【図 4】



【図 2】



【図 3】

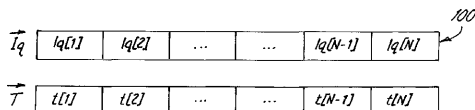
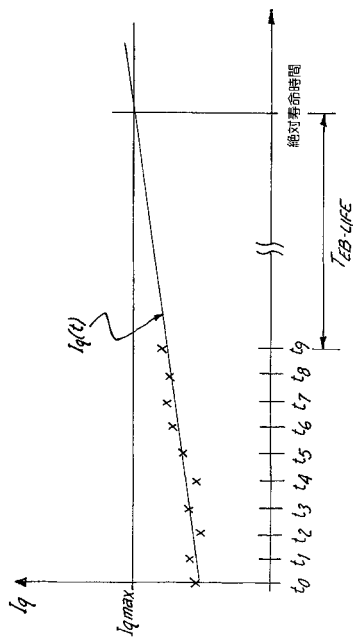
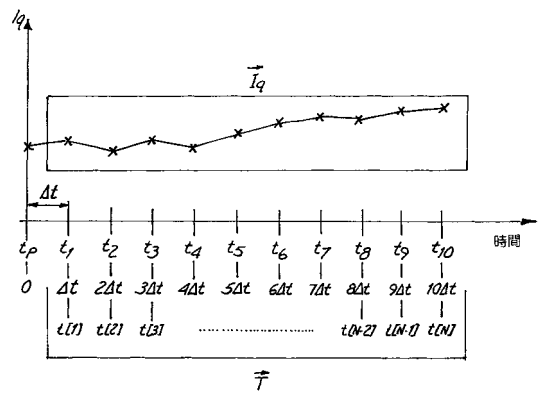


Fig. 3

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 エリューレク, エブレン

アメリカ合衆国 5 5 4 1 0 ミネソタ州、ミネアポリス、ヨーク アベニュー サウス 4 9 5
2

(72)発明者 カヴァクリオグル, カディール

アメリカ合衆国 5 5 4 2 4 ミネソタ州、エディナ、フェアファックス アベニュー 5 8 3 7

合議体

審判長 江塚 政弘

審判官 波多江 進

審判官 下中 義之

(56)参考文献 国際公開第00/23776(WO, A1)

米国特許第5481200(US, A)

国際公開第98/20469(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08C 13/00 - 25/04

G05B 23/02