

(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2007-242000

(P2007-242000A)

(43) 公開日 平成19年9月20日(2007.9.20)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G05B 23/02 (2006.01) G05B 23/02 V 5H223

審査請求 未請求 請求項の数 31 O L 外国語出願 (全 62 頁)

(21) 出願番号 特願2007-20440 (P2007-20440)
 (22) 出願日 平成19年1月31日 (2007.1.31)
 (31) 優先権主張番号 11/344397
 (32) 優先日 平成18年1月31日 (2006.1.31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 594120847
 フィッシャー・ローズマウント システムズ、
 インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 78754 テキサス州、
 オースティン、キャメロン ロード 8301
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (74) 代理人 100085279
 弁理士 西元 勝一

最終頁に続く

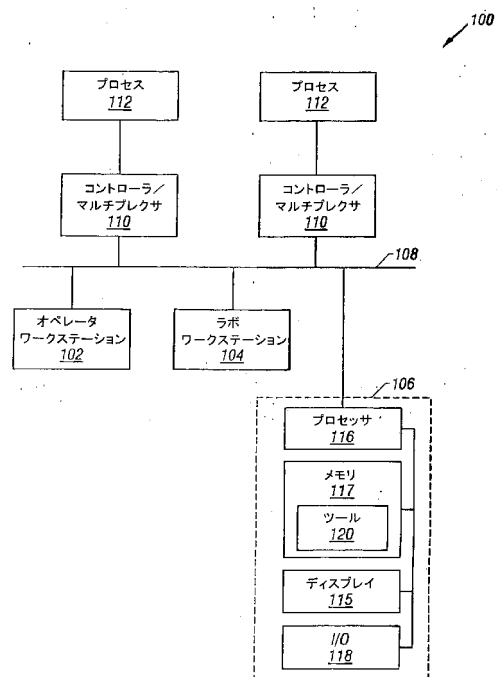
(54) 【発明の名称】 プロセスプラントの管理方法、プロセスプラントの管理システムおよびプロセスコントロールネットワーク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 プロセスプラントを管理するための改良された方法、システムおよびプロセスコントロールネットワークを提供すること。

【解決手段】 プロセスコントロール構成および管理システムが、該プロセスコントロールシステムが実現されている施設の空間的レイアウトに関連する複数のデバイスを表す複数の機能ブロックを提供する。該構成および管理システムはまた、該施設の該空間的レイアウトに関連する該複数のデバイスの各々に関するプロセスコントロール情報およびプロセスシミュレーション情報を提供する。該構成および管理システムはハンドヘルドデバイスで実現されてもよく、またこれは、該ハンドヘルドデバイスと、該施設の該空間的レイアウトに関連する種々のデバイスとに関する地理的位置決めデータを提供する地理的位置決めシステムを含んでもよい。

【選択図】 図1 A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の機器とプロセスコントロールネットワークとを有するプロセスプラントの管理方法であって、前記プロセスコントロールネットワークが、プロセッサと、ディスプレイとメモリとを有するコンピュータを含んでいる方法であって、

前記複数の機器の空間的レイアウトに関する情報を前記メモリに記憶するステップと、
前記プロセスコントロールネットワークと関連する複数のデバイスの構成に関する情報を前記メモリに記憶するステップと、

前記複数のデバイスをコントロールするように適合された複数の機能ブロックを前記メモリに記憶するステップと、

前記複数の機器の前記空間的レイアウトを前記ディスプレイに呈示するステップと、
前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記複数の機能ブロックを前記ディスプレイに呈示するステップとを備えているプロセスプラントの管理方法。

10

【請求項 2】

前記複数の機器の前記空間的レイアウトを呈示するステップがさらに、前記複数の機器の前記空間的レイアウトを 3 次元グラフィックで呈示するステップを備えている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記プロセスコントロールネットワークと関連した前記複数のデバイスからプロセス情報を取得するステップと、

前記複数の機能ブロックに関連する前記プロセス情報を前記ディスプレイに呈示するステップとをさらに備えている、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記複数のデバイスからプロセス情報を取得するステップがさらに、前記複数のデバイスに関するプロセスシミュレーション情報を取得するステップを備えている、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

ユーザが、前記複数の機能ブロックのうちの少なくとも 1 つに関するパラメータの値を変更できるようにするステップと、

前記パラメータの前記変更された値に応答して前記プロセスシミュレーション情報を生成するステップと、

前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記プロセスシミュレーション情報を呈示するステップとをさらに備えている、請求項 4 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記複数のデバイスから前記プロセス情報を取得するステップがさらに、(1) 前記複数のデバイスに関する質量バランス、(2) 前記複数のデバイスに関するエネルギーバランス、(3) 前記複数のデバイスに関するカスタム算出、および(4) 前記複数のデバイスに関する組成算出のうちの少なくとも 1 つを取得するステップを備えている、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記複数のデバイスを表す複数のグラフィック要素を含むインストラクター層グラフィックを前記メモリに記憶するステップと、

前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記インストラクター層グラフィックを前記ディスプレイに提示するステップとをさらに備えている、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記インストラクター層グラフィックが、(1) オンラインプロセスコントロール環境、および(2) オフラインプロセスコントロール環境のうちの少なくとも 1 つに呈示される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

50

前記インストラクター層グラフィックの前記オフラインプロセスコントロール環境呈示によってユーザが、前記複数のグラフィック要素のうち少なくとも1つに関するパラメータを変更することができるようになる、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

ユーザが前記インストラクターレベルグラフィックを修正できるようにするグラフィックディスプレイエディターを提供するステップをさらに備えている、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

前記グラフィックディスプレイエディターが、(1)算出/コントロールパレット、(2)特性/測定パレット、(3)アクチュエーターパレット、(4)処理パレット、および(5)カスタムパレットのうち少なくとも1つを含む複数のディスプレイパレットを提供する、請求項10に記載の方法。

10

【請求項12】

前記複数のデバイスの性能を監視するステップと、
前記複数のデバイスの前記性能に関する性能統計を生成するステップと、
前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記性能統計を呈示するステップとをさらに備えている、請求項3に記載の方法。

【請求項13】

前記複数のデバイスからの前記プロセス情報を呈示するステップがさらに、前記複数のデバイスからの前記プロセス情報をハンドヘルドデバイスに呈示するステップを備えている、請求項3に記載の方法。

20

【請求項14】

前記ハンドヘルドデバイスが前記プロセスコントロールネットワークに無線接続されている、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記ハンドヘルドデバイスの位置を提供する地理的位置決めデータを生成するステップと、

前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記ハンドヘルドデバイスの位置を表示するステップとをさらに備えている、請求項13に記載の方法。

【請求項16】

前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連するプロセスシミュレーションを提供するステップであって、前記プロセスシミュレーションが複数のプロセスブロックを含んでいるステップと、

30

前記複数のプロセスブロックの各々を複数のプロセスグラフィック要素のうちの一つに関連付けるステップとをさらに備えている、請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記プロセスブロックが入力/出力接続を含んでおり、前記入力/出力接続の各々が、(1)接続品質、(2)質量流、(3)圧力、(4)温度、(5)比熱および(6)密度のうち少なくとも一つを含む多数の関連パラメータを有している、請求項16に記載の方法。

40

【請求項18】

複数の機器とプロセスコントロールネットワークとを有するプロセスプラントの管理システムであって、前記システムが

複数のプロセスコントロールデバイスと、

前記複数のプロセスコントロールデバイスに通信可能に接続されているコンピュータとを備えており、前記コンピュータが

プロセッサと、

ディスプレイと、

メモリであって、

前記複数の機器の空間的レイアウトに関する情報と、

50

前記プロセスコントロールネットワークと関連した前記複数のプロセスコントロールデバイスの構成に関する情報と、

前記複数のプロセスコントロールデバイスをコントロールするように適合されている複数の機能ブロックと、

前記複数の機器の前記空間的レイアウトを前記ディスプレイに呈示し、かつ前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記複数の機能ブロックを呈示するために前記プロセッサ上で操作されるように適合されているコンピュータプログラムコードとを記憶するように適合されているメモリと、を備えているシステム。

【請求項 19】

前記コンピュータプログラムコードがさらに、前記複数のデバイスからプロセス情報を取得し、かつ前記複数の機能ブロックに関連する前記プロセス情報を呈示するように適合されている、請求項 18 に記載のシステム。

10

【請求項 20】

前記コンピュータプログラムコードがさらに、前記複数のプロセスコントロールデバイスに関するプロセスシミュレーション情報を提供するように適合されている、請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 21】

前記メモリがさらに、前記複数のプロセスコントロールデバイスを表す複数のグラフィック要素を含むインストラクター層グラフィックを記憶するように適合されており、

前記コンピュータプログラムコードがさらに、

20

ユーザがインストラクターレベル特権を有しているか否かを判断し、

前記ユーザに、前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記インストラクター層グラフィックを提示するように適合されている、請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 22】

前記メモリがさらに、ユーザが前記インストラクターレベルグラフィックを修正できるように適合されているグラフィックディスプレイエディターを記憶するように適合されている、請求項 21 に記載のシステム。

【請求項 23】

前記グラフィックディスプレイエディターがさらに、(1)算出/コントロールパレット、(2)特性/測定パレット、(3)アクチュエーターパレット、(4)処理パレットおよび(5)カスタムパレットのうち少なくとも1つを含む複数のディスプレイパレットを提供するように適合されている、請求項 22 に記載のシステム。

30

【請求項 24】

前記コンピュータが前記プロセスコントロールネットワークに無線接続されているハンドヘルドデバイスである、請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記複数のプロセスコントロールデバイスに関連する前記ハンドヘルドデバイスの地理的位置を提供するように適合されている地理的位置決めデバイスをさらに備えている、請求項 24 に記載のシステム。

【請求項 26】

40

前記地理的位置決めデバイスがさらに、前記施設の前記空間的レイアウトに関連する前記ハンドヘルドデバイスの地理的位置を前記ディスプレイに呈示するように適合されている、請求項 25 に記載のシステム。

【請求項 27】

プロセスプラントを管理するためのプロセスコントロールネットワークであって、複数のプロセスコントロールデバイスと、

(1)前記プロセスプラント内の複数の機器の空間的レイアウトと、(2)前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する複数の機能ブロックであって、前記複数の機能ブロックの各々が前記複数のプロセスコントロールデバイスのうちの1つ以上をコントロールする複数の機能ブロックと、(3)前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する

50

前記複数のコントロールデバイスのうちの少なくとも1つによって生成されたプロセス情報とを呈示するように適合されているハンドヘルドデバイスとを備えているプロセスコントロールネットワーク。

【請求項28】

前記複数のプロセスコントロールデバイスのうちの少なくとも1つに関連する前記ハンドヘルドデバイスの地理的位置を提供するように適合されている地理的位置決め装置をさらに備えている、請求項27に記載のプロセスコントロールネットワーク。

【請求項29】

前記地理的位置決め装置がさらに、前記ハンドヘルドデバイスの地理的位置と、前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記複数のプロセスコントロールデバイスのうちの少なくとも1つの前記地理的位置とを呈示するように適合されている、請求項28に記載のプロセスコントロールネットワーク。

10

【請求項30】

ユーザが、前記複数の機能ブロックのうちの少なくとも1つに関するパラメータの値を変更し、前記変更された値に応答してプロセスシミュレーション情報を生成し、前記複数の機器の前記空間的レイアウトに関連する前記プロセスシミュレーション情報を呈示することができるように適合されているプロセスシミュレーターをさらに備えている、請求項27に記載のプロセスコントロールネットワーク。

【請求項31】

ユーザが、前記複数の機能ブロックの前記呈示を修正し、入力/出力パラメータを前記複数の機能ブロックに添付できるように適合されているグラフィックディスプレイエディターをさらに備えている、請求項30に記載のプロセスコントロールネットワーク。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概してプロセスコントロールネットワークに、より具体的にはプロセスコントロールネットワークの構成および管理に関する。

【背景技術】

【0002】

化学、石油および他の製造および精製プロセスなどの大規模プロセスは、施設内の種々の場所に配置された多数のフィールドデバイスを含んでおり、プロセスパラメータを測定およびコントロールすることによってプロセスのコントロールを実行する。これらのデバイスは例えば、温度、圧力および流量センサーなどのセンサー、ならびにバルブおよびスイッチなどのコントロール要素であってもよい。歴史的に、プロセスコントロール産業は、プロセス内の測定およびコントロールフィールドデバイスを操作するために、レベルおよび圧力ゲージを手動で読み取ったり、バルブホイールを回したりするなどの手動の操作を用いていた。

30

【0003】

現在、プロセスのコントロールはしばしば、コマンドおよびデータをハードウェアデバイスに対して送受信して、プロセスの特定の態様またはプロセス全体を全体的にコントロールすることによってプロセスを監視するマイクロプロセッサベースコントローラ、コンピュータまたはワークステーションを使用して実行される。これらのマイクロプロセッサ、コンピュータまたはワークステーションにおいてソフトウェアプログラムによって実現される具体的なプロセスコントロール機能は、ハードウェアの修正を必要とせず、プログラミングによって個々に設計、修正または変更されてもよい。例えば、エンジニアはプログラムを書き込んで、コントローラにタンクのレベルセンサーから流体レベルを読み取らせ、このタンクレベルを所定の所望レベルと比較させ、読み取ったレベルが所定の所望レベルより低いか高いかに基づいて供給バルブを開閉させてもよい。パラメータは、プロセスの選択されたビューを表示して、選択されたビューを使用してプログラムを修正することによって容易に変更される。エンジニアは一般的に、プロセスのエンジニアのビュー

40

50

を表示および修正することによってパラメータを変更する。

【0004】

コントローラや、コンピュータやワークステーションは、集中的、かつしばしば複雑なコントロールスキームを記憶および実現して、全コントロールスキームに従ってプロセスパラメータの測定およびコントロールを実行する。しかしながら、通常、実現されるコントロールスキームはフィールドデバイス製造者の専売特許であるため、プロセスコントロールシステムが拡張、アップグレード、再プログラミングおよび/またはサービス提供するのが困難かつ高価であり、これはフィールドデバイスプロバイダーが、これらのアクティビティのいずれかを実行する一体的な方法に関与するようになるはずであるからである。さらに、使用または相互接続可能な機器は、フィールドデバイスの専売特許的性質と、特定のデバイスや、他の販売者によって製造されたデバイスの機能をプロバイダーがサポートしていない場合がある状況とによって制限されることがある。

10

【0005】

独占的なフィールドデバイスの使用に固有の問題の一部を克服するために、プロセスコントロール産業は、例えばHART(商標)、DE、PROFIBUS(商標)、WORLDFIP(商標)、LONWORKS(商標)、Device-Net(商標)およびCANプロトコルを含む多数の標準オープン通信プロトコルを開発してきた。これらの標準プロトコルによって異なる製造業者によって製作されたフィールドデバイスは、同一のプロセスコントロール環境内で一緒に使用可能になる。理論的には、これらのプロトコルのうちの1つに準拠する任意のフィールドデバイスは、フィールドデバイスが異なる製造業者によって製作されたとしても、プロセス内で使用されて、プロトコルをサポートするプロセスコントロールシステムや他のコントローラと通信し、これによってコントロールされることが可能である。

20

【0006】

コントロール機能を実現するために、各プロセスコントロールデバイスは、1つ以上の基本的なコントロール機能を実行する能力、ならびに標準的なオープンプロトコルを使用して他のプロセスコントロールデバイスと通信する能力を有するマイクロプロセッサを含んでいる。このように、異なるエンジニアによって製作されたフィールドデバイス、およびマイクロプロセッサベースのコントローラやコンピュータがプロセスコントロール機能を実行する。

30

【0007】

プロセスコントロール環境において機能を実行、監視、コントロールおよびフィードバックするシステムは一般的に、Basic、FortranまたはCなどのハイレベルコンピュータプログラミング言語で書かれ、かつコンピュータやコントローラ上で実行されるソフトウェアによって実現される。これらのハイレベル言語は、プロセスコントロールプログラミングに対しては効果的であるが、通常は、プロセスエンジニア、メンテナンスエンジニア、コントロールエンジニア、オペレータおよびスーパーバイザーによって使用されず、また理解もされない。連続的な機能ブロックおよびはしご理論などのハイレベルグラフィックディスプレイ言語は、このような人員のために開発されてきた。従って、エンジニア、メンテナンス要員、オペレータ、研究員などの各々は、自らの責務に関してシステムを閲覧することができるプロセスコントロールシステムの要素のグラフィックビューを必要としている。

40

【0008】

プロセスコントロールシステムの要素のグラフィックビューは、施設の空間的レイアウトに関係なく提供され、またデバイスおよび機能の論理的接続を示すにすぎない。例えば、プロセスコントロールプログラムはFortranで書かれ、2つの入力を必要とし、この入力の平均を算出し、この2つの入力の平均に等しい出力値を生成してもよい。このプログラムはAVERAGE機能と称されてもよく、コントロールエンジニアに対するグラフィックディスプレイによって呼び出されて、参照されてもよい。通常のグラフィックディスプレイは、2つの入力と、1つの出力と、ブロックをAVERAGEと示すラベル

50

とを有する矩形ブロックからなってもよい。異なるプログラムが、同一機能のグラフィック表示をオペレータに対して作成して、平均値を閲覧するのに使用されてもよい。システムがカスタマーに配信される前に、これらのソフトウェアプログラムは所定のユーザが選択可能な特徴のライブラリーに配置される。プログラムは機能ブロックによって識別される。ユーザは、完全に新しいFortranのプログラムを開発しなければならないというのではなく、プロセスコントロールソリューションを論理的に定義する際に使用するためにライブラリーから複数の機能ブロックのうちの一つを選択することによって、機能呼び出して、矩形ボックスによって示されている所定のグラフィック表示を選択して、オペレータやエンジニアなどに対して異なるビューを作成してもよい。例えば、製造業者はプロセスコントロールループ内で相互接続されて、相互に通信し、1つ以上のプロセスコントロール機能やコントロールループを実行することが可能である。異なる製造業者によって製作されたデバイスが相互作用して標準バスを介して相互に通信してプロセス内の集中コントロールを実行できるようにするオープン通信プロトコルの別の例は、Fieldbus FoundationによるFOUNDATION Fieldbusプロトコル(以下、「Fieldbusプロトコル」)である。Fieldbusプロトコルは完全デジタル2線ループプロトコルである。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

これらのプロトコルを使用する場合、プロセスコントロールシステムやネットワークの設計と関連した課題は、種々のプロトコルコントロールデバイスの実際の物理的レイアウトおよび相互接続に関する。具体的には、これらのプロトコルの各々は、プロセスコントロールシステムが標準に準拠するように動作しなければならない物理的特徴の値の制約について説明している。これらの制約は、通信セクション全体の電圧低下、スプール長、ケーブル全長、全電流引き込み、および特定のハブ上のプロセスコントロールデバイスの総数を含んでいる。導管、パイプ、ポンプ、モーターおよびバルブならびにコントローラおよびオペレータステーションの物理的配置もまた、プロセスコントロールシステムやネットワークを構成する際に考慮しなければならない制約について説明している。これらの制約の相互関連性は重要であり、制約の値に基づいて可変的である。プロセスコントロールシステムやネットワークが構成されて使用されると、システムの管理は、多くの精製および製造施設の複雑さゆえに面倒であることがある。

20

30

【0010】

コントロールプロセスの実行に加えて、ソフトウェアプログラムもまたプロセスのビューを監視および表示して、特定のプロセスのステータスに関するオペレータのディスプレイやビューの形態でフィードバックを提供する。監視ソフトウェアプログラムもまた、問題が生じるとアラームを知らせる。問題が生じた場合に命令や提案をオペレータに表示するプログラムもある。コントロールプロセスを担っているオペレータは自分の立場からプロセスを閲覧して、問題を迅速に訂正する必要がある。ディスプレイやコンソールは通常、プロセスコントロール機能を実行するマイクロプロセッサベースコントローラやコンピュータと、オペレータとの間のインターフェースとして提供される。

40

【0011】

各々が関連機能ブロックによって設計されている1グループの標準機能がコントロールライブラリーに記憶されてもよい。このようなライブラリーを備えている設計者は、特定のタスクを実行するための矩形ボックスによって表された機能ブロックによって選択された種々の機能や要素をコンピュータディスプレイスクリーン上で論理的に相互接続することによって、プロセスコントロールソリューションを設計することができる。マイクロプロセッサやコンピュータは、機能ブロックによって定義された機能や要素の各々を、ライブラリーに記憶されている所定のテンプレートに関連付けており、また設計者が所望の相互接続に従ってプログラム機能や要素の各々を相互に関連付ける。設計者は、精製や製造施設の空間寸法に設計を相関させることなく、所定の機能の論理ビューを使用してプロセ

50

スコントロールプログラム全体を設計する。

【0012】

提供されているグラフィックビューと関連した課題は、論理接続のみが示されることである。現在、施設の物理的レイアウトはプロセスコントロールシステムの構成に関連しておらず、システムの管理時に参照することができない。プロセスコントロールシステムを構成する場合、空間情報はマニュアルで測定されて、ツールに入力されなければならない。プロセスコントロールシステムを管理する場合、デバイスおよびコントローラの物理的配置はマニュアルで判断されなければならない、しばしば、問題を補正したり、プロセスコントロールシステムを管理したりするのに必要な時間がかかることになる。

【0013】

施設の物理的レイアウトを考慮し、かつシステムのオペレータがプロセスコントロールデバイスおよびコントローラの空間的配置に迅速にアクセスできるようにするプロセスコントロールシステムを構成する方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、施設の空間情報を使用して、該施設内に含まれているプロセスコントロールシステムを構成および管理することを目的としている。該プロセスコントロールシステムは標準プロトコルに準拠してもよい。このようなシステムは好都合なことに、該システムの物理的特徴が標準に準拠することを保証しつつ、プロセスコントロールシステムの効率的な設計および使用を可能にする。加えて、このようなシステムはまた、好都合なことに、より効率的な診断、オンラインデバッグ、アラーム管理およびデバイスメンテナンスを提供する。

【0015】

該ツールは任意に、該施設の該空間的レイアウトに適用される該プロセスコントロールネットワークのレイアウトの自動生成を提供してもよい。別の実施形態では、該ツールは、該施設の該物理的レイアウトに適用されている該プロセスコントロールネットワークのレイアウトを分析して、該ネットワークの該レイアウトが、Fieldbusプロトコルなどの標準プロトコルの基準に準拠していることを保証するのに使用される。該ツールは任意に、ネットワークにおけるアクティブアラームを示すためにデバイス表示を点滅させてもよい。

【0016】

別の実施形態では、該プロセスコントロールネットワークはまず論理接続を使用して構成されて、後に、該構成は該施設の該空間的レイアウトに適用されて、該ネットワークレイアウトに適用された該空間情報を使用して該プロセスコントロールネットワークを管理するために使用される。

【0017】

別の実施形態では、プロセスコントロール構成および管理システムは、該プロセスコントロールシステムが実現されている施設の空間的レイアウトに関連する複数のデバイスを表す複数の機能ブロックを提供する。該構成および管理システムはまた、該施設の該空間的レイアウトに関連する該複数のデバイスの各々に関するプロセスコントロール情報およびプロセスシミュレーション情報を提供する。このシステムを使用して、ユーザは該機能ブロックに関する1つ以上のパラメータを変更して、該施設の該空間的レイアウトに関連する該機能ブロックに関するシミュレーション情報を生成および閲覧してもよい。

【0018】

さらに別の実施形態では、該構成および管理システムは、該施設の該空間的レイアウトに関連する該種々のデバイスに関する地理的位置決めデータを提供してもよい。別の実施形態では、該構成および管理システムは該施設の該空間的レイアウトと、種々のデバイスに関する該プロセスコントロール情報と、種々のデバイスに関するプロセスシミュレーション情報とを、3次元フォーマットおよび/またはハンドヘルドデバイスで提供してもよい。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0019】

本発明の効果の一例として、本発明のツールは、アナログのみまたはアナログおよびデジタル双方の通信をサポートする2線バスおよびプロトコル以外に依存するプロトコルを含む、他のタイプのフィールドデバイスおよび通信プロトコルを含むプロセスコントロールシステムと併用可能である。従って、例えば、本発明のツールは、既に存在しているか、将来開発されるかもしれないHARTやPROFIBUSなどの通信プロトコルや他の通信プロトコルを使用して通信する任意のプロセスコントロールシステムで使用可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0020】

本開示の他の適用は、添付の図面と関連して以下の説明を読む場合に当業者に明らかになる。

【0021】

本発明はより理解されて、この多数の目的、特徴および利点は、添付の図面を参照して当業者によってなされたものである。

【0022】

プロセスコントロール環境100が図1Aに示されており、デジタルコントロールシステムやプロセスコントローラなどを実現するためのコントロール環境を示している。プロセスコントロール環境100は、種々のワークステーションと複数のコントローラ/マルチプレクサ110間でデータおよびコントロール信号を転送および受信するためのローカルエリアネットワーク(「LAN」)108や他の既知の通信リンクによって電氣的に相互接続されているオペレータワークステーション102と、ラボワークステーション104とエンジニアリングワークステーション106とを含んでいる。ワークステーション102、104および106は例えば、IBM準拠アーキテクチャに従うコンピュータである。ワークステーション102、104および106は、ワークステーションおよび複数のプロセス112間を電氣的にインタフェース接続する複数のコントローラ/マルチプレクサ110にLAN108によって接続されているものとして示されている。複数の種々の実施形態において、LAN108はコントローラ/マルチプレクサ110に直接接続されている単一のワークステーションを含んでおり、あるいはまた、プロセスコントロール環境100の目的および要件に応じて複数のワークステーション、例えば3つのワークステーション102、104および106と多数のコントローラ/マルチプレクサ110とを含んでいる。一部の実施形態では、単一のプロセスコントローラ/マルチプレクサ110は複数の異なるプロセス112をコントロールし、あるいはまた単一のプロセスの一部をコントロールする。

20

30

【0023】

プロセスコントロール環境100において、プロセスコントロール戦略が、ソフトウェアコントロールソリューションをエンジニアリングワークステーション106に作成することによって、例えばこのソリューションをLAN108を介してオペレータワークステーション102、ラボワークステーション104およびコントローラ/マルチプレクサ110に転送して実行することによって展開される。オペレータワークステーション102はインタフェースディスプレイを、コントローラ/マルチプレクサ110で実現されるコントロール/モニター戦略に供給して、コントローラ/マルチプレクサ110のうちの1つ以上に通信して、プロセス112を閲覧し、設計されたソリューションの要件に従ってコントロール属性値を変更する。プロセス112は、スマートフィールドデバイスや従来の(非スマート)フィールドデバイスであってもよい1つ以上のフィールドデバイスから形成される。

40

【0024】

加えて、オペレータワークステーション102はビジュアルおよびオーディオフィードバックを、コントロールされたプロセス112のステータスおよび条件に関してオペレー

50

タに通信する。エンジニアリングワークステーション106はプロセッサ116と、ディスプレイ115と、キーボードおよびライトペンなどの1つ以上の入力/出力またはユーザインタフェースデバイス118とを含んでいる。ワークステーションはまた、揮発性および不揮発性メモリの両方を含むメモリ117を含んでいる。メモリ117は、プロセスコントロール環境100のコントロール動作および機能を実現するためにプロセッサ116上で実行するコントロールプログラムを含んでいる。メモリ117はまた(コントロールスタジオツールとも称される)構成および管理ツール120を含んでいる。プロセスコントロール環境100内のオペレータワークステーション102および他のワークステーション(図示せず)は、ディスプレイ(図示せず)およびユーザインタフェースデバイス(図示せず)に電氣的に接続されて、ユーザとプロセッサ間の相互作用を可能にする少なくとも1つの中央演算処理装置(図示せず)を含んでいる。

10

【0025】

ツール120は、プロセスコントロールネットワークを構成して、プロセスコントロールネットワークが所望の標準プロトコル、例えばFieldbusプロトコルに対応することを保証するために使用される。ツール120はまた、プロセスコントロールネットワークの管理時により効率的なトラブルシューティングおよびメンテナンスを提供するために使用されてもよい。ツール120は好ましくは、メモリ117に記憶されているソフトウェアであるが、コンピュータ可読媒体に含まれてもよく、エンジニアリングワークステーション106のプロセッサ116によって実行される。コンピュータ可読媒体はフロッピー(登録商標)ディスク、CDROM、あるいはソフトウェアが記憶可能な任意のタイプの媒体であってもよい。ツール120は、プロセス112の論理接続のみを示してもよく、あるいは精製または製造施設のレイアウトの空間特徴を組み込む物理的接続を含んでもよい、エンジニアリングワークステーション106のディスプレイ115上に提供されるスクリーン表示を可能にする。

20

【0026】

本発明のツールが、Fieldbusデバイスを使用するプロセスコントロールシステムに関連して詳細に説明されているが、本発明のツールは、アナログのみまたはアナログおよびデジタル双方の通信をサポートする2線バスおよびプロトコル以外に依存するプロトコルを含む、他のタイプのフィールドデバイスおよび通信プロトコルを含むプロセスコントロールシステムと併用可能である点に注目すべきである。従って、例えば、本発明のツールは、既に存在しているか、将来開発されるかもしれないHARTやPROFIBUSなどの通信プロトコルや他の通信プロトコルを使用して通信する任意のプロセスコントロールシステムで使用可能である。

30

【0027】

このプロトコルに従って構成されたFieldbusプロトコルのフィールドデバイスについての一般的説明、Fieldbusプロトコルを実現するプロセスコントロール環境で通信が生じる方法、およびFieldbusプロトコルで必要とされる値の例示的制約が提供される。しかしながら、Fieldbusプロトコルは当業界で既知であり、とりわけAustin, Texasにある非営利組織Fieldbus Foundationから公開、配信されかつ使用可能な多数の記事、パウチャーおよび仕様書に詳細に説明されている点が理解されるべきである。とりわけ、Fieldbusプロトコルで必要とされる値の制約を含むFieldbusプロトコルは「Wiring and Installation 31.25 Kbits/sec. Voltage Mode Wire Medium Application Guide」Foundation Fieldbus, 1996に詳細に説明されている。

40

【0028】

一般的に、Fieldbusプロトコルは、器具類やプロセスコントロール環境内に含まれているセンサー、アクチュエーター、コントローラ、バルブなどのプロセスコントロール機器を相互接続する2線ループまたはバスへの標準的な物理的インタフェースを提供するデジタルのシリアル2線通信プロトコルである。Fieldbusプロトコルは実

50

際、プロセス内のフィールド器具（フィールドデバイス）用のローカルエリアネットワークを提供しており、これによってこれらのデバイスは、プロセス全体に分散された場所でコントロール機能を実行して、コントロール戦略全体を実現するこれらのコントロール機能の実行の前後に相互に通信することができる。Fieldbusプロトコルによってコントロール機能はプロセスコントロールネットワーク全体に分散可能であるため、プロトコルは集中プロセスコントローラの複雑性を削減したり、この必要性を全体的に排除したりする。しかしながら、システムの分散性質は、システムを管理して、システムをトラブルシューティングおよび管理する際の問題のデバイスの物理的位置を判断する場合の複雑さを増す。

【0029】

Fieldbusプロトコルは、デバイス記述および機能ブロックを介して通信することによって、フィールドデバイスおよびプロセスコントロールシステム全体の管理を可能にする。フィールドデバイスは、デバイスの性能および状態を監視するプロセッサを有する送信機およびバルブなどのフィールド器具である。デバイス記述は、このデバイスのドライバに類似している。フィールドデバイスについて、デバイス記述は較正手順と、パラメータ手順と、コントロールシステムがフィールドデバイスと通信するのに必要な情報とを含んでいる。フィールドデバイスはコントロールシステムに標準動作パラメータを通知し、これは自己診断的であり、また器具などのデバイスの問題を較正からコントロールシステムに報告することができる。各フィールドデバイスは一意の物理的デバイスタグおよび対応するネットワークアドレスを有している。

10

20

【0030】

フィールドデバイスを管理するために、ポートおよび通信統計を取得する、フィールドデバイスのステータスを取得する、リソース構成およびパラメータを閲覧および変更する、フィールドデバイスのマスターリセットや自己テストを開始する、センサーのステータスを表示する、およびセンサーを上、下およびゼロトリムに変更することを含む多くのタイプの通信が使用可能である。空間情報に上記管理通信を提供することによって、プロセスコントロールシステムの管理特徴はより効率的になり、より使用しやすくなる。

【0031】

図1Bを参照すると、Fieldbusプロトコルに準拠する図1Aのプロセスコントロールネットワーク100のコントローラ/マルチプレクサおよびプロセス部分が示されている。ネットワークは、バス142を介して、複数のフィールドデバイスからなる1つ以上のプロセス112に結合されているコントローラ/マルチプレクサ110を含んでいる。バス142は、対応する長さならびに他の特徴を有する複数のセクションやセグメントを含んでいる。バス142はまた、しばしば「れんが（bricks）」と称される1つ以上のジャンクションボックス144（JB1、JB2、JB3）を含んでもよい。各ジャンクションボックス144は1つ以上のバスデバイス146およびバス142に結合されてもよい。コントローラ/マルチプレクサ110はまた少なくとも1つの電源148に結合される。図1bに示されているネットワークは例示にすぎず、プロセスコントロールネットワークがFieldbusプロトコルを使用して構成可能な多数の方法がある。

30

【0032】

プロセスコントロールネットワーク100は、特定の通信セクションのスプール長、バスの全長、特定のジャンクションボックスに結合されているプロセスコントロールデバイスの総数、および精製または製造施設のレイアウトに対するコントローラおよびデバイスの物理的配置などの多数の空間的特徴を含んでいる。これらの空間的特徴は、施設の物理的レイアウトに関する空間情報を使用して、システムの構成時に自動的に測定および算出されてもよい。プロセスコントロールネットワーク100はまた、通信セクション全体の電圧低下、セグメントの全電流引き込み、およびシステムにおけるデバイスタイプなどの多数の非空間的特徴を含んでいる。これらの非空間的特徴は、システムを構成する際にユーザによって提供される。ツール120はこれらの特徴を分析して、プロセスコントロールネットワークが所望の標準プロトコルに対応しているか否かを判断する。

40

50

【 0 0 3 3 】

プロセスコントロールシステムの構成が完成されると、施設におけるシステムの空間的レイアウトを定義するデータを含むツール 1 2 0 が、ワークステーション 1 0 2、1 0 4 または 1 0 6 のいずれかを使用してプロセスコントロールシステムを管理するために使用可能である。プロセスコントロールシステムを管理する機能は、診断、オンラインデバッグ、アラームモニタリングおよびデバイスメンテナンスなどの機能を含んでいる。診断およびアラームモニタリング時に、バルブや他のデバイスが故障した場合、ディスプレイデバイスのスクリーン上のデバイスの表示が施設の空間ビューで点滅して、発見が容易である。デバイスのタグ名ならびにデバイスの空間的位置は、バルブや他のデバイスを識別するために使用可能である。オンラインデバッグ時に、機能ブロックにおけるコネクタおよび属性の値は施設の空間ビューに示されることが可能であり、これによってユーザはシステムの現在の条件をより容易に確認することができる。デバイスメンテナンス時には、空間ビューにおいてデバイスを選択することによって、電流レートや最近のメンテナンス記録などの、デバイスに関する現在の条件および情報が取得可能である。

10

【 0 0 3 4 】

プロセスコントロール環境 1 0 0 は、図 2 に示されている構成モデルまたは構成実装 2 1 0 と、管理またはランタイムモデルの実装 2 2 0 で存在する。構成実装 2 1 0 では、プロセスコントロール環境 1 0 0 内のコンポーネントデバイス、オブジェクト、相互接続および相互関連性が定義されて、施設の物理的レイアウトに関する空間情報に関連している。ランタイム実装 2 2 0 において、種々のコンポーネントデバイス、オブジェクト、相互接続および相互関連性の操作が実行される。構成実装 2 1 0 およびランタイム実装 2 2 0 は A S C I I ベースダウンロード言語によって相互接続されている。ダウンロード言語は、ユーザによって供給された定義に従ってシステムオブジェクトを作成し、また供給された定義からインスタンスを作成する。定義のダウンロードに加えて、ダウンロード言語はまたインスタンスおよびインスタンス値をアップロードする。構成実装 2 1 0 は、インストール手順を使用してランタイム実装 2 2 0 を実行するために起動される。

20

【 0 0 3 5 】

プロセスコントロール環境 1 0 0 は複数のサブシステムを含んでおり、このサブシステムのうちのいくつかは構成およびランタイム実装の両方を有している。例えば、プロセスグラフィックサブシステム 2 3 0 は、プロセスコントロール環境 1 0 0 のアーキテクチャにインタフェース接続しているユーザ定義ビューおよびオペレータを供給する。プロセスグラフィックサブシステム 2 3 0 はプロセスグラフィックエディター 2 3 2 と、構成実装 2 1 0 の一部と、プロセスグラフィックビューアー 2 3 4 と、ランタイム実装 2 2 0 の一部とを有している。プロセスグラフィックエディター 2 3 2 は、ダウンロード言語のインターサブシステムインタフェース 2 3 6 によってプロセスグラフィックビューアー 2 3 4 に接続されている。プロセスコントロール環境 1 0 0 はまた、コントロールモジュールおよび機器モジュールを定義 / モジュールエディター 2 4 2 に構成およびインストールし、かつコントロールモジュールおよび機器モジュールをランタイムコントローラ 2 4 4 で実行するコントロールサブシステム 2 4 0 を含んでいる。定義 / モジュールエディター 2 4 2 は構成実装 2 1 0 内で作動し、ランタイムコントローラ 2 4 4 はランタイム実装 2 2 0 内で作動して連続的なシーケンスコントロール機能を供給する。定義 / モジュールエディター 2 4 2 は、ダウンロード言語のインターサブシステムインタフェース 2 4 6 によってランタイムコントローラ 2 4 4 に接続されている。複数のサブシステムはサブシステムインタフェース 2 5 0 によって相互接続される。

30

40

【 0 0 3 6 】

構成実装 2 1 0 およびランタイム実装 2 2 0 はマスターデータベース 2 6 0 にインタフェース接続して、共通のデータ構造へのアクセスをサポートする。種々のローカル (非マスター) データベース 2 6 2 はマスターデータベース 2 6 0 にインタフェース接続して、例えばユーザによって命令されるように構成データをマスターデータベース 2 6 0 からローカルデータベース 2 6 2 に転送する。マスターデータベース 2 6 0 の一部は永続データ

50

ベース 270 である。永続データベース 270 は、時間を越えることによって、データベースの作成者がもはや存在しなくなった後も存在し続け、また空間を越えることによってデータベースが、データベースが作成されたアドレス空間とは異なるアドレス空間に対して除去可能なオブジェクトである。構成実装 210 全体が永続データベース 270 に記憶されている。

【0037】

ランタイム実装 220 は永続データベース 270 およびローカルデータベース 262 にインタフェース接続して、構成実装 210 によって形成されたデータ構造にアクセスする。とりわけ、ランタイム実装 220 は、ローカルデータベース 262 および永続データベース 270 から選択された機器モジュールおよびディスプレイなどを取り出す。ランタイム実装 220 は他のサブシステムにインタフェース接続して定義をインストールすることによって、定義がすでに存在していない場合にインスタンス作成するために使用されるオブジェクトをインストールして、ランタイムインスタンスをインスタンス作成して、また種々のソースから宛先オブジェクトに情報を転送することができる。

【0038】

図 3 を参照すると、ツール 120 の動作を示すフロー図が示されている。ツール 120 の異なるステップは、WINDOWS (登録商標)オペレーティングシステムで実行する種々のプログラムに存在するような「Wizard」機能性に従って作動する。各ステップが完了した後、ユーザは「次へ」ボタンなどを起動することによって次のステップに移行する。ユーザが進みたくない場合は、ユーザは、「終了」ボタンなどを起動することによってツールを終了することができる。

【0039】

ステップ 310 では、ユーザはツールに、プロセスコントロールネットワークの非空間的特徴に関する情報を提供する。この情報は、カスタマー、使用されているデバイス、校正データ、タグ名、ケーブルタイプ、電源特徴およびカード、セグメント、およびジャンクション構成情報などの情報を含んでいる。カスタマー情報はカスタマーの名前、会社の名前、ネットワークがある施設の場所、ツールを提供する代表者の名前、および代表者への連絡員の名前を含んでもよい。カード構成情報はユーザに、使用されているカードのタイプと、プロセスコントロールネットワーク 100 を分析するのに使用される操作についての情報を提供してもよい。セグメント構成情報は、電源の電圧と、(ケーブル内で使用されるワイヤのゲージならびにケーブルの特徴に関する情報を含む)ケーブルタイプとを含んでもよい。ジャンクション構成情報は、スプールケーブルタイプと、ジャンクションボックスに結合されている器具のタイプとを含む、ジャンクションに結合されているデバイスと、ジャンクションへの結合の構成方法とに関する情報を含んでもよい。好ましい実施形態では、器具は Fieldbus プロトコルに準拠するデバイスである。ユーザは任意で、識別タグを器具に割り当ててもよい。

【0040】

カードを構成するために、ユーザは使用可能なコントローラカードのリストからコントローラカードを選択する。カードが選択されると、選択されたコントローラカードについての適切な情報がツールに提供可能である。本質的には、コントローラカードを選択することによって、ユーザはネットワークのセグメントを構成する。好ましい実施形態では、各コントローラカードは 2 つのセグメントをコントロールすることがある。しかしながら、コントローラカードに応じて、多少のセグメントがコントローラカードにコントロールされてもよい。セグメントが構成されている間、ユーザは、ツール 120 に提供されている情報の概要にアクセスしてもよい。

【0041】

ステップ 320 において、ユーザは、施設に関する空間情報をツールに提供する。とりわけ、フロア平面サイズ、器具のタイプ、サイズおよび場所、およびワイヤフレーム表示を含む施設の物理的レイアウトが提供される。この情報はユーザによってツールに提供されたり、3D ツールキット、例えば TGS の Open Inventor などの別のツ

10

20

30

40

50

ールからインポートされたりしてもよい。

【0042】

ステップ330では、機能ブロックが作成および起動される。Fieldbusプロトコルにおいて、機能ブロックはシステム挙動のコントロールを提供し、較正手順、パラメータ手順および通信手順などの機能を含むことができる。各Fieldbusデバイスは複数の機能ブロックを有することがある。ブロックの配列および相互接続がFieldbusデバイスの機能を決定する。

【0043】

ステップ340において、プロセスコントロールシステムの物理的レイアウトが施設のレイアウトに関する空間情報に適用される。機能ブロックおよびデバイスは、通常ワイヤフレームと施設における他のデバイスの配線とに続いて一緒に配線される。レイアウトはユーザによって手動で実行されてもよく、あるいはツール120はプロセスコントロールシステムの物理的レイアウトを自動的に生成してもよい。コントローラからジャンクションへ、またはジャンクションから別のジャンクションへのケーブルのセグメント長およびスプール長などの情報は、精製または製造施設の空間的レイアウトから自動的に生成および算出されてもよい。別の実施形態では、機能ブロックおよびデバイスの接続はまず論理的に接続可能であり、後に施設に関する空間情報に適用可能である。

【0044】

ステップ350において、プロセスコントロールシステムの構成が、選択されたプロトコルの要件に従うようにチェックされる。セグメントのスプール長のすべては、スプール長が標準プロトコルで定義されたような所定のスプール長を超えないことを保証するためにチェックされる。スプール長はセグメントの(セグメント当たりの)器具数によって制限される。つまり、器具数が少ないほど、セグメントあたりの可能なスプール長は長くなる。セグメント当たりのデバイス数はまた、デバイス数が所定のデバイス数を超えないことを保証するためにチェックされる。可能なデバイス数は、プロセスコントロールネットワークによって使用されるコントローラに基づいて変化してもよい。好ましい実施形態では、コントローラによって16個のデバイスがセグメントごとにバスに結合可能である。しかしながら、本Fieldbus標準によって最大32個のデバイスがセグメントごとにバスに結合可能になる。セグメント当たりの全電流引き込みは、電流引き込みが標準プロトコルによって許容される最大電流引き込みを超えないことを保証するためにチェックされる。好ましい実施形態では、可能な最大電流引き込みは375mAmps/セグメントである。(スプール長を含む)セグメントケーブル全長は、この長さがプロトコル標準によって許可されている最大セグメント長を超えないことを保証するためにチェックされる。好ましい実施形態では、可能な最大セグメント長は6232フィート、つまり1900メートルである。セグメント当たりの最小電圧は、プロセスコントロールネットワークに結合される任意のデバイスの電圧が標準プロトコルによって説明される電圧以上であることを保証するためにチェックされる。好ましい実施形態では、この電圧は12.5ボルトである。値のうちの一つ以上がプロトコルによって定義された限度内でない場合、ユーザはステップ340に戻って、プロセスコントロールネットワークの構成を修正してもよい。

【0045】

プロセスコントロールネットワークが構成されると、ユーザは、供給されている非空間および空間情報を利用してプロセスコントロールシステムの管理を開始可能である(ステップ360)。フィールドデバイスを管理するために、ポートおよび通信統計の取得、フィールドデバイスのステータスの取得、リソース構成およびパラメータの閲覧および変更、フィールドデバイスのマスタリセットまたは自己テストの開始、センサーのステータスの表示、およびセンサーの上、下およびゼロトリムへの変更を含む多数のタイプの通信が使用可能である。空間情報に上記管理通信を提供することによって、プロセスコントロールシステムの管理特徴はより効率的であり、より使用しやすい。

【0046】

10

20

30

40

50

施設に関する空間情報は、3次元壁、デバイス、ワークステーションなどを含めて完全に3次元である可能性がある。施設に関する空間情報はまた、プロセスコントロールシステムの構成がマッピングされている施設の2次元ブルーポイントであっても、あるいはユーザアプリケーションに適合するような2次元および3次元の組み合わせであってもよい。

【0047】

他の実施形態では、ツールはユーザに、プロセスコントロールネットワーク設計用材料の請求書の取得方法を提供してもよい。ツールはまた、施設の物理的レイアウト内のプロセスコントロールシステムのレイアウトを自動的に提供して、プロトコル要件が満たされていることを保証してもよい。別の実施形態では、ユーザは、施設の空間情報を提供せずにシステムを構成可能であり、また後にプロセスコントロールシステムの管理に使用するために空間情報を追加可能である。機能は特定のイベント順序を有していると説明されているが、情報が提供されたりステップが完了されたりする順序は本発明の範囲内であることが認識されるであろう。

10

【0048】

図4を参照すると、プロセスコントロールシステムの論理接続を使用するツールの構成部分のスクリーン表示がツール120のメインコントロールウィンドウに示されている。ツール120のスクリーン表示はテキストプルダウンメニュー402と、絵文字メニュー404と、ステンシル部分表示406と、図面部分スクリーン表示408とを含んでいる。ステンシルアイテム420はステンシル部分表示406内に表示される。プロセスコントロール環境設計のユーザの図面は図面部分スクリーン表示に提供される。プロセスコントロール設計環境のこの図面はプロセスコントロール環境ビューと称される。メインウィンドウにおける表示の各々は、既知のウィンドウ技術に従ってユーザによって再サイズ設定および再配置可能である。ツール120は、2次元ディスプレイ内の座標を含む永続オブジェクトデータならびにスタイルおよび他の情報を維持することによって、メインウィンドウのペインの場所およびサイズを追跡する。

20

【0049】

論理接続を使用してプロセスコントロール環境を設計する場合、ユーザはステンシル部分表示406からステンシルアイテムを単に起動して、起動されたステンシルアイテムを図面部分スクリーン表示408内の所望の場所にドラッグして、起動されたステンシルアイテムを所望の場所にドロップする。コントロールスタジオオブジェクトシステム130は次いで、図面がプロセスコントロール環境を構成するのに必要な情報のすべてによってオブジェクトを作成できるようにする図面アイテムを作成する。ステンシルアイテムは、プロセスコントロール環境を構成するために図面に関する必要情報のすべてを含んでいるオブジェクトであり、プロセスコントロール環境設計が図面部分内で完了されると、この設計はプロセスコントロール環境の適切な部分に直接ダウンロードされてもよい。

30

【0050】

図4および図5A乃至5Cを参照すると、プロセスコントロールシステムのレイアウトの施設の空間情報を使用するツールの空間的レイアウト部分のスクリーン表示が示されている。ツールは、プロセスコントロールシステムの空間的レイアウトの異なる角度および大きさの閲覧を提供する。表示はグレースケールまたはカラーであってもよい。スクリーン表示は、図面部分スクリーン表示ウィンドウ408と同様にツール120のウィンドウ内に含まれてもよい。しかしながら、他の空間情報呈示方法も本発明の範囲内である。

40

【0051】

施設の空間情報を使用してプロセスコントロール環境を設計する場合、ユーザは、施設の物理的レイアウトをインポートするか、ツール120のメインコントロールウィンドウの図面部分にレイアウトを作成するかのいずれかによって開始する。フィールドデバイスや機能を追加するためには、ユーザはステンシル部分表示408からステンシルアイテムを単に起動して、起動されたステンシルアイテムを図面部分スクリーン表示408内の施設の空間表示における所望の場所にドラッグして、起動されたステンシルアイテムを所望

50

の場所にドロップする。機能の矩形表示と同様に、ステンシルアイテムは、バルブ、ポンプ、タンク、パイプなどの精製または製造施設に見られるアイテムの3次元表示を含んでいる。コントロールスタジオオブジェクトシステム130の空間部分は次いで、施設の空間的レイアウト内にプロセスコントロール環境を構成するのに必要な情報によって図面アイテムを生成する。ステンシルアイテムは、施設の空間的レイアウト内にプロセスコントロール環境を構成するための図面に関する必要情報のすべてを含むオブジェクトであり、プロセスコントロール環境設計が図面部分内で完了される場合、この設計は、コントロールスタジオオブジェクトシステムの空間部分を含むプロセスコントロール環境の適切な部分に直接ダウンロードされてもよい。

【0052】

再度図5A乃至5Cを参照すると、空間ビューにおける施設の物理的レイアウトの一例を含む空間スクリーン表示452乃至456の例が示されている。より具体的には、図5Aは、施設の概略図に対して施設の物理的レイアウトの表示452を示している。空間表示はさらに、プロセスコントロール環境の種々のコンポーネントの物理的かつ論理的表示を含んでいる。従って、ユーザは好都合なことに、施設の概略図に重畳されたプロセスコントロール環境の種々のコンポーネントの物理的配置を閲覧できる。図5Bおよび5Cは、図5Aの図面表示の一部の拡大かつ回転されたビュー454乃至456を示している。図5B乃至5Cは従って、ユーザが図5Aに示されたような図面表示の部分にアクセスして、プロセスコントロール環境の特定の部分のより良好なビューを取得可能な方法の例を示している。空間的表示は必ずしも概略ビューに重畳される必要はないことが認識されるであろう。

【0053】

プロセスコントロール環境100の代替実施形態では、図5A乃至5Cに示された空間的レイアウト452乃至456は種々のコントロールシステム要素のブロック表示と結合されてもよい。例えば、プロセスコントロール環境の実現において、プロセスのブロック表示は、ユーザにプロセス環境のより良好な理解を提供するために空間的レイアウト452乃至456のうちの1つに重畳されてもよい。さらに、プロセスのシミュレーション表示もまたこのような空間的レイアウトに重畳されてもよい。

【0054】

図6はプロセスコントロール環境460のこのような代替実現を示している。プロセスコントロール環境460は、図1Aに示されたプロセスコントロール環境100のプロセス要素に類似の多数の要素を含む点に注目する。しかしながら、プロセスコントロール環境460は、LAN108に通信可能に接続されたポータブルコンピューティングデバイス462をさらに含んでいる。ポータブルコンピューティングデバイス462は例えば、ハンドヘルドデバイス、装着可能なコンピュータ、携帯情報端末(PDA)などであってもよい。実現において、ポータブルコンピューティングデバイス462はLAN108に無線接続されてもよい。

【0055】

ポータブルコンピューティングデバイス462は、プロセスの空間的レイアウト452乃至456に伴ってプロセスプラントのグラフィック表示を呈示するために使用されてもよい。ポータブルコンピューティングデバイス462を使用してプロセスプラントのグラフィック表示を閲覧することによってユーザは、プラントにおける種々の場所を移動しながらプラントオペレータと通信することができる。フィールドのユーザはこのようなポータブルコンピューティングデバイス462を使用して、空間的レイアウト452乃至456に関連するプラントのグラフィック表示を閲覧しながらプラントオペレータと共働可能である。このような状況では、フィールドのユーザは、メンテナンスや更新などが必要な機器やプロセスに関するより多くの情報を取得するために、プロセスコントロール情報と、プロセスシミュレーション情報と、プロセスの3次元可視化と、プラントの空間的レイアウト452乃至456との組み合わせを利用してよい。

【0056】

10

20

30

40

50

次に図6を参照すると、ポータブルコンピューティングデバイス462はプロセッサ464と、メモリ466と、ディスプレイ468と、キーボード、ライトペン、マイクなどの1つ以上の入力/出力またはユーザインタフェースデバイス470と、無線通信機472とを含んでいる。メモリ466は揮発性および/または不揮発性メモリのいずれかであってもよく、プロセッサ464上で実行してもよい多数のプログラムと、このプログラムによって使用されてもよい1つ以上データベースなどを含んでいる。

【0057】

例えば、実現において、メモリ464は、プロセスのブロック表示、空間的レイアウト452乃至456、プロセスのシミュレーション表示などを生成するグラフィック生成/記憶プログラム474を含んでいる。グラフィック生成/記憶プログラム474はこのよ 10
うなグラフィックの組み合わせをディスプレイ468に呈示してもよい。メモリ466はまた、プロセスの種々の要素に関するシミュレーション情報を生成してもよいプロセスシミュレータープログラム478を含んでもよい。メモリ466に記憶されているグラフィックディスプレイエディター480によってユーザは、ディスプレイ468上のプロセスのブロック表示への変更をすることができる。

【0058】

ポータブルコンピューティングデバイス462の実現はまた、プロセスプラントの種々のセクションに関連してポータブルコンピューティングデバイス462の地理的位置をユーザが判断できるようにする地理的位置決めシステム482を含んでもよい。加えて、ユーザが、プラントのプロセスおよび空間的レイアウト452乃至456のグラフィック表示を閲覧するためにポータブルデバイスを使用している場合、ユーザは、プラントの種々のセクションと関連するポータブルコンピューティングデバイス462の位置や、プロセスプラントにおけるユーザの場所と関連する種々のデバイスの位置などを判断するための地理的位置決め性能を使用してもよい。このような性能によってユーザは、自分の瞬時の注意を必要とすることがあるプロセスデバイスにより容易にアクセスすることができるようになる。 20

【0059】

代替実施形態では、地理的位置決めデバイスはプロセスプラントにおける1つ以上の場所に組み込まれてもよく、またプロセスプラントの種々のパーツや、プラントにおける種々のデバイスなどの地理的位置に関する情報は、プロセスプラントの空間的レイアウト452乃至456を組み込んでよい。 30

【0060】

図7Aは、プロセス要素の例示的グラフィック表示500を示しており、これは空間的レイアウト452乃至456のスクリーン表示に伴ってプロセスプラント内のプロセスをシミュレーションし、かつこのようなシミュレーションを呈示するために使用されてもよい。グラフィック表示500は、グラフィック生成/記憶プログラム474によって生成されて、メモリ466に記憶されてもよい。グラフィック表示500はリサイクルタンク502と、入力コントロールバルブ504と、出力コントロールバルブ506および508とを描いている。当業者は、ポンプ、ヒーター、ミキサーなどの多数の他の要素もまたグラフィック表示500に呈示されてもよいことを認識するであろう。 40

【0061】

グラフィック表示500はプロセスシミュレーションおよび/またはオペレータートレーニング目的で、空間的レイアウト452乃至456およびプロセスコントロール環境のブロック表示と結合されてもよい。とりわけ、プロセス要素のこのようなグラフィック表示は、プラント機器、プラントオペレーション、プラントの条件、機器アラートの場所、メンテナンスリクエストなどのよりリアルな可視化をユーザに提供するために3次元の空間的レイアウトと結合されてもよい。

【0062】

施設の空間的レイアウトに伴ってプロセスシミュレーションを呈示することによって、プラントを操作および診断し、プラント条件およびプラントプロセスのオペレータの意識 50

を増大させ、プラントに問題が生じている場所のよりリアルな可視化と異常な状況の防止とを結合することによってプラントのシャットダウンを削減し、プロジェクトエンジニアリングの効率を増大させ、オペレータートレーニングを改善し、シミュレーションアプリケーションの有効性を向上させるなどの、プラントオペレータの全性能を改善する。

【0063】

次に図7Aを参照すると、配管、ダクト、コンベヤー、ワイヤなどを介するグラフィック要素502乃至508の接続もまた示されることがある。図7Aに示されているように、リサイクルタンク502はパイプを介してバルブ504乃至508に接続されている。図7Aは、入力バルブ504がリサイクルタンクへの補給流体の流れをコントロールし、入力バルブ506がリサイクルされる流体の流れをコントロールするのに対して、出力バルブ508が反応器への流体の流れをコントロールすることを示している。さらにまた、グラフィック表示500はまた、種々の要素に関する動的値、種々のプロセス特徴の測定、ならびに要素に関するメンテナンス情報、要素に関するシミュレーション情報などの他のソースからのデータを示してもよい。

【0064】

例えば、リサイクルタンク502に関するプロセス情報は、リサイクルタンク502が実行中の動作、リサイクルタンク502の接続方法、リサイクルタンク502内で生じている事柄などの貴重な情報を提供することがある。グラフィック表示500はまた、リサイクルタンク502内部の流体に関する組成算出、質量バランス、エネルギーバランス、カスタム算出などを含むリサイクルタンク502に関する1つ以上の動的シミュレーション値を示すこともある。このような動的シミュレーション情報は、動作環境のユーザの選択に応答して変更されて、可視化されてもよい。例えば、リサイクルタンク502に関するシミュレーション情報が表示される場合に、ユーザはオフラインシミュレーション環境を選択してもよい。あるいはまた、リサイクルタンク502に関する実際のプロセス情報がグラフィック表示で表示される場合にユーザはオンライン環境を選択してもよい。図7Bは、リサイクルタンク502に関する種々のプロセスパラメータと関連プロセス要素とを示す例示的オンライン表示を示している。

【0065】

グラフィック表示500の一実施形態において、さらなる要素がグラフィック層の形態で追加されてもよい。例えば、インストラクター層がグラフィック表示500に追加されて、種々のトレーニング関連情報を示してもよい。図7Cは、追加層の情報が示されている「インストラクター」特権を有するユーザの例示的オフライン表示を示している。このようなオフライン表示において、インストラクターが手動バルブなどのグラフィック要素を選択すると、フェースプレート520が呈示されて、インストラクターは選択された要素に変更することができる。例えば、フェースプレート520は、フェースプレート520によってコントロールされている手動バルブを開閉するために使用されてもよいコントロールノブ522を含んでもよい。

【0066】

このようなオフライン環境において、インストラクター層はまた、ユーザが、フェースプレート520を使用して要素の挙動を変化させ、このような挙動変化に応答して、種々の要素に関連するパラメータの変化に関する詳細な表示を呈示することができるようにする。例えば、インストラクターは、特定の要素においてプロセスに外乱を加え、測定値をバイアスし、測定値に雑音を加え、測定値を固定値に変更し、測定ステータスなどを変更し、オフライングラフィック表示での種々の要素に関するパラメータのこのような変化への応答を観察することを許可されてもよい。

【0067】

オンラインコントロールシステムにおいて、システムの外部と共働するように設計されているコントロール論理がしばしば存在し、システムのこのような外部はしばしば、オフライン環境に含まれているコントロール戦略とは別個に実行しているコントロール戦略を有している。このような外部システムと関連した任意のローカルコントロール論理はまた

10

20

30

40

50

、このような外部コントロール論理を、グラフィック表示 500 に示されたプロセスコントロール要素と関連図けることによってオフラインシミュレーション呈示に含まれてもよい。例えば、入力バルブ 504 をコントロールする別個のコントロール戦略があってもよく、ローカルコントロール戦略は、外部コントロール戦略から設定または読み取り値を提供することによって入力バルブ 504 と相互作用することがある。オフライン実行時に、入力バルブ 504 をコントロールしていたコントロール戦略はもはや存在しない。入力バルブ 504 を含むプロセスをシミュレーションする際、ユーザは入力バルブ 504 のシミュレーションと直接共働可能であり、またこのような場合ユーザは外部コントロール戦略について懸念する必要はない。

【0068】

10

ツール 120 の実現は、グラフィックディスプレイの作成をサポートするための多数のディスプレイパレットを有しているグラフィックディスプレイエディターを含んでもよい。このようなグラフィックディスプレイエディターは、メモリ 466 に記憶されているグラフィックディスプレイエディター 480 に実現されてもよい。ユーザは異なる要素ならびにこのような要素に添付されている種々の特性をパレットから選択して、プロセスプラントのオンライングラフィック表示やオフライングラフィック表示を編集してもよい。後に、このようなグラフィック表示はプロセスプラント施設レイアウトの 3 次元表示に重畳されてもよい。

【0069】

グラフィックディスプレイエディター 480 は、PID (比例積分微分) 機能ブロック、セットポイント機能ブロック、プロセス変数機能ブロックなどのコントロールおよび算出で使用される機能ブロックから情報にアクセスするための要素を含む算出/コントロールパレットを含んでもよい。特性/測定パレットは、種々のプロセス機器および接続と関連したフィールド測定およびシミュレート特性にアクセス/特定するために使用される要素を含んでもよい。アクチュエーターパレットは、プロセスストリームを設定または調整するために使用されるフィールドデバイスを表す要素を含んでもよい。処理パレットは種々の共通プロセス機器を表す要素を含んでもよい。さらに、カスタムパレットは、特定のプロセスに固有の機器をこの特定のプロセスのグラフィックディスプレイにユーザが追加することができる要素を含んでもよい。

20

【0070】

30

ツール 120 の実現はまた、ユーザがオフラインシミュレーション表示を作成および/または編集できるようにするプロセスシミュレーションエディターを含んでもよい。プロセスシミュレーションエディターによってユーザは、機能ブロック、ストリーム、およびこれらの関連接続をシミュレーション表示に追加することができる。このようなプロセスシミュレーションエディターはメモリ 466 のプロセスシミュレーター 478 に記憶されてもよい。一般的に、これらのプロセス要素を表示するために使用される種々のプロセス要素およびシミュレーション機能ブロックのグラフィック表示の 1 対 1 接続がある。従って、ユーザは、プロセスシミュレーションエディターを使用してグラフィックディスプレイを構築し、この対応するプロセスシミュレーションを生成することが可能な場合がある。例えば、ユーザはシミュレーション表示のプロセスモジュールの一部として、バルブ、

40

【0071】

後に、このようなプロセスシミュレーションを作成するために、ユーザはプロセスコントロールシステム内のコントロールモジュールを表すプロセスブロックを選択して、プロセスブロックに添付されているアクチュエーター、接続要素、測定要素などのプロセス要素を選択してもよい。コントロールモジュールに添付されている入力/出力ブロック、コントロールモジュールなどに添付されている測定ブロック、およびアクチュエーターなどのプロセス要素間の関連性は、これらのブロック間の動作を指示およびクリックすることによって確立されてもよい。

【0072】

50

コントロールモジュールに対応するプロセスブロックは以下の共通な特徴によって特徴づけられてもよい：（１）プロセスブロック入力接続およびプロセスブロックのパラメータがシミュレーションで使用されてもよい、（２）シミュレーションされた特性やパラメータと関連したプロセス測定はプロセスブロックで参照されて、モデルエラーおよび未測定外乱の訂正を可能にする、（３）プロセスブロックによってサポートされている入力／出力接続の数は拡張可能に定義されてもよい、（４）プロセスブロックの実行による結果はプロセスブロック出力接続において、またはプロセスブロックのパラメータとして反映されてもよい、（５）プロセスブロックアルゴリズムはステップ応答として定義されてもよく、あるいは算出／論理プロセスブロックと同様にユーザによって入力されてもよく、またプロセスブロックアルゴリズムが入力されると、ユーザは出力ごとに独立してダイナミックを特定してもよい、（６）処理要素と直接関連しているローカルパネル入力、外部システム入力および／または論理はこれらの処理要素を含むプロセスブロックアルゴリズムに含まれてもよい、（７）パラメータの共通セットはプロセスブロックへの入力／出力接続に対してサポートされてもよい。

10

【0073】

プロセスブロックへの入力／出力接続と関連したパラメータは、例えば接続条件（良／悪）、接続における質量流量、接続における圧力、接続における温度、接続における比熱、接続における流体密度などを含むパラメータのレイ／構造として種々のプロセスブロック間で通信されてもよい。加えて、接続におけるスチーム組成などの他のパラメータもまた特定されてもよい。

20

【0074】

さらに、より柔軟なセットのパラメータをサポートするために、接続パラメータのレイが基準と、パラメータの拡張ストリームブロックとを含んでもよい。このような場合、拡張ストリームブロックの一部として、ユーザは１セットの所定のデータグループを選択してもよい。例えば、ボイラーを表す機能ブロックへの燃料入力と関連した拡張パラメータセットは、燃料組成セット、燃料の炭素重量、燃料の水素含有量、燃料の硫黄含有量、燃料の酸素含有量、燃料の水分量、燃料の窒素含有量などを特定するパラメータを含んでもよい。同様に、ターボジェネレーターを表す機能ブロックへのスチーム入力と関連した膨張パラメータは、スチーム組成セット、ターボジェネレーターに入るスチームのエンタルピー、ターボジェネレーターを出るスチームのエンタルピーなどを特定するパラメータ

30

【0075】

オフラインシミュレーション環境時に、種々の機能ブロックに関する測定要素は、このような要素をクリックする際に、シミュレーションされた測定値をユーザに提供してもよい。このようなシミュレート済み測定値は実測値と比較するために記憶されてもよい。オンライン動作時に、測定値は機能ブロックに提供されてもよく、またユーザは、機能ブロック内の要素をクリックしてこのような実測値を見てもよい。オンライン動作時に、機能ブロックはパラメータの実測値をシミュレーション済み測定値と比較して、両者の差をユーザに表示してもよい。あるいはまた、実測またはシミュレーション済み測定値は機能ブロックに伴って３次元グラフィック形態で示されてもよい。加えて、機能ブロックはまた実測値を一定時間記憶してもよく、またグラフィック表示５００を使用して長時間の測定値の傾向を示してもよい。

40

【0076】

先行の記述は本発明の多数の異なる実施形態の詳細な説明をしているが、本発明の法的範囲は本特許の目的を説明している請求項の用語によって定義されることが理解されるべきである。詳細な説明は例示として解釈されるべきであり、また、考えられる実施形態を

50

すべて説明することは、例え不可能でなくても実際的ではないため、本発明の考えられる実施形態をすべて説明していない。多数の代替実施形態が、現在の技術や出願日以降に開発された技術のいずれかを使用して実現可能であり、これは依然として本発明を定義する請求項の範囲内にある。

【0077】

他の実施形態も請求項内で可能である。例えば、好ましい実施形態が説明されているプロトコルは F i e l d b u s プロトコルのプロセスコントロールネットワークを分析するのに対して、任意のプロトコルが適切な制約を調整することによって分析可能であることが認識されるであろう。また、例えば、好ましい実施形態が W I N D O W S (登録商標)オペレーティングシステムで動作して、W i z a r d タイプの表示を使用するのに対して、これらの詳細は本発明の概念全体の制限を意図していないことが認識されるであろう。

10

【0078】

本発明の具体的な実施形態が図示および説明されてきたが、変更および修正が広範な態様の本発明のから逸脱せずになされてもよいため、添付の請求項は、本発明の趣旨および範囲内にあるように、他のプログラミング言語での実現を含むがこれ制限されないこのような変更および修正のすべてをその範囲内に包含することは当業者に明らかであろう。加えて、好ましい実施形態はソフトウェア実装として開示されているが、アプリケーション固有の集積回路実装などのハードウェア実装もまた以下の請求項の範囲内であることが理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

20

【0079】

【図1A】空間的構成および管理能力を備えている本発明の一般的な実施形態に従ったツールを含むワークステーションを示すプロセスコントロールシステムの概略ブロック図である。

【図1B】図1Aに示されたプロセスコントロールシステムのコントローラ/マルチプレクサおよびプロセス部分のブロック図である。

【図2】構成実装および管理またはランタイム実装でプロセスコントロール環境を示している概略ブロック図である。

【図3】本発明に従ったツールの動作を示すフローチャートである。

【図4】プロセスコントロールシステムの機能とデバイス間の論理接続を示すツールの構成部分のスクリーン表示である。

30

【図5A】プロセスコントロールシステムの機能およびデバイスの物理的接続と、施設の空間的レイアウトにおけるこれらの相対的位置を示す空間部分スクリーン表示の図である。

【図5B】プロセスコントロールシステムの機能およびデバイスの物理的接続と、施設の空間的レイアウトにおけるこれらの相対的位置を示す空間部分スクリーン表示の図である。

【図5C】プロセスコントロールシステムの機能およびデバイスの物理的接続と、施設の空間的レイアウトにおけるこれらの相対的位置を示す空間部分スクリーン表示の図である。

40

【図6】プロセスコントロールシステムの別の実現の概略ブロック図を示している。

【図7A】プロセスコントロールシステムのデバイスを表すプロセス要素の例示的グラフィック表示を示している。

【図7B】プロセスコントロールシステムのデバイスを表すプロセス要素の例示的グラフィック表示を示している。

【図7C】プロセスコントロールシステムのデバイスを表すプロセス要素の例示的グラフィック表示を示している。

【符号の説明】

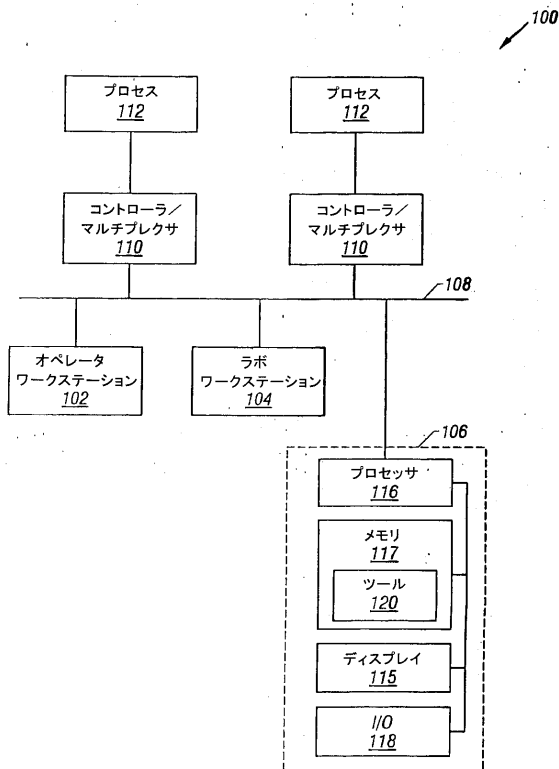
【0080】

112 プロセス

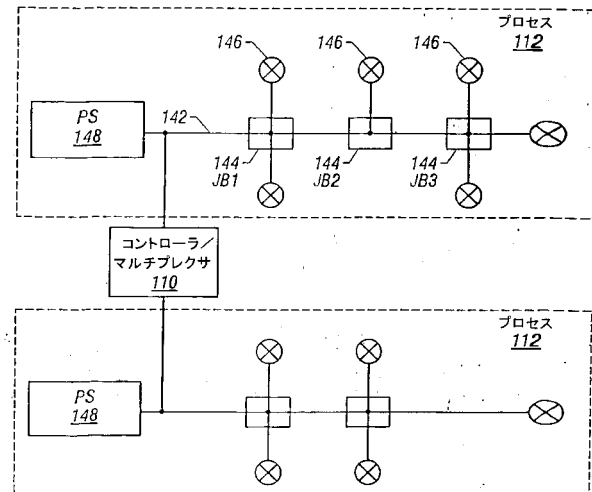
50

- 1 1 0 コントローラ / マルチプレクサ
- 1 0 2 オペレータワークステーション
- 1 0 4 ラボワークステーション
- 1 1 6 プロセッサ
- 1 1 7 メモリ
- 1 2 0 ツール
- 1 1 5 ディスプレイ
- 2 3 0 プロセスグラフィックサブシステム
- 2 3 2 プロセスグラフィックエディター
- 2 4 0 コントロールサブシステム
- 2 4 2 定義 / モジュールエディター
- 2 6 2 ローカルデータベース
- 2 3 6 インターサブシステムインタフェース
- 2 5 0 サブシステムインタフェース
- 2 4 6 インターサブシステムインタフェース
- 2 6 2 ローカルデータベース
- 2 3 4 プロセスグラフィックビューアー
- 2 4 4 ランタイムコントロール

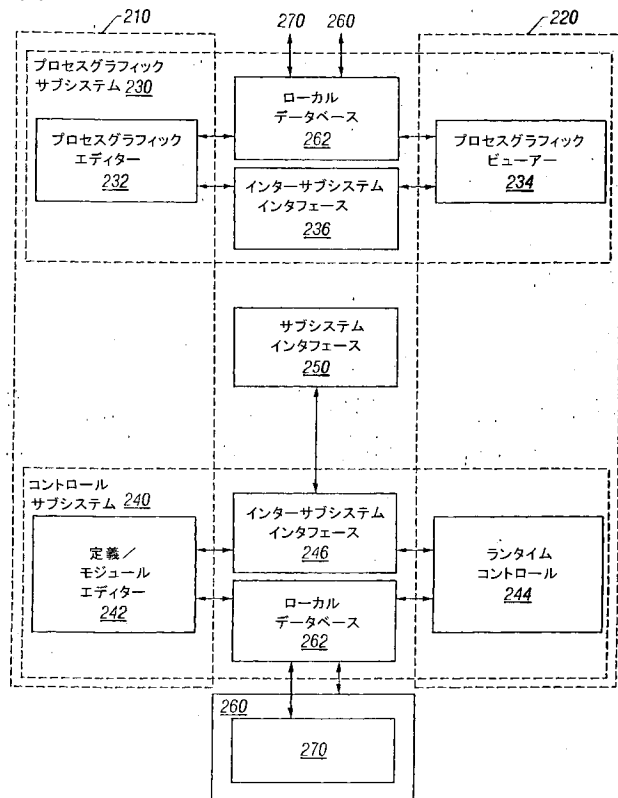
【図 1 A】



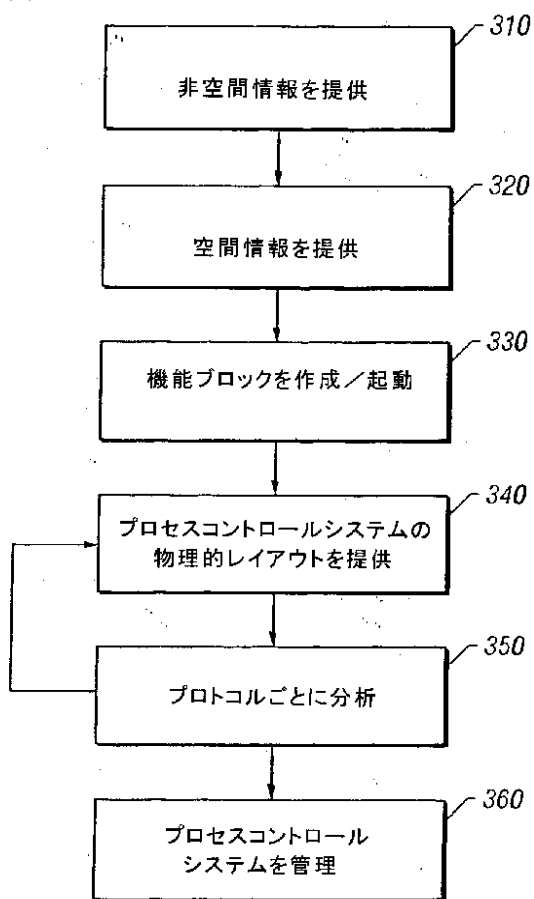
【図 1 B】



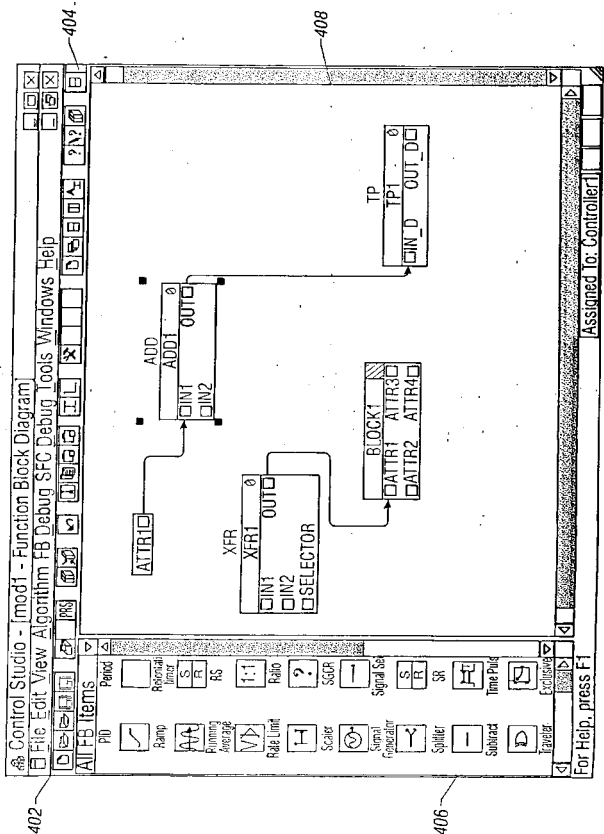
【 図 2 】



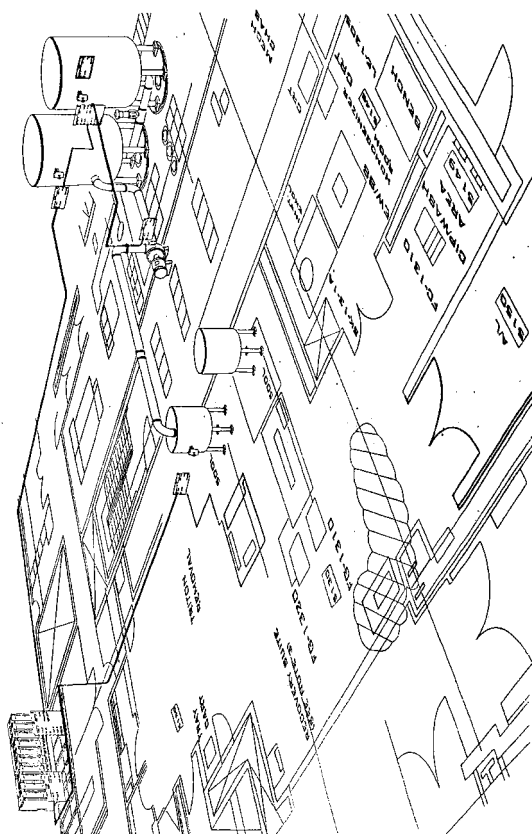
【 図 3 】



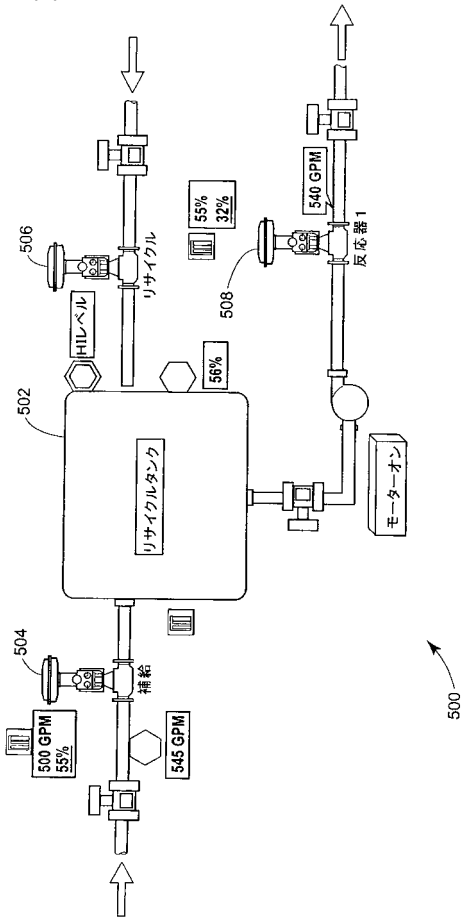
【 図 4 】



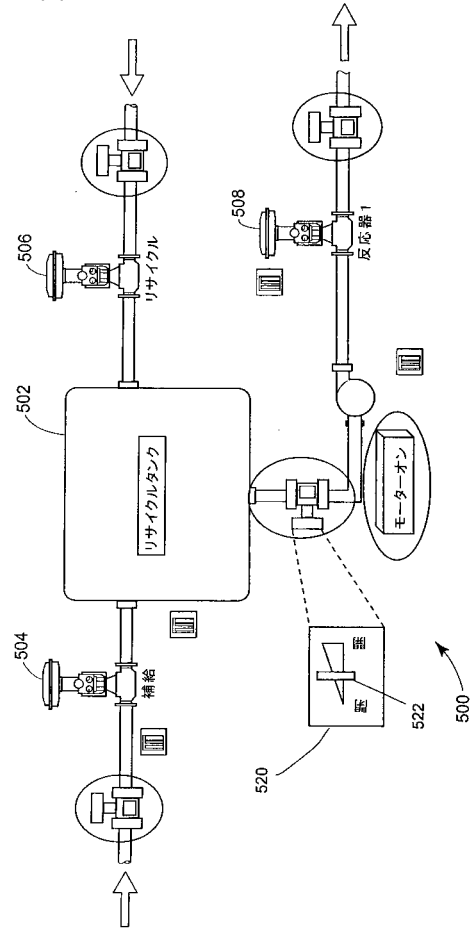
【 図 5 A 】



【図7B】



【図7C】



フロントページの続き

(72)発明者 マーク ジェイ. ニクソン

アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス州 ラウンド ロック ブラックジャック ドライブ 1
5 0 3

(72)発明者 テレンス エル. プレピンス

アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス州 ラウンド ロック カーメル ドライブ 3 8 0 1

Fターム(参考) 5H223 AA01 BB01 CC01 DD07 DD09 EE11 FF09

【 外国語明細書 】

ENHANCED TOOL FOR MANAGING A PROCESS CONTROL NETWORK**Field of the Disclosure**

[0001] The present invention relates generally to process control networks and more particularly to configuring and managing process control networks.

Description of the Related Art

[0002] Large processes such as chemical, petroleum and other manufacturing and refining processes include numerous field devices disposed at various locations within a facility to measure and control process parameters which thereby effect control of the process. These devices may be, for example, sensors such as temperature, pressure and flow rate sensors as well as control elements such as valves and switches.

Historically, the process control industry used manual operations such as manually reading level and pressure gauges, turning valve wheels, etc., to operate the measurement and control field devices within a process.

[0003] Presently, control of the process is often implemented using microprocessor-based controllers, computers or workstations which monitor the process by sending and receiving commands and data to hardware devices to control either a particular aspect of the process or the entire process as a whole. The specific process control functions that are implemented by software programs in these microprocessors, computers or workstations may be individually designed, modified or changed through programming while requiring no modifications to the hardware. For example, an engineer might cause a program to be written to have the controller read a fluid level from a level sensor in a tank, compare the tank level with a predetermined desired level, and then open or close a feed valve based on whether the read level was lower or higher than the predetermined, desired level. The parameters are easily changed by displaying a selected view of the process and then by modifying the program using the selected view. The engineer typically would change parameters by displaying and modifying an engineer's view of the process.

[0004] The controller, computer or workstation stores and implements a centralized and, frequently, complex control scheme to effect measurement and control of process parameters according to an overall control scheme. Usually, however, the control scheme implemented is proprietary to the field device manufacturer, thus making the process control system difficult and expensive to expand, upgrade, reprogram and/or

service because the field device provider must become involved in an integral way to perform any of these activities. Furthermore, the equipment that can be used or interconnected may be limited due to the proprietary nature of the field device and the situation where the provider may not support certain devices or functions of devices manufactured by other vendors.

[0005] To overcome some of the problems inherent in the use of proprietary field devices, the process control industry has developed a number of standard, open communication protocols including, for example, the HART®, DE, PROFIBUS®, WORLDFIP®, LONWORKS®, Device-Net®, and CAN protocols. These standard protocols enable field devices made by different manufacturers to be used together within the same process control environment. In theory, any field device that conforms to one of these protocols can be used within a process to communicate with and to be controlled by a process control system or other controller that supports the protocol, even if the field devices are made by different manufacturers.

[0006] To implement control functions, each process control device includes a microprocessor having the capability to perform one or more basic control functions as well as the ability to communicate with other process control devices using a standard and open protocol. In this manner, field devices made by different engineer and the microprocessor based controller or computer performing the process control function.

[0007] Systems that perform, monitor, control, and feedback functions in process control environments are typically implemented by software written in high-level computer programming languages such as Basic, Fortran or C and executed on a computer or controller. These high-level languages, although effective for process control programming, are not usually used or understood by process engineers, maintenance engineers, control engineers, operators and supervisors. Higher level graphical display languages have been developed for such personnel, such as continuous function block and ladder logic. Thus each of the engineers, maintenance personnel, operators, lab personnel and the like, require a graphical view of the elements of the process control system that enables them to view the system in terms relevant to their responsibilities.

[0008] The graphical view of the elements of the process control system is provided without correlation to the spatial layout of the facility and only shows logical connections of the devices and functions. For example, a process control program might be written in Fortran and require two inputs, calculate the average of the inputs and produce an output value equal to the average of the two inputs. This program could be termed the AVERAGE function and may be invoked and referenced through a graphical display for the control engineers. A typical graphical display may consist of a rectangular block having two inputs, one output, and a label designating the block as AVERAGE. A different program may be used to create the graphical representation of this same function for an operator to view the average value. Before the system is delivered to the customer, these software programs are placed into a library of predefined user selectable features. The programs are identified by function blocks. A user may then invoke a function and select the predefined graphical representations illustrated by rectangular boxes to create different views for the operator, engineer, etc. by selecting one of a plurality of function blocks from the library for use in defining a process control solution logically rather than having to develop a completely new program in Fortran, for example, manufacturers can be interconnected within a process control loop to communicate with one another and to perform one or more process control functions or control loops. Another example of an open communication protocol that allows devices made by different manufacturers to interoperate and communicate with one another via a standard bus to effect decentralized control within a process is the FOUNDATION Fieldbus protocol (hereinafter the "Fieldbus protocol") by the Fieldbus Foundation. The Fieldbus protocol is an all digital, two-wire loop protocol.

[0009] When using these protocols, a challenge associated with designing the process control system or network relates to the actual physical layout and interconnection of the various process control devices. Specifically, each of these protocols sets forth constraints of values for the physical characteristics within which a process control system must operate to conform to the standard. These constraints include the voltage drop across communication sections, the spur length, the overall cable length, the total current draw and the total number of process control devices on a particular hub. The physical location of vessels, pipes, pumps, motors and valves as well as controllers and operator stations also set forth constraints that must be taken into account when

configuring the process control system or network. The interrelationship of these constraints is important and variable based upon the values of the constraints. Once the process control system or network is configured and in use, the managing of the system can be cumbersome due to the complexity of most refining and manufacturing facilities.

[0010] In addition to executing control processes, software programs also monitor and display a view of the processes, providing feedback in the form of an operator's display or view regarding the status of particular processes. The monitoring software programs also signal an alarm when a problem occurs. Some programs display instructions or suggestions to an operator when a problem occurs. The operator who is responsible for the control process needs to view the process from his point of view and correct the problem quickly. A display or console is typically provided as the interface between the microprocessor based controller or computer performing the process control function and the operator and also between the programmer or

[0011] A group of standardized functions, each designated by an associated function block, may be stored in a control library. A designer equipped with such a library can design process control solutions by logically interconnecting, on a computer display screen, various functions or elements selected with the function blocks represented by rectangular boxes to perform particular tasks. The microprocessor or computer associates each of the functions or elements defined by the function blocks with predefined templates stored in the library and relates each of the program functions or elements to each other according to the interconnections desired by the designer. A designer designs an entire process control program using logical views of predefined functions without ever correlating the design to the spatial dimensions of the refining or manufacturing facility.

[0012] One challenge associated with the graphical views provided is that only logical connections are shown. Presently, the physical layout of the facility is not correlated to the configuration of the process control system and cannot be referenced during the managing of the system. When configuring the process control system, spatial information must be manually measured and entered into the tool. When managing the process control system, the physical location of devices and controllers must be manually determined, often increasing the amount of time required to correct a problem or manage the process control system.

[0013] What is needed is a method of configuring a process control system that takes into account the physical layout of the facility as well as allows for operators of the system to quickly access the spatial location of process control devices and controllers.

Summary of the Disclosure

[0014] The present invention is directed to using spatial information of a facility for configuring and managing a process control system which is included within the facility. The process control system may conform to a standard protocol. Such a system advantageously allows the efficient design and use of a process control system while ensuring that the physical characteristics of the system conform to the standard. In addition, such a system also advantageously provides for more efficient diagnostics, online debugging, alarm managing and device maintenance.

[0015] The tool may optionally provide automatic generation of the layout of the process control network applied to the spatial layout of the facility. In another embodiment, the tool is used to analyze the layout of the process control network applied to the physical layout of the facility to assure that the layout of the network conforms to the criteria of a standard protocol, such as the Fieldbus protocol. The tool may optionally provide blinking device representations to indicate active alarms in the network.

[0016] In another embodiment, the process control network is configured using logical connections first, and then at a later time the configuration is applied to the spatial layout of the facility and used for managing the process control network using the spatial information applied to the network layout.

[0017] In another embodiment, a process control configuration and management system provides a plurality of function blocks representing a plurality of devices in relation to a spatial layout of a facility in which the process control system is implemented. The configuration and management system also provides process control information and process simulation information related to each of the plurality of devices in relation to the spatial layout of the facility. Using this system, a user may vary one or more parameters related to the function blocks to generate and view simulation information related to the function block in relation to the spatial layout of the facility.

[0018] In yet another embodiment, the configuration and management system may also provide geographic positioning data related to the various devices in relation to the spatial layout of the facility. In another embodiment, the configuration and management system may present the spatial layout of the facility, the process control information related to various devices, process simulation information related to various devices, etc., in a three dimensional format and/or on a hand-held device.

[0019] Other applications of the present disclosure will become apparent to those skilled in the art when the following description is read in conjunction with the accompanying drawings.

Detailed Description of the Drawings

[0020] The present invention may be better understood, and its numerous objects, features, and advantages made apparent to those skilled in the art by referencing the accompanying drawings.

[0021] Fig. 1A is a schematic block diagram of a process control system showing a workstation including a tool in accordance with a generalized embodiment of the present invention which furnishes a spatial configuring and managing capability.

[0022] Fig. 1B is a block diagram of the controller/multiplexer and process portion of the process control system shown in Fig. 1A.

[0023] Fig. 2 is a schematic block diagram showing the process control environment in a configuration implementation and a management or run-time implementation.

[0024] Fig. 3 is a flow chart illustrating the operation of a tool in accordance with the present invention.

[0025] Fig. 4 is a screen presentation of the configuration portion of the tool showing logical connections between functions and devices of a process control system.

[0026] Figs. 5A - 5C are views of the spatial portion screen presentation showing physical connections between functions and devices of a process control system and their relative positions in the spatial layout of the facility.

[0027] Fig. 6 illustrates a schematic block diagram of an alternate implementation of the process control system.

[0028] Figs. 7A - 7C illustrate example graphical representations of process elements representing devices of the process control system.

Detailed Description of the Disclosure

[0029] A process control environment 100 is shown in Figure 1a and illustrates a control environment for implementing a digital control system, process controller or the like. The process control environment 100 includes an operator workstation 102, a lab workstation 104, and an engineering workstation 106 electrically interconnected by a local area network ("LAN") 108, or other known communication link, for transferring and receiving data and control signals among the various workstations and a plurality of controller/multiplexers 110. Workstations 102, 104, and 106 are, for example, computers which conform to the IBM compatible architecture. The workstations 102, 104, and 106 are shown connected by the LAN 108 to a plurality of the controller/multiplexers 110 that electrically interface between the workstations and a plurality of processes 112. In multiple various embodiments, the LAN 108 includes a single workstation connected directly to a controller/multiplexer 110 or alternatively includes a plurality of workstations, for example three workstations 102, 104, and 106, and many controller/multiplexers 110 depending upon the purposes and requirements of the process control environment 100. In some embodiments, a single process controller/multiplexer 110 controls several different processes 112 or alternatively controls a portion of a single process.

[0030] In the process control environment 100, a process control strategy is developed by creating a software control solution on the engineering workstation 106, for example, and transferring the solution via the LAN 108 to the operator workstation 102, the lab workstation 104, and to controller/multiplexer 110 for execution. The operator workstation 102 supplies interface displays to the control/monitor strategy implemented in the controller/multiplexer 110 and communicates to one or more of the controller/multiplexers 110 to view the processes 112 and change control attribute values according to the requirements of the designed solution. The processes 112 are formed from one or more field devices, which may be smart field devices or conventional (non-smart) field devices.

[0031] In addition, the operator workstation 102 communicates visual and audio feedback to the operator regarding the status and conditions of the controlled

processes 112. The engineering workstation 106 includes a processor 116, and a display 115 and one or more input/output or user-interface device 118 such as a keyboard, light pen and the like. The workstation also includes a memory 117, which includes both volatile and non-volatile memory. The memory 117 includes a control program that executes on the processor 116 to implement control operations and functions of the process control environment 100. The memory 117 also includes a configuring and managing tool 120 (also referred to as a control studio tool). The operator workstation 102, and other workstations (not shown) within the process control environment 100 include at least one central processing unit (not shown) which is electrically connected to a display (not shown) and a user-interface device (not shown) to allow interaction between a user and the processor.

[0032] Tool 120 is used for configuring of the process control network and to ensure that the process control network corresponds to a desired standard protocol, e.g., the Fieldbus protocol. Tool 120 may also be used during the managing of the process control network to provide for more efficient trouble shooting and maintenance. Tool 120 is preferably software that is stored in memory 117, but may be contained on computer readable media, and is executed by processor 116 of engineering workstation 106. The computer readable media may be a floppy disc, a CDROM or any other type of media on which software may be stored. The tool 120 enables screen presentations that are presented on display 115 of engineering workstation 106 which may show only the logical connection of process 112 or may include physical connections incorporating the spatial characteristics of the refining or manufacturing facility's layout.

[0033] While the tool of the present invention is described in detail in conjunction with a process control system that uses Fieldbus devices, it should be noted that the tool of the present invention can be used with process control systems that include other types of field devices and communication protocols, including protocols that rely on other than two-wire buses and protocols that support only analog or both analog and digital communications. Thus, for example, the tool of the present invention can be used in any process control system that communicates using the HART, PROFIBUS, etc. communication protocols or any other communication protocols that now exist or that may be developed in the future.

[0034] A general description of the Fieldbus protocol, field devices configured according to this protocol, the way in which communication occurs in a process control environment that implements the Fieldbus protocol, and example constraints of values that are required under the Fieldbus protocol will be provided. However, it should be understood that the Fieldbus protocol is known in the art and is described in detail in numerous articles, brochures and specifications published, distributed and available from, among others, the Fieldbus Foundation, a not-for-profit organization located in Austin, Texas. In particular, the Fieldbus protocol including constraints of values that are required under the Fieldbus protocol is described in detail in "Wiring and Installation 31.25 Kbits/sec. Voltage Mode Wire Medium Application Guide" Foundation Fieldbus, 1996.

[0035] Generally, the Fieldbus protocol is a digital, serial, two-way communication protocol that provides a standardized physical interface to a two-wire loop or bus interconnecting process control equipment such as sensors, actuators, controllers, valves, etc. included within an instrumentation or process control environment. The Fieldbus protocol provides, in effect, a local area network for field instruments (field devices) within a process, which enables these devices to perform control functions at locations distributed throughout a process and to communicate with one another before and after the performance of these control functions to implement an overall control strategy. Because the Fieldbus protocol enables control functions to be distributed throughout a process control network, the protocol reduces the complexity of, or entirely eliminates the necessity of, the centralized process controller. However, the distributed nature of the system adds complexity when managing the system and determining the physical location of problem devices when trouble shooting and managing the system.

[0036] The Fieldbus protocol allows for managing of the field devices and overall process control system by providing communication via device descriptions and function blocks. Field devices are field instruments such as transmitters and valves with processors that monitor device performance and state. A device description is similar to a driver for the device. For field devices, the device description includes the calibration procedures, parameter procedures, and other information required by the control system to communicate with the field device. Field devices notify the control system of standard operating parameters and are self diagnosing and capable

of reporting device problems such as instrument out of calibration to the control system. Each field device has a unique physical device tag and a corresponding network address.

[0037] For managing field devices, many types of communication is available, including: obtaining port and communication statistics, obtaining status of the field device, viewing and changing resource configuration and parameters, initiating master reset or self test of the field device, displaying status of the sensors and changing the sensor upper, lower and zero trim. By providing spatial information with the managing communications listed above, the managing features of the process control system are more efficient and easier to use.

[0038] Referring to Fig. 1B, the controller/multiplexer and process portion of the process control network 100 of Fig. 1A conforming to the Fieldbus protocol is shown. The network includes a controller/multiplexer 110, which is coupled to one or more processes 112 comprised of a plurality of field devices via a bus 142. The bus 142 includes a plurality of sections or segments having corresponding lengths as well as other characteristics. The bus 142 also may include one or more junction boxes 144 (JB1, JB2, JB3), which are often referred to as "bricks." Each junction box 144 may be coupled to one or more bus devices 146 and to the bus 142. The controller/multiplexer 110 is also coupled to at least one power supply 148. The network illustrated in Fig. 1b is illustrative only, there being many other ways in which a process control network may be configured using the Fieldbus protocol.

[0039] Process control network 100 includes a number of spatial characteristics such as the spur length of a particular communication section, the overall length of the bus, the total number of process control devices coupled to a particular junction box, and the physical location of the controllers and devices with respect to the layout of the refining or manufacturing facility. These spatial characteristics may be automatically measured and calculated during the configuration of the system, using the spatial information regarding the physical layout of the facility. Process control network 100 also includes a number of non-spatial characteristics such as the voltage drop across communication sections, the total current draw of a segment, and the types of devices in the system. These non-spatial characteristics are provided by the user when configuring the system. Tool 120 analyzes these characteristics to determine whether the process control network corresponds to the desired standard protocol.

[0040] Once the configuration of the process control system has been completed, tool 120, including data defining the spatial layout of the system in the facility, can be used for managing of the process control system using any of the workstations 102, 104 or 106. The function of managing the process control system includes such functions as diagnostics, online debugging, alarm monitoring and device maintenance. During diagnostics and alarm monitoring, when a valve or other device fails, the representation of the device on the screen of the display device may blink in the spatial view of the facility and be easily found. The device's tag name as well as the spatial location of the device can be used to identify the valve or other device. During online debugging, the values of the connectors and attributes in the function blocks can be shown in the spatial view of the facility allowing the user to more easily ascertain the current conditions of the system. During device maintenance, by selecting a device in the spatial view, current conditions and information about the device can be obtained, such as the current flow rate or latest maintenance records.

[0041] The process control environment 100 exists in a configuration model or configuration implementation 210 and a managing or run-time model or implementation 220 shown in Figure 2. In the configuration implementation 210, the component devices, objects, interconnections and interrelationships within the process control environment 100 are defined and related to the spatial information regarding the physical layout of the facility. In the run-time implementation 220, operations of the various component devices, objects, interconnections and interrelationships are performed. The configuration implementation 210 and the run-time implementation 220 are interconnected through an ASCII based download language. The download language creates system objects according to definitions supplied by a user and creates instances from the supplied definitions. In addition to downloading definitions, the download language also uploads instances and instance values. The configuration implementation 210 is activated to execute in the run-time implementation 220 using an installation procedure.

[0042] The process control environment 100 includes multiple subsystems with several of the subsystems having both a configuration and a run-time implementation. For example, a process graphic subsystem 230 supplies user-defined views and operator interfacing to the architecture of the process control environment 100. The process graphic subsystem 230 has a process graphic editor 232, a part of the

configuration implementation 210, and a process graphic viewer 234, a portion of the run-time implementation 220. The process graphic editor 232 is connected to the process graphic viewer 234 by an intersubsystem interface 236 in the download language. The process control environment 100 also includes a control subsystem 240 which configures and installs control modules and equipment modules in a definition and module editor 242 and which executes the control modules and the equipment modules in a run-time controller 244. The definition and module editor 242 operates within the configuration implementation 210 and the run-time controller 244 operates within the run-time implementation 220 to supply continuous and sequencing control functions. The definition and module editor 242 is connected to the run-time controller 244 by an intersubsystem interface 246 in the download language. The multiple subsystems are interconnected by a subsystem interface 250.

[0043] The configuration implementation 210 and the run-time implementation 220 interface to a master database 260 to support access to common data structures. Various local (non-master) databases 262 interface to the master database 260, for example, to transfer configuration data from the master database 260 to the local databases 262 as directed by a user. Part of the master database 260 is a persistent database 270. The persistent database 270 is an object which transcends time so that the database continues to exist after the creator of the database no longer exists and transcends space so that the database is removable to an address space that is different from the address space at which the database was created. The entire configuration implementation 210 is stored in the persistent database 270.

[0044] The run-time implementation 220 interfaces to the persistent database 270 and to local databases 262 to access data structures formed by the configuration implementation 210. In particular, the run-time implementation 220 fetches selected equipment modules, displays and the like from the local databases 262 and the persistent database 270. The run-time implementation 220 interfaces to other subsystems to install definitions, thereby installing objects that are used to create instances, when the definitions do not yet exist, instantiating run-time instances, and transferring information from various source to destination objects.

[0045] Referring to Fig. 3, a flow diagram illustrating the operation of the tool 120 is shown. The different steps of the tool 120 operate according to a "Wizard" functionality as is present in various programs which run under a WINDOWS™

operating system. After each step is completed, the user then transfers' to the next step by actuating a "NEXT" button or the like. If the user does not want to proceed then the user can exit the tool by actuating an "EXIT" button or the like.

[0046] In Step 310, the user provides the tool with information relating to the non-spatial characteristics of the process control network. This information includes such things as information about the customer, the devices used, calibration data, tag names, cable type, power supply characteristics and card, segment, and junction configuration information. The customer information may include the name of the customer, the name of the company, the location of the facility at which the network is located, the name of the representative providing the tool and the name of a contact for that representative. The card configuration information may provide the user with information about the type of cards used and operations which are used for analyzing the process control network 100. The segment configuration information may include the voltage of the power supply, the cable type (including information about the gauge of the wire that is used within the cable as well as other characteristics of the cable). The junction configuration information may include information regarding devices that are coupled to the junction and how the coupling to the junction is configured, including spur cable type, and the type of instrument that is coupled to the junction box. In the preferred embodiment, the instrument is a device that conforms to the Fieldbus protocol. The user may optionally assign an identification tag to the instrument.

[0047] To configure a card, a user selects a controller card from a list of available controller cards. After the card is selected, then the pertinent information for the selected controller card may be provided to the tool. Essentially, by selecting a controller card, the user configures a segment of the network. In the preferred embodiment, each controller card may control two segments. However, depending upon the controller card, more or less segments may be controlled by a controller card. While the segments are being configured, the user may access a summary of the information that has been provided to the tool 120.

[0048] In Step 320, the user provides spatial information regarding the facility to the tool. In particular, the physical layout of the facility including floor plan size, instrument type, size, and location, and wire frame representations are provided. This

information may be provided to the tool by the user or imported from another tool such as a 3D Toolkit, for example, Open Inventor from TGS.

[0049] In Step 330, function blocks are created and activated. In the Fieldbus protocol, function blocks provide the control of system behavior and can include such functions as calibration procedures, parameter procedures, and communication procedures. Each Fieldbus device may have several function blocks. The arrangement and interconnections of the blocks determine the function of the Fieldbus devices.

[0050] In Step 340, the physical layout of the process control system is applied to the spatial information regarding the facility layout. Function blocks and devices are wired together, typically following wire frames and the wiring of other devices in the facility. The layout may be done manually by the user or the tool 120 may automatically generate the physical layout of the process control system. Information such as the length of a segment of cable from a controller to a junction or from a junction to another junction and the length of a spur may be automatically generated and calculated from the spatial layout of the refining or manufacturing facility. In another embodiment, the connection of the function blocks and devices can first be connected logically, and at a later time applied to the spatial information regarding the facility.

[0051] In Step 350, the configuration of the process control system is checked for conformance to the requirements of the selected protocol. All of the spur lengths of a segment are checked to assure that the spur lengths do not exceed a predetermined spur length as defined by the standard protocol. The spur lengths are limited by the number of instruments on the segment (per segment). That is, the fewer is the number of instruments, the longer will be the allowable spur length per segment. The number of devices per segment is also checked to assure that the number of devices do not exceed a predetermined number of devices. The number of devices that are allowed may vary based upon the controller that is used by the process control network. In the preferred embodiment, the controller allows 16 devices to be coupled to the bus per segment. However, the present Fieldbus standard allows up to 32 devices to be coupled to the bus per segment. The total current draw per segment is checked to assure that the current draw does not exceed the maximum current draw allowed by the standard protocol. In the preferred embodiment, the maximum current draw

allowed is 375 mAmps/segment. The total segment cable length (including spur length) is checked to assure that the length does not exceed the maximum segment length allowed by the protocol standard. In the preferred embodiment, the maximum segment length allowed is 6232 feet or 1900 meters. The minimum voltage per segment is checked to assure that the voltage at any device which is coupled to the process control network exceeds or equals the voltage set forth by the standard protocol. In the preferred embodiment, this voltage is 12.5 volts. If one or more of the values are not within the limits defined by the protocol, the user may return to step 340 to revise the configuration of the process control network.

[0052] Once the process control network has been configured, the user can begin managing the process control system (step 360), utilizing the non-spatial and spatial information supplied. For managing field devices, many types of communication are available, including: obtaining port and communication statistics, obtaining status of the field device, viewing and changing resource configuration and parameters, initiating master reset or self test of the field device, displaying status of the sensors and changing the sensor upper, lower and zero trim. By providing spatial information with the managing communications listed above, the managing features of the process control system are more efficient and easier to use.

[0053] The spatial information regarding the facility can be fully three dimensional, including three dimensional walls, devices, workstations etc. The spatial information regarding the facility may also be a two dimensional blue print of the facility with the configuration of the process control system mapped thereon, or any combination of two and three dimensions as suits the user application.

[0054] In other embodiments, the tool may provide the user with a manner of obtaining a bill of materials for the process control network design. The tool may also automatically provide the layout of the process control system within the physical layout of the facility and assure that the protocol requirements are met. In another embodiment, the user can configure the system without providing the spatial information of the facility, and at a later time add the spatial information for use in the management of the process control system. It will be appreciated that while functions are described as having a certain order of events, any other order in which the information is provided or the steps completed is within the scope of the invention.

[0055] Referring to Fig. 4, a screen presentation of the configuration portion of the tool using the logical connections of the process control system are shown in the main control window of the tool 120. The screen representation of tool 120 includes textual pull down menus 402, pictographic menu 404, a stencil portion presentation 406 and a diagram portion screen presentation 408. Stencil items 420 are displayed within the stencil portion presentation 406. The user's diagram of the process control environment design is presented in the diagram portion screen presentation. This diagram of the process control design environment is referred to as the process control environment view. Each of the presentations in the main window is re-sizable and relocatable by the user in accordance with known windowing techniques. The tool 120 tracks the location and size of the panes of the main window by maintaining persistent object data including coordinates within the two-dimensional display, as well as style and other information.

[0056] When designing a process control environment using logical connections, a user simply actuates a stencil item from the stencil portion presentation 406, drags the actuated stencil item to a desired location within the diagram portion screen presentation 408 and drops the actuated stencil item in a desired location. Control studio object system 130 then creates a diagram item that allows the diagram to create an object with all of the information necessary for configuring a process control environment. Because the stencil items are objects which include all of the necessary information for the diagram to configure a process control environment, when the process control environment design is completed within the diagram portion, this design may be directly downloaded to the appropriate portions of the process control environment.

[0057] Referring to Fig. 4 and Figs. 5A - 5C, screen presentations of the spatial layout portion of the tool using spatial information of the facility in the layout of the process control system are shown. The tool provides for viewing of different angles and magnifications of the spatial layout of the process control system. The presentation may be in grayscale or in color. The screen presentations may be included within a window of tool 120 in a manner analogous to the diagram portion screen presentation window 408. However, other ways of presenting the spatial information are within the scope of the invention.

[0058] When designing a process control environment using the spatial information of the facility, a user starts by either importing the physical layout of the facility or by creating the layout in the diagram portion of the main control window of the tool 120. To add field devices or functions, a user simply actuates a stencil item from the stencil portion presentation 408, drags the actuated stencil item to a desired location in the spatial representation of the facility within the diagram portion screen presentation 408 and drops the actuated stencil item in a desired location. As well as rectangular representations of functions, the stencil items include three dimensional representations of items found in a refining or manufacturing facility, such as valves, pumps, tanks, pipes, etc. A spatial portion of the control studio object system 130 then generates a diagram item with the information necessary for configuring a process control environment within the spatial layout of a facility. Because the stencil items are objects which include all of the necessary information for the diagram to configure a process control environment within the spatial layout of a facility, when the process control environment design is completed within the diagram portion, this design may be directly downloaded to the appropriate portions of the process control environment including the spatial portion of the control studio object system.

[0059] Referring again to Figs. 5A - 5C, examples of spatial screen presentations 452-456 are shown including an example of the physical layout of the facility in a spatial view. More specifically, Figure 5A shows a presentation 452 of a physical layout of a facility over a schematic view of the facility. The spatial presentation further includes a physical and logical representation of the various components of the process control environment. Accordingly, a user may advantageously view the physical locations of the various components of the process control environment superimposed over a schematic view of the facility. Figs. 5B and 5C show enlarged and rotated views 454-456 of portions of the diagram presentation of Fig. 5A. Figs. 5B - 5C thus show examples of how a user can access portions of the diagram presentation such as that shown in Fig. 5A to obtain a better view of particular portions of the process control environment. It will be appreciated that the spatial presentation need not necessarily be superimposed over the schematic view.

[0060] In an alternate embodiment of the process control environment 100, the spatial layouts 452-456 illustrated in Figs. 5A-5C may be combined with a block

presentation of various control system elements. For example, in an implementation of the process control environment, a block representation of the process may be super-imposed on one of the spatial layouts 452-456 to provide a user a better understanding of the process environment. Moreover, a simulation representation of the process may also be superimposed on such a spatial layout.

[0061] Fig. 6 illustrates such an alternate implementation of the process control environment 460. Note that the process control environment 460 includes a number of elements similar to the process elements of the process control environment 100 illustrated in Fig. 1A. However, the process control environment 460 additionally includes a portable computing device 462 that is communicatively connected to the LAN 108. The portable computing device 462 may be, for example, a hand-held device, a wearable computer, a personal data assistant (PDA), etc. In an implementation, the portable computing device 462 may be connected to the LAN 108 in a wireless manner.

[0062] The portable computing device 462 may be used to present a graphical presentation of process plant along with the spatial layouts 452-456 of the process. Using the portable computing device 462 to view graphical representation of the process plant allows a user to communicate with plant operator while moving around to various locations in the plant. A user in the field may use such a portable computing device 462 to collaborate with a plant operator while viewing the graphical presentation of the plant in relation to the spatial layouts 452-456. In such a situation, a user in the field may utilize combination of process control information, process simulation information, three dimensional visualization of the process, and spatial layouts 452-456 of the plant to get more information about an equipment or a process that may need maintenance, update, etc.

[0063] Now referring to Fig. 6, the portable computing device 462 includes a processor 464, a memory 466, a display 468, one or more input/output or user interface device 470 such as a keyboard, light pen, a microphone, etc., and a wireless communicator 472. The memory 466 may be any of volatile and/or non-volatile memory and may include a number of programs that may execute on the processor 464, one or more database that be used by the programs, etc.

[0064] For example, in an implementation, the memory 464 includes a graphic generation and storage program 474 that generates block presentations of the process, the spatial layouts 452-456, simulation presentations of the process, etc. The graphic generation and storage program 474 may present a combination of such graphics on the display 468. The memory 466 may also include a process simulator program 478 that may generate simulation information related to various elements of the process. A graphical display editor 480 stored on the memory 466 may allow a user to make changes to the block presentation of the process on the display 468.

[0065] An implementation of the portable computing device 462 may also include a geographic positioning system 482 that allows a user to determine the geographic position of the portable computing device 462 in relation to various sections of a process plant. Additionally, when a user is using a portable device to view the graphical representation of the process and spatial layouts 452-456 of the plant, the user may use geographic positioning capabilities to determine the position of portable computing device 462 in relation to various sections of the plant, the position of various devices in relation to the user's location in the process plant, etc. Such capability allows the user to more easily access a process device that may need his/her immediate attention.

[0066] In an alternate embodiment, geographic positioning devices may be incorporated at one or more locations in the process plant and information related to geographic position of various parts of the process plant, various devices in the plant, etc., may be incorporated with the spatial layouts 452-456 of the process plant.

[0067] Fig. 7A illustrates an example graphical representation 500 of process elements, which may be used for simulating processes within a process plant and presenting such simulations along with the screen representations of the spatial layouts 452-456. The graphical representation 500 may be generated by the graphic generation and storage program 474 and stored in the memory 466. The graphical representation 500 depicts a recycle tank 502, an input control valve 504 and output control valves 506 and 508. As one of ordinary skill in the art would recognize, a number of other elements, such as pumps, heaters, mixers, etc., may also be represented in the graphical representation 500.

[0068] The graphical representation 500 may be combined with the spatial layouts 452-456 and a block representation of the process control environment for process simulation and/or operator training purposes. In particular, such graphical representation of process elements may be combined with a three dimensional spatial layout to provide users with a more realistic visualization of the plant equipment, plant operations, condition of the plant, location of equipment alerts, maintenance requests, etc.

[0069] Presenting process simulation along with a spatial layout of the facility improves the overall ability of plant operators to operate and diagnose the plant, to increase an operator's awareness of the plant conditions and plant processes, to reduce plant shutdowns by combining abnormal situation prevention with a more realistic visualization of where the problems are occurring in the plant, to increase efficiency of project engineering, to improve operator training, to improve effectiveness of simulation applications, etc.

[0070] Now referring to Fig. 7A, connections between the graphical elements 502-508 via pipings, ducts, conveyors, wires, etc., may also be shown. As illustrated in Fig. 7A, the recycle tank 502 is connected to the valves 504-508 via pipes. Fig. 7A illustrates that the input valve 504 controls flow of make-up fluid into the recycle tank, the input valve 506 controls flow of fluid to be recycled, while the output valve 508 controls the flow of fluid to a reactor. Furthermore, the graphical representation 500 may also illustrate dynamic values related to various elements, measurements of various process characteristics, as well as data from other sources, such as maintenance information related to the elements, simulation information related to the elements, etc.

[0071] For example, process information about the recycle tank 502 may provide valuable information such as what operation the recycle tank 502 is performing, how the recycle tank 502 is connected, what is happening inside the recycle tank 502, etc. The graphical representation 500 may also show one or more dynamic simulation values related to the recycle tank 502 including composition calculations, mass balance, energy balance, custom calculations, etc., related to the fluid inside the recycle tank 502. Such dynamic simulation information may be changed and made visible in response to a user's selection of the operation environment. For example, a user may select an off-line simulation environment when simulation

information related to the recycle tank 502 is displayed. Alternatively, the user may select an online environment when actual process information related to the recycle tank 502 is displayed with the graphical representation. Fig. 7B illustrates an exemplary online representation showing various process parameters related to the recycle tank 502 and related process elements.

[0072] In an embodiment of the graphical representation 500, additional elements may be added in form of graphical layers. For example, an instructor layer may be added to the graphical representation 500 to indicate various training related information. Fig. 7C illustrates an exemplary off-line representation for a user having “instructor” privileges, in which added layer of information is shown. In such an off-line representation, if an instructor selects a graphical element such as a manual valve, a face-plate 520 may be presented to allow the instructor to make changes to the selected element. For example, the face-plate 520 may include a control knob 522 that may be used for opening or closing the manual valve controlled by the face-plate 520.

[0073] In such an off-line environment, the instructor layer may also allow a user to change behavior of an element using the face-plate 520 and, in response to such a change in behavior, present a detailed display related to changes in parameters related to various elements. For example, an instructor may be allowed to add a disturbance to the process at a particular element, bias a measurement value, add noise to a measurement value, change the measurement value to a fixed value, change measurement status, etc., and observe the response to such a change on parameters related to various elements on the off-line graphical representation.

[0074] In an online control system there is often control logic which is designed to work with an external part of the system and such an external part of the system often has control strategy that is running separate from the control strategy included in the off-line environment. Any local control logic associated with such external system may also be included in the off-line simulation presentation by associating such external control logic with the process control elements shown in the graphical presentation 500. For example, there may be a separate control strategy controlling the input valve 504 and a local control strategy may interact with the input valve 504 by providing settings or reading values from an external control strategy. When running off-line, the control strategy that was controlling the input valve 504 is no

longer present. While simulating a process that includes the input valve 504, a user can work directly with the simulation of the input valve 504 and in such a case the user does not have to worry about the external control strategy.

[0075] An implementation of the tool 120 may include a graphical display editor having a number of display pallets to support creation of graphic displays. Such a graphical display editor may be implemented in the graphical display editor 480 stored in the memory 466. A user may select different elements as well as various properties to be attached to such elements from the pallets to edit the online graphical representation or the off-line graphical representation of the process plant. Subsequently, such a graphical presentation may be super-imposed on the three dimensional presentation of a process plant facility layout.

[0076] The graphical display editor 480 may include a calculation and control pallet including elements to access information from function blocks used in control and calculation, such as a PID (Proportional-Integral-Derivative) function block, a set-point function block, a process variable function block, etc. A properties and measurement pallet may include elements used to access/specify field measurements and simulated properties associated with various process equipments and connections. An actuator pallet may include elements representing field devices used to set or regulate process streams. A processing pallet may include elements representing various common process equipments. Additionally, a custom pallet may include elements that allow a user to add equipment that is specific to a particular process in the graphical display of that particular process.

[0077] An implementation of the tool 120 may also include a process simulation editor that allows a user to create and/or edit an off-line simulation presentation. The process simulation editor may allow a user to add function blocks, streams, and their associated connections to the simulation presentation. Such a process simulation editor may be stored in the process simulator 478 of the memory 466. Generally speaking, there is a one to one connection between graphical representation of various process elements and simulation function blocks used to represent these process elements. Therefore, it may be possible for a user to construct a graphic display using the process simulation editor and to generate its corresponding process simulation. For example, a user may select process elements

such as a valve, a tank, a pump, etc., as part of a process module in the simulation presentation.

[0078] Subsequently, to create such a process simulation, a user may select a process block representing a control module within a process control system and select process elements such as an actuator, a connection element, a measurement element, etc., to be attached to the process block. Associations between input/output blocks attached to a control module, measurement blocks attached to a control module, etc., and the process elements such as the actuators, etc., may be established using point and click operations between these blocks.

[0079] The process blocks corresponding to the control modules may be characterized by the following common features: (1) the process block input connections and the parameters of the process block may be used in simulation, (2) process measurements associated with a simulated property or parameter may be referenced in a process block to allow correction for model error and unmeasured disturbances, (3) number of inputs and outputs connections supported by the process blocks may be defined as extensible, (4) results from the execution of the process blocks may be reflected in the process block output connections or as parameters of the process blocks, (5) a process block algorithm may be defined as a step response or may be entered by the user in a manner similar to a calculation/logic process block, and when the process block algorithm is entered, a user may independently specify the dynamic for each output, (6) local panel inputs, external system inputs and/or logic that is directly associated with a processing element may be included in the process block algorithm containing those processing elements, and (7) a common set of parameters may be supported for input and output connections to the process blocks.

[0080] Parameters associated with the input and output connections to the process blocks may be communicated between various process blocks as an array/structure of parameters including, for example, connection condition (good/bad), mass flow rate at the connection, pressure at the connection, temperature at the connection, specific heat at the connection, density of fluid at the connection, etc. Additionally, other parameters, such as composition of steam at a connection, etc., may also be required to be specified.

[0081] Moreover, to support a more flexible set of parameters, an array of connection parameters may include a standard and an extended stream block of parameters. In such a case, as a part of the extended stream block, a user may select a set of pre-defined group of data. For example, an extended parameter set associated with fuel input to a function block representing a boiler may include parameters specifying fuel composition set, carbon weight of the fuel, hydrogen content in the fuel, sulfur content in the fuel, oxygen content in the fuel, amount of moisture in the fuel, nitrogen content in the fuel, etc. Similarly, an expanded parameter set associated with steam input to a function block representing a turbo-generator may include parameters specifying steam composition set, enthalpy of steam entering the turbo-generator, enthalpy of steam exiting the turbo-generator, etc. Such an extended stream block may only be allowed to connect to a process block that utilizes such extended set of parameters. Moreover, such expanded set of parameters may also be used for providing high fidelity simulation wherein some of the expanded parameters may be provided as visible process graphic on some streams.

[0082] During off-line simulation environment, measurement elements related to various function blocks may provide simulated measurement values to a user upon clicking on such elements. Such simulated measurement values may be saved for comparison with actual measurement values. During online operation, measured values may be provided to the function blocks and users may see such actual measured values upon clicking on elements within the function blocks. During online operation, a function block may compare the actual measurement values of parameters with simulated measurement values and provide an indication to a user of the difference between the two. Alternatively, actual or simulated measurement values may be shown in three dimensional graphical forms along with the function block. Additionally, the function blocks may also store the actual measurement values over a period of time and show the trends in the measurement values over time using the graphical presentation 500.

[0083] While the preceding text sets forth a detailed description of numerous different embodiments of the invention, it should be understood that the legal scope of the invention is defined by the words of the claims set forth at the end of this patent. The detailed description is to be construed as exemplary only and does not describe every

possible embodiment of the invention since describing every possible embodiment would be impractical, if not impossible. Numerous alternative embodiments could be implemented, using either current technology or technology developed after the filing date of this patent, which would still fall within the scope of the claims defining the invention.

[0084] Other embodiments are possible within the claims. For example, while the protocol in which the preferred embodiment is described analyzes a process control network for a Fieldbus protocol, it will be appreciated that any protocol may be analyzed by adjusting the appropriate constraints. Also, for example, while the preferred embodiment operates under a WINDOWS™ operating system and uses a Wizard type of presentation, it will be appreciated that these details are not intended to be limiting of the overall concept of the invention.

[0085] While particular embodiments of the present invention have been shown and described, it will be obvious to those skilled in the art that changes and modifications may be made without departing from this invention in its broader aspects and, therefore, the appended claims are to encompass within their scope all such changes and modifications as fall within the true spirit and scope of this invention, including but not limited to implementations in other programming languages. Additionally, while the preferred embodiment is disclosed as a software implementation, it will be appreciated that hardware implementations such as application specific integrated circuit implementations are also within the scope of the following claims.

In the claims:

1. A method for managing a process plant having a plurality of equipment and a process control network, the process control network including a computer having a processor, a display and a memory, the method comprising:
 - storing in the memory information regarding a spatial layout of the plurality of equipment;
 - storing in the memory information regarding a configuration of a plurality of devices associated with the process control network;
 - storing in the memory a plurality of function blocks adapted to control the plurality of devices;
 - presenting the spatial layout of the plurality of equipment on the display; and
 - presenting on the display the plurality of function blocks in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

2. The method of claim 1, wherein presenting the spatial layout of the plurality of equipment further comprises presenting the spatial layout of the plurality of equipment in three dimensional graphics.

3. The method of claim 1, further comprising:
 - obtaining process information from the plurality of devices associated with the process control network; and
 - presenting on the display the process information in relation to the plurality of function blocks.

4. The method of claim 3, wherein obtaining process information from the plurality of devices further comprises obtaining process simulation information related to the plurality of devices.

5. The method of claim 4, further comprising:

allowing a user to change a value of a parameter related to at least one of the plurality of function blocks;

generating the process simulation information in response to the changed value of the parameter; and

presenting the process simulation information in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

6. The method of claim 3, wherein obtaining the process information from the plurality of devices further comprises obtaining at least one of: (1) mass balance related to the plurality of devices; (2) energy balance related to the plurality of devices; (3) custom calculations related to the plurality of devices; and (4) composition calculations related to the plurality of devices.

7. The method of claim 1, further comprising:

storing in the memory instructor layer graphic including a plurality of graphical elements representing the plurality of devices; and

presenting on the display the instructor layer graphic in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

8. The method of claim 7, wherein the instructor layer graphic is presented in at least one of: (1) an online process control environment; and (2) an off-line process control environment.

9. The method of claim 8, wherein the off-line process control environment presentation of the instructor layer graphic allows a user to change parameters related to at least one of the plurality of graphical elements.

10. The method of claim 7, further comprising providing a graphic display editor to allow a user to modify the instructor level graphic.

11. The method of claim 10, wherein the graphic display editor provides a plurality of display pallets, including at least one of: (1) a calculation and control pallet; (2) a properties and measurement pallet; (3) an actuators pallet; (4) a processing pallet; and (5) a custom pallet.

12. The method of claim 3, further comprising:
monitoring performance of the plurality of devices;
generating performance statistics related to the performance of the plurality of devices; and

presenting the performance statistics in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

13. The method of claim 3, wherein presenting the process information from the plurality of devices further comprises presenting the process information from the plurality of devices on a hand-held device.

14. The method of claim 13, wherein the hand-held device is wirelessly connected to the process control network.

15. The method of claim 13, further comprising:
generating geographic positioning data providing the position of the hand-held device; and

displaying the position of the hand-held device in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

16. The method of claim 1, further comprising:

providing process simulation in relation to the spatial layout of the plurality of equipment, the process simulation including a plurality of process blocks; and

associating each of the plurality of process blocks to at least one of a plurality of process graphic elements.

17. The method of claim 16, wherein the process blocks include input and output connections, each of the input and output connections having a number of associated parameters including at least one of: (1) connection quality; (2) mass flow; (3) pressure; (4) temperature; (5) specific heat; and (6) density.

18. A system for managing a process plant having a plurality of equipment and a process control network, the system comprising:

a plurality of process control devices; and

a computer communicatively connected to the plurality of process control devices, the computer comprising:

a processor,

a display, and

a memory adapted to store:

information regarding a spatial layout of the plurality of equipment,

information regarding a configuration of the plurality of process control devices associated with the process control network,

a plurality of function blocks adapted to control the plurality of process control devices, and

a computer program code adapted to be operated on the processor to:

present the spatial layout of the plurality of equipment on the display, and

present the plurality of function blocks in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

19. The system of claim 18, wherein the computer program code is further adapted to obtain process information from the plurality of devices and to present the process information in relation to the plurality of function blocks.

20. The system of claim 19, wherein the computer program code is further adapted to provide process simulation information related to the plurality of process control devices.

21. The system of claim 18, wherein:

the memory is further adapted to store instructor layer graphic including a plurality of graphical elements representing the plurality of process control devices; and

the computer program code is further adapted to:

determine if a user has an instructor level privilege, and

present to the user the instructor layer graphic in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

22. The system of claim 21, wherein the memory is further adapted to store a graphic display editor adapted to allow a user to modify the instructor level graphic.

23. The system of claim 22, wherein the graphic display editor is further adapted to provide a plurality of display pallets, including at least one of: (1) a calculation and control pallet; (2) a properties and measurement pallet; (3) an actuators pallet; (4) a processing pallet; and (5) a custom pallet.

24. The system of claim 18, wherein the computer is a handheld device wirelessly connected to the process control network.

25. The system of claim 24, further comprising a geographic positioning device adapted to provide geographic position of the hand-held device in relation to the plurality of process control devices.

26. The system of claim 25, wherein the geographic positioning device is further adapted to present geographic position of the hand-held device in relation to the spatial layout of the facility on the display.

27. A process control network to manage a process plant, the process control network comprising:

a plurality of process control devices; and

a handheld device adapted to present: (1) a spatial layout of a plurality of equipment within the process plant, (2) a plurality of function blocks in relation to the spatial layout of the plurality of equipment, each of the plurality of function blocks controlling one or more of the plurality of process control devices, and (3) process information generated by at least one of the plurality of control devices in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

28. The process control network of claim 27, further comprising a geographic positioning apparatus adapted to provide geographic position of the handheld device in relation to at least one of the plurality of process control devices.

29. The process control network of claim 28, wherein the geographic positioning apparatus is further adapted to present geographic position of the handheld device and the geographic position of at least one of the plurality of process control devices in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

30. The process control network of claim 27, further comprising a process simulator adapted to allow a user to change value of a parameter related to at least one of the plurality of function blocks, to generate process simulation information in response to the changed value, and to present the process simulation information in relation to the spatial layout of the plurality of equipment.

31. The process control network of claim 30, further comprising a graphic display editor adapted to allow a user to modify the presentation of the plurality of function blocks and to attach input/output parameters to the plurality of function blocks.

ENHANCED TOOL FOR MANAGING A PROCESS CONTROL NETWORK**ABSTRACT**

A process control configuration and management system provides a plurality of function blocks representing a plurality of devices in relation to a spatial layout of a facility in which the process control system is implemented. The configuration and management system also provides process control information and process simulation information related to each of the plurality of devices in relation to the spatial layout of the facility. The configuration and management system may be implemented on a handheld device and it may include a geographic positioning system providing geographic positioning data related to the handheld device and various devices in relation to the spatial layout of the facility.

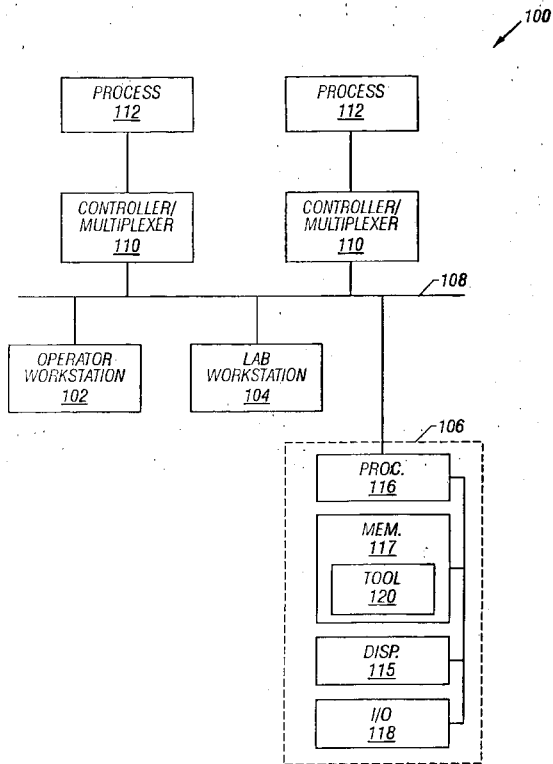


FIG. 1A

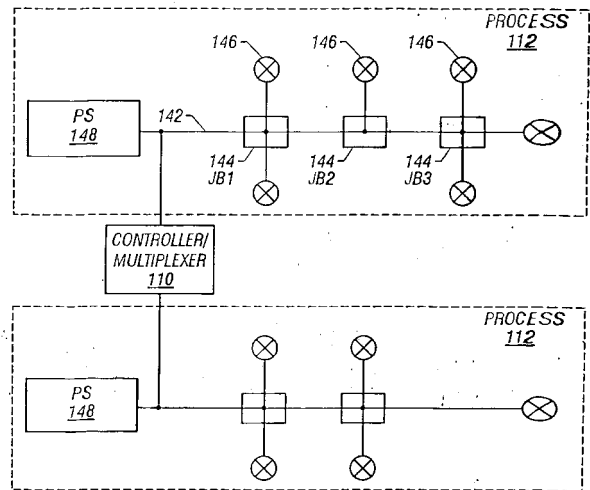


FIG. 1B

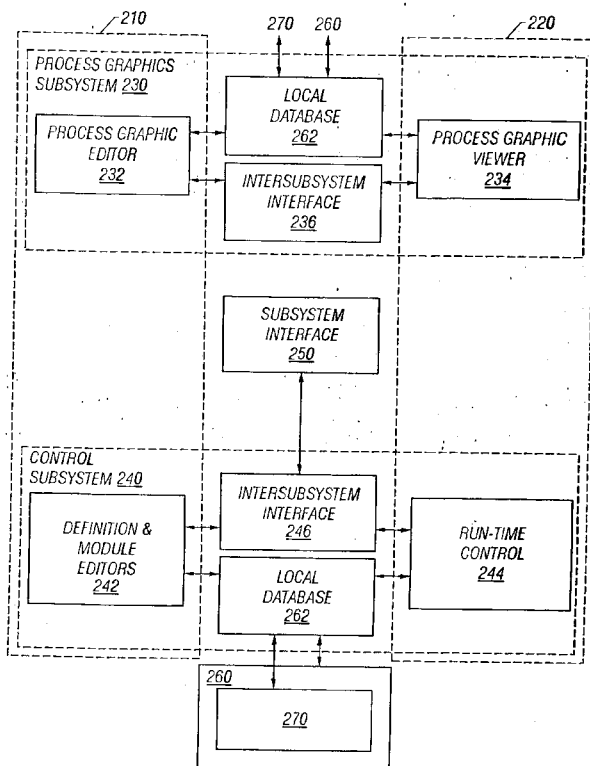


FIG. 2

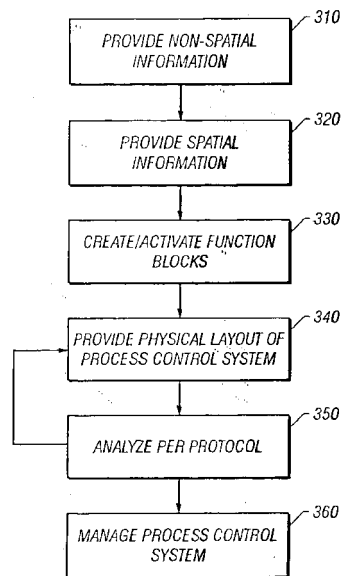


FIG. 3

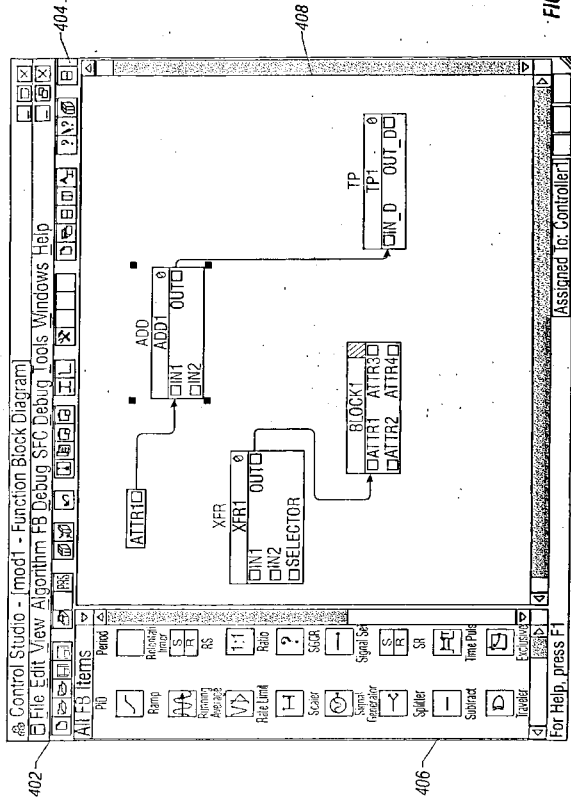


FIG. 4

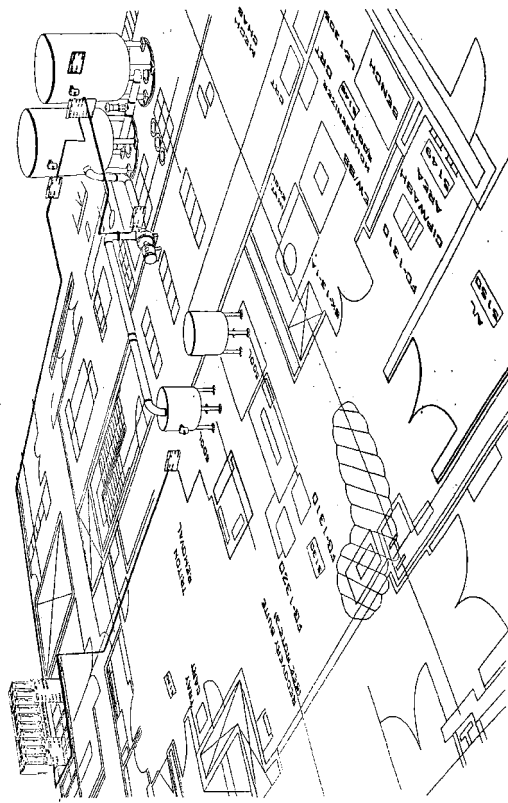


FIG. 5A

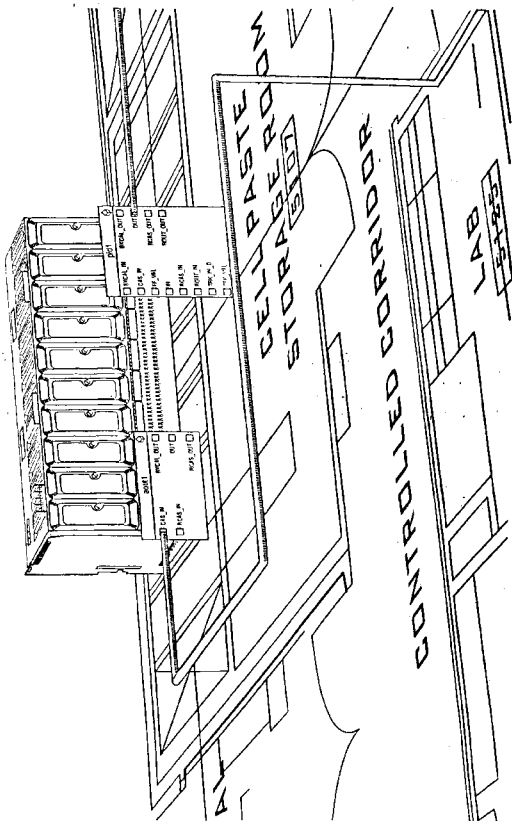


FIG. 5B

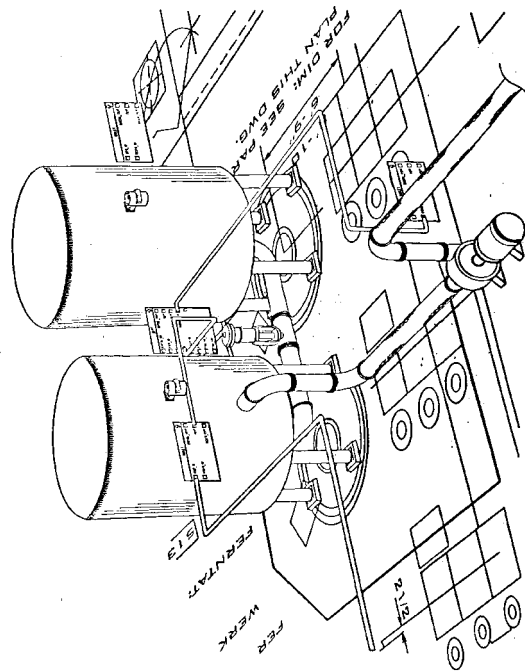


FIG. 5C

FIG. 6

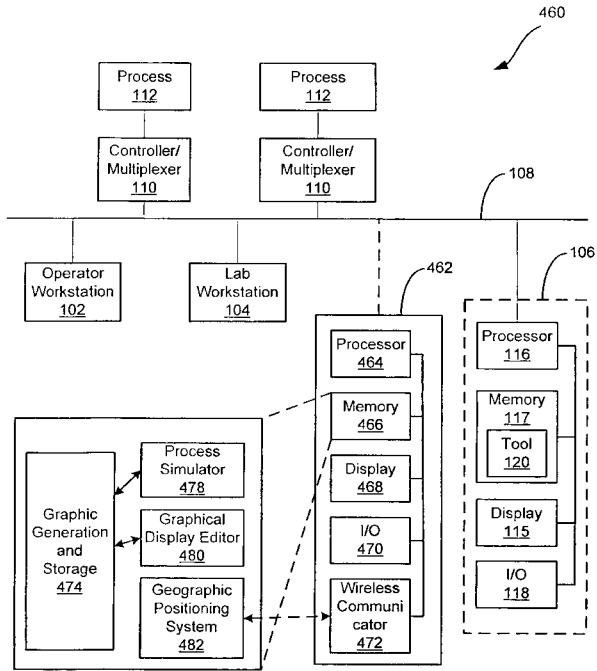


FIG. 7A

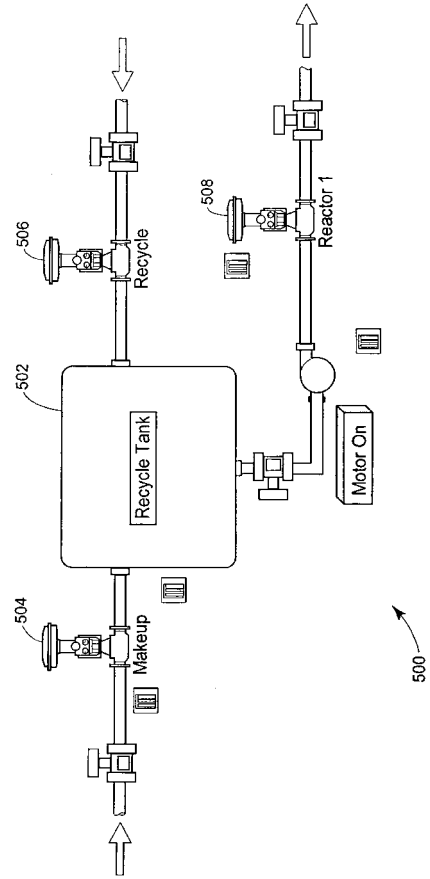


FIG. 7B

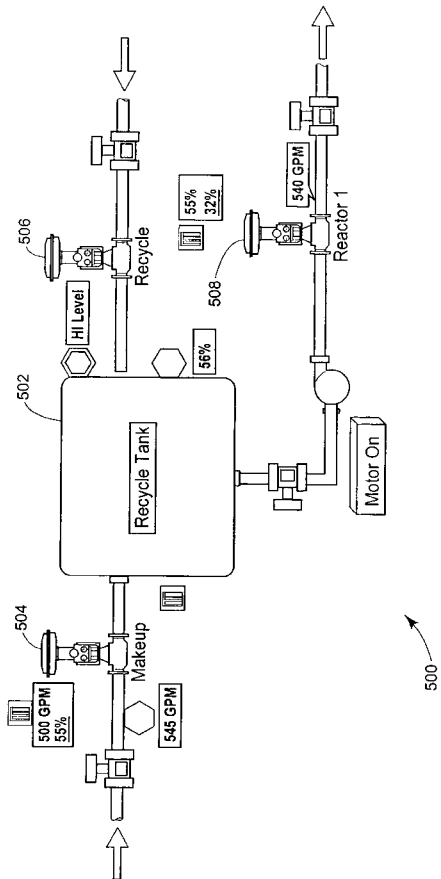


FIG. 7C

