



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0411720-4 B1

(22) Data do Depósito: 13/07/2004

(45) Data de Concessão: 28/03/2017



* B R P I 0 4 1 1 7 2 0 B 1 *

(54) Título: SISTEMA DE DIAGNÓSTICO PARA UM DISPOSITIVO DE CAMPO EM UM APARELHO DE CONTROLE DE PROCESSO, MÉTODO PARA MONITORAR O DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSO QUE INCLUI PELO MENOS UM DISPOSITIVO DE CAMPO, E, DISPOSITIVO DE CAMPO PARA UM APARELHO DE CONTROLE DE PROCESSO

(51) Int.Cl.: G05B 19/418; G05B 23/02

(30) Prioridade Unionista: 31/07/2003 US 10/631,254

(73) Titular(es): FISHER CONTROLS INTERNATIONAL LLC

(72) Inventor(es): KENNETH W. JUNK; ANNETTE L. LATWESEN

"SISTEMA DE DIAGNÓSTICO PARA UM DISPOSITIVO DE CAMPO EM UM APARELHO DE CONTROLE DE PROCESSO, MÉTODO PARA MONITORAR O DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSO QUE INCLUI PELO MENOS UM DISPOSITIVO DE CAMPO, E, DISPOSITIVO DE CAMPO PARA UM APARELHO DE CONTROLE DE PROCESSO"

Campo da tecnologia

A presente invenção diz respeito a sistemas de controle de processo e, mais particularmente, a sistemas e métodos de diagnóstico para sistemas de controle de processo.

Descrição da Tecnologia Relacionada

Sistemas de controle de processo distribuídos, como aqueles usados em processos químicos, de petróleo ou outros mais, tipicamente incluem um ou mais controladores de processo acoplados de forma comunicativa a um ou mais dispositivos de campo por meio de barramentos analógicos, digitais ou analógico/digital combinado. Os dispositivos de campo, que podem ser, por exemplo, válvulas, posicionadores de válvulas (por exemplo, posicionadores de válvula digitais), comutadores e transmissores (por exemplo, sensores de temperatura, pressão, nível e vazão) ficam localizados no ambiente de processo e realizam funções de processo, tais como abertura ou fechamento de válvula, medir parâmetros de processo, etc. Dispositivos de campo inteligentes, tais como dispositivos de campo de conformidade com o protocolo FOUNDATION® bem conhecido, podem também realizar cálculos de controle, funções de alarme e outras funções de controle normalmente implementadas no controlador. Os controladores de processo, que tipicamente também ficam localizados dentro ambiente de usina algumas vezes agressivo, recebem sinais indicativos de medições de processo feitas pelos dispositivos de campo e/ou outra informação pertinente aos dispositivos de campo e executam uma aplicação do controlador que roda, por exemplo, diferentes módulos de controle que tomam decisões do

controle de processo, geram sinais de controle baseados na informação recebida, tal como dispositivos HART e campo Fieldbus. Os módulos de controle no controlador transmitem os sinais de controle pelas linhas de comunicação aos dispositivos de campo para controlar assim a operação da usina de processo.

5 Informação proveniente dos dispositivos de campo e do controlador normalmente fica disponível por um barramento de transferência de dados a um ou mais outros dispositivos de hardware, tais como estações operadoras, computadores pessoais, históricos de dados, geradores de relatório, bases de dados centralizadas, etc., tipicamente colocados em salas de controle ou
10 outros locais fora do ambiente agressivo da usina. Esses dispositivos de hardware rodam aplicações que podem, por exemplo, permitir que um operador execute funções com relação ao processo, tais como mudar configurações da rotina de controle de processo, modificar a operação dos módulos de controle nos controladores ou nos dispositivos de campo, visualizar o estado atual do processo,
15 visualizar alarmes gerados pelos dispositivos de campo e controladores, simular a operação do processo com o propósito de treinar pessoal ou testar o suporte lógico de controle do processo, manter e atualizar uma base de dados de configuração, gerar relatórios sob a atividade e operação de seções ou unidades na usina de processo, etc.

20 Como um exemplo, o sistema de controle Delta VTN, vendido pela Risher Rosemount Systems, Inc. inclui múltiplas aplicações armazenadas e executadas por diferentes dispositivos localizados em diversos lugares em uma usina de processo. Uma aplicação de configuração, que reside em uma ou mais estações de trabalho de operador, permite que usuários criem ou mudem módulos
25 de controle de processo e transfiram esses módulos de controle de processo via um barramento de transferência de dados para controladores distribuídos dedicados. Tipicamente, esses módulos de controle são constituídos de blocos de função interconectados comunicativamente, que são objetos em um protocolo de programação orientado para objeto que realiza funções dentro do esquema de

controle baseadas em entradas nele e que fornece saídas para outros blocos de função dentro do esquema de controle. A aplicação de configuração pode também permitir que um projetista de configuração crie ou troque interfaces de operador que são usadas por uma aplicação de visualização para exibir dados a um operador e permitir que o operador mude as configurações, tais como pontos de ajuste, dentro das rotinas de controle de processo. A aplicação de configuração pode também permitir que um usuário especifique relacionamentos específicos entre módulos de controle e outras entidades de nível superior dentro da usina de processo, tais como equipamento e unidades para as quais os módulos de controle devem ser executados.

Cada controlador dedicado e, em alguns casos, dispositivos de campo, armazena e executa uma aplicação de controlador que roda os módulos de controle designados e transferidos para eles para implementar funcionalidade de controle de processo real. As aplicações de visualização, que podem rodar em uma ou mais estações de trabalho de operador, recebem dados da aplicação do controlador via um barramento de transferência de dados e exibem estes dados aos projetistas do sistema de controle de processo, operadores ou usuários usando as interfaces de usuário, e podem fornecer qualquer de inúmeras diferentes vistas, tais como uma vista do operador, uma vista do engenheiro, uma vista do técnico, etc. Uma aplicação de histórico de dados é tipicamente armazenada e executada por um dispositivo de histórico de dados que coleta e armazena alguns ou todos os dados providos pela barramento de transferência de dados, enquanto que uma aplicação de base de dados de configuração pode rodar ainda em um computador adicional anexado à barramento de transferência de dados para armazenar a configuração de rotinas de controle de processo atual e dados associados a ela. Alternativamente, a base de dados de configuração pode ficar localizada na mesma estação de trabalho que a aplicação de configuração.

Conforme notado antes, informação proveniente dos dispositivos de campo e do controlador são tipicamente disponibilizadas para uma ou mais

aplicações executadas pela estação de trabalho de operador. Isto permite que um operador execute qualquer função desejada com relação ao processo, tais como visualização do estado atual do processo, modificação da operação do processo, etc. Uma função importante é monitorar o desempenho de válvulas a fim de

5 detectar eventos do processo, tal como a abertura de uma válvula normalmente fechada, a fim de avaliar o desempenho do processo, por exemplo, para identificar uma possível necessidade de reparos ou manutenção.

Atualmente, coleta de dados disparada não existe em dispositivos de campo, tais como posicionadores de válvula digitais. Entretanto, a

10 possibilidade de disparar coleta de dados de um evento de processo predeterminado é particularmente útil em muitas aplicações, uma vez que o pessoal da usina pode não estar monitorando o dispositivo de campo, quando ocorre um evento de interesse. Por exemplo, válvulas de desvio de turbina e válvulas anti-surto de compressores são dispositivos de segurança que estão

15 normalmente fechados. Entretanto, se ocorrer um desengate, essas válvulas são levadas a uma condição de estrangulamento. É durante esses transientes intermitentes que dados devem ser coletados e a saúde da válvula de controle avaliada. Uma vez que desengates não são parte de condições operacionais normais, é improvável que essas válvulas sejam monitoradas quando ocorrer um

20 desengate.

Dessa maneira, existe uma necessidade de fornecer capacidade de disparo de hardware, suporte lógico inalterável e/ou suporte lógico de dispositivos de campo usados para sistemas de controle de processo para capturar dados, quando ocorrer um evento de interesse.

25 Sumário da Invenção

Em uma modalidade, é provido um sistema de diagnóstico para um dispositivo de campo em um aparelho de controle de processo. Pelo menos um sensor é associado com o aparelho de controle de processo, e um computador é adaptado para receber dados do sensor e detectar uma ocorrência de um evento

de processo predeterminado. Um dispositivo de memória é conectado de forma operante no computador e adaptado para armazenar dados recebidos pelo computador em um momento correspondente à ocorrência do evento de processo predeterminado.

5

Descrição Resumida dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama de blocos de uma rede de controle de processo distribuído localizada em uma usina de processo, incluindo dispositivos de campo e uma estação de trabalho de operador que são adaptados para implementar coleta de dados disparada.

10

A figura 2 é uma vista em perspectiva de um instrumento de campo exemplar montado em uma válvula de controle de processo.

A figura 3 é uma vista explodida de um posicionador de válvula digital;

15 A figura 4 é um diagrama lógico que representa uma rotina para implementar um método de gravar dados antes, durante e depois da ocorrência de um evento de disparo;

A figura 5 é uma representação de uma tela de exibição de computador mostrando uma página de definição do evento de disparo;

20 A figura 6 é uma representação de uma tela de exibição de computador mostrando dados coletados antes, durante e depois de um evento de disparo;

A figura 7 é uma representação de uma tela de exibição de computador mostrando um registro de eventos.

Descrição Detalhada da Invenção

25

Referindo-se agora à figura 1, uma rede ou sistema de controle de processo 10 inclui um ou mais controladores de processo 12 conectados a uma ou mais estações de trabalho ou computadores hospedeiros 14 (que podem ser qualquer tipo de computador pessoal, estação de trabalho ou outro computador) e a um histórico de dados 16 via uma conexão de comunicação 18. A conexão de

comunicação 18 pode ser, por exemplo, uma rede de comunicação Ethernet ou qualquer outro tipo desejado de rede de comunicação privada ou pública. Cada um dos controladores 12 é conectado a um ou mais dispositivos de entrada/saída (I/O) 20, 22, cada um dos quais, por sua vez, é conectado a um ou mais dispositivos de campo 25 a 39. Embora estejam ilustrados dois controladores 12 na figura 1 conectados a quinze dispositivos de campo, o sistema de controle de processo 10 poderia incluir qualquer outro número de controladores e qualquer número e tipos de dispositivos de campo. Certamente, os controladores 12 são conectados comunicativamente nos dispositivos de campo 25 a 39 usando qualquer hardware e suporte lógico desejado associado, por exemplo, com dispositivos 4-20 mA padrões e/ou qualquer protocolo de comunicação inteligente, tais como os protocolos Fieldbus ou HART. Conforme é de conhecimento geral, os controladores 12, que podem ser, a título de exemplo apenas, controladores Delta VTM comercializados pela Fisher Rosemount Systems, Inc., implementam ou supervisionam rotinas de controle de processo ou módulos de controle 40 armazenados neles ou, de outra forma, associados com eles, e que comunicam com os dispositivos 25 a 39 para controlar um processo de uma maneira desejada qualquer.

Os dispositivos de campo 25 a 39 podem ser qualquer tipo de dispositivo, tais como sensores, válvulas, transmissores, posicionadores, etc., enquanto que as placas I/O 20 e 22 podem ser qualquer tipo de dispositivo I/O de conformidade com um protocolo de comunicação ou controlador desejado qualquer, tais como HART, Fieldbus, Profibus, etc. Na modalidade ilustrada na figura 1, os dispositivos de campo 25, 27 são dispositivos 4-20 mA padrões que comunicam por redes analógicas com placa I/O 22A. Os dispositivos de campo 28, 31 estão ilustrados como dispositivos HART conectados a um dispositivo I/O HART compatível 20A. Similarmente, os dispositivos de campo 32, 39 são dispositivos inteligentes, tais como dispositivos de campo Fieldbus, que comunicam por barramento digital 42 ou 44 com placas I/O 20B ou 22B usando,

por exemplo, comunicações de protocolo Fieldbus. Certamente, os dispositivos de campo 25 a 39 e as placas I/O 20 e 22 poderiam estar de conformidade que qualquer outro padrão ou protocolo desejado além dos protocolos 2-40 ma, HART ou Fieldbus, incluindo qualquer padrão ou protocolos desenvolvido no futuro.

- 5 Conforme deve ficar entendido, cada um dos dispositivos de campo 25-39 é tipicamente associado com parte do equipamento, ou faz parte dele, dentro de uma ou mais unidades especificadas na usina de processo. De uma maneira similar, cada um dos controladores 12 implementa módulos de controle 40 associados com uma ou mais unidades ou outras entidades, tal como área, na usina de
- 10 processo para realizar operações nessas unidades, áreas, etc. Em alguns casos, partes dos módulos de controle podem estar localizados em dispositivos I/O 22 ou 20 e nos dispositivos de campo 25-39, e executados por eles. Este é particularmente o caso com dispositivos de campo FOUNDATION® Fieldbus 32-39. Módulos ou partes de módulos 45 estão ilustrados localizados nas placas
- 15 I/O 20A, 22B, e módulos ou partes de módulos 46 estão ilustradas localizadas nos dispositivos de campo 34 e 39.

- Tipicamente, cada um dos módulos 40, 45 e 46 é constituído em um ou mais blocos de função interconectados, em que cada bloco de função é uma parte (por exemplo, uma sub-rotina) de uma rotina de controle geral e opera em
- 20 conjunto com outros blocos de função (via comunicações denominadas enlaces) para implementar laços de controle de processo dentro do sistema de controle de processo 10. Blocos de função tipicamente realizam uma de uma função de entrada, tal como associada com um transmissor, um sensor ou outro dispositivo de medição de parâmetros de processo, uma função de controle, tal como a
- 25 associada com uma rotina de controle que realiza controle PID, lógica confusa, etc., ou uma função de saída que controla a operação de alguns dispositivos, tal como uma válvula, para realizar alguma função física dentro do sistema de controle de processo 10. Certamente, existem tipos híbridos e outros mais de blocos de função. Tanto blocos de função como módulos podem ser armazenados

em controladores 12 e executados por eles, que é tipicamente o caso quando esses blocos de função são usados para dispositivos do padrão 4-20 mA, ou associados com ele, e alguns tipos de dispositivos de campo inteligentes, ou podem ser armazenados e implementados pelos próprios dispositivos de campo, que pode ser o caso com dispositivos FOUNDATION® Fieldbus. Embora a descrição do sistema de controle 10 seja aqui provida usando estratégia de controle de bloco de função, a estratégia de controle poderia ser também implementada ou projetada usando outras convenções, tais como lógica de escada, fluxogramas sequenciais, etc. e usando qualquer linguagem de programação patenteada ou não patenteada desejada.

No sistema 10 da figura 1, um ou mais dos dispositivos hospedeiros 14 servem como uma estação de trabalho de operador e inclui suporte lógico de configuração 50 que é armazenado em uma memória 52 e que é adaptado para ser executado em um processador 54 da estação de trabalho 14. Certamente, o processador 54 pode ser qualquer tipo desejado de processador e a memória 52 pode ser qualquer tipo desejado de memória legível por computador, incluindo RAM, ROM, memória em uma unidade rígida ou uma mídia de armazenamento magnética ou ótica, uma memória dedicada ou uma memória transportável, tal como um disco magnético ou ótico, etc. Ainda mais, o processador 54 e a memória 52 podem ser combinados, por exemplo, em uma configuração ASIC ou de suporte lógico inalterável. De maneira geral, o suporte lógico de configuração 50 permite que um engenheiro de configuração realize atividades de configuração na usina de processo, incluindo a criação e especificação de módulos de controle para ser transferidos para os controladores 12, dispositivos I/O 20 e 22 e dispositivos de campo 25-39 para controlar as unidades ou outro equipamento dentro do sistema de controle de processo 10. Como parte dessas atividades de configuração, o engenheiro de configuração ou outro usuário especifica os relacionamentos específicos entre entidades de nível superior na usina de processo, tais como unidades, e entidades de nível inferior na

usina de processo, tais como equipamento e módulos de controle associados com cada uma das unidades. Depois que os módulos de controle são criados e associados com cada uma das unidades, esses módulos de controle podem ser transferidos para os controladores 12 e, se necessário, para os dispositivos I/O 20, 22 e para os dispositivos de campo 25-39, e podem ser implementados neles para controlar a operação do processo. Ainda mais, em algum ponto dentro da atividade de configuração, o engenheiro de configuração salvará a configuração atual do sistema de controle de processo 100 em uma base de dados de configuração 55 que pode ser armazenada, por exemplo, em uma das estações de trabalho 14.

Se o processo for um processo em lote, uma rotina executiva em lote 56 (ilustrada armazenada em uma das estações de trabalho diferente 14) pode ser usada para rodar lotes usando diferentes receitas em unidades particulares dentro do sistema de controle de processo 10 em diferentes momentos. Durante a operação, a rotina executiva do lote 56 pode reservar certas unidades dentro do sistema de controle de processo 10, e pode fornecer receita e outra informação gerada pelo operador aos módulos de controle 40, 45 e 46 dentro dos controladores 12, dos dispositivos I/O 20, 22 e dos dispositivos de campo 25-39 para implementar uma ou mais fases de um processo em lote. O executivo do lote 56 pode também monitorar essas fases até serem completadas. Certamente, durante este tempo, os módulos de controle 40, 45 e 46 detectarão eventos, tais como problemas significativos, como alarmes, ou problemas menos sérios, como alertas ou notificações, com base na operação do processo, e transmitirá o sinal do evento a uma ou mais estações de trabalho de operador 14, onde esses eventos (por exemplo, alarmes) são exibidos a um operador ou pessoa da manutenção que pode, se necessário, tomar as ações para atenuar a(s) condição(s) que dá(ão) origem aos eventos. Certamente, durante a operação, um operador de processo, tal como um operador de lotes, pode fazer mudanças na rotina executiva do lote 56, provendo novos lotes para rodar, novas receitas, mudanças nos funcionamentos e

receitas de lotes existentes, etc.

Conforme é de conhecimento, o histórico de dados 16 inclui um processador 60 e uma memória 62 que armazena programação ou rotinas para rodar no processador 60 para monitorar dados ou mensagens na rede de comunicação 18. Essas rotinas monitoram mudanças feitas nas corridas ou módulos de lote na usina de processo por um operador ou outro usuário via qualquer uma das estações de trabalho 14, bem como eventos gerados por qualquer um dos módulos 40, 45 e 46 ou qualquer um dos dispositivos 12, 20, 22 ou 25-39. Essas rotinas de monitoramento armazenam informação coletada de uma maneira que pode ser recuperada posteriormente, por exemplo, para produzir um relatório da operação passada dos diferentes elementos e, em particular, diferentes unidades dentro do sistema de controle de processo 10. Os dados coletados pelo histórico de dados 16 podem ser quaisquer dados que sejam gerados nas estações de trabalho de operador 14, tais como mudanças em pontos de ajustes nas unidades, ou outros dados de controle transmitidos por um operado, fazendo mudanças no equipamento ou módulos de controle dentro da usina de processo, ou dados gerados pelos módulos de controle dentro da usina de processo, incluindo dados de eventos, tais como alarmes. Para permitir que o histórico de dados 16 funcione adequadamente para poder associar dados recebidos da usina de processo, o histórico de dados 16 inclui uma memória ou lista de configurações 64 que indica os relacionamentos entre diferentes entidades de nível superior, tais como unidades, e entidades de nível inferior, tais como equipamento e módulos de controle, já que esses relacionamentos são especificados ou armazenados na base de dados de configuração 55. O histórico de dados 16 usa esta informação de configuração para associar os dados recebidos das estações de trabalho 14 ou dos módulos de controle 40, 45 e 46 com a entidade de nível superior adequada, tal como com a unidade adequada, tal que o histórico de dados 16 possa manter supervisão da informação, tais como mudanças feitas em cada uma das diferentes entidades de nível superior, ou

associadas com elas, na usina de processo. Além disso, o histórico de dados 16 pode usar esta informação de configuração par determinar se alarmes ou eventos gerados na usina de processo estão sendo gerados por uma unidade que estão atualmente rodando de verdade ou que está em operação como parte de um processo em lote e, portanto, são relevantes para o estado operacional da unidade ou se, em vez disso, esses eventos estão associados com uma unidade inativa e, portanto, não são relevantes para o estado operacional da unidade.

A aplicação de configuração 50 da figura 1 inclui uma rotina de atualização de histórico de dados 16 dos relacionamentos entre entidades de nível superior, tais como unidades, e entidades de nível inferior, tais como equipamento e módulos dentro da configuração de rede de controle de processo, por exemplo, no momento em que os módulos de controle são criados ou transferidos para os controladores 12, os dispositivos I/O 20 e 22 ou os dispositivos de campo 25-39. Em particular, a rotina 66 pode detectar mudanças feitas na configuração de toda e qualquer unidade na usina de processo armazenada na base de dados de configuração 55. Quando essas mudanças são feitas, tais como por um operador, engenheiro de configuração ou qualquer outro usuário autorizado, a rotina 66 pode fornecer uma nova lista de configurações, ou pode fornecer mudanças a ser feitas na lista de configurações 64 armazenadas no histórico de dados 16. Certamente, a rotina 66 fornecerá esta nova lista de configurações ou mudanças à lista de configurações 64 via a rede de comunicação 18, mas poderia, alternativamente, prover esta informação de qualquer outra maneira desejada, tal como via uma rede de comunicação compartilhada ou dedicada diferente. E casos em que a base de dados de configuração 55 é armazenada no mesmo dispositivo que o histórico de dados 16, tal como o mesmo servidor ou base de dados, então a rotina 66 pode fornecer tais mudanças diretamente sem usar uma rede de comunicação externa.

Certamente, a nova informação de configuração pode ser provida como um resultado de qualquer evento significativo associado com mudança na configuração do sistema de controle de processo 10, incluindo, por exemplo, a

criação de mudanças pelo usuário, o carregamento de mudanças ou novos módulos de controle 40, 45, 46 nos controladores 12 ou outros dispositivos, ou qualquer outro evento desejado, desde que a rotina 66 opere automática e consistentemente para transmitir mudanças de configuração ao histórico de dados

5 16 cada vez que for feita uma mudança de configuração que altere ou afete a informação ou relacionamentos armazenados na memória de configuração do histórico de dados 64.

Durante operação, o histórico de dados 16 monitorará a informação transmitida dos módulos 40, 45 e 46 que podem incluir os valores,

10 ajustes e medições relevantes associadas com a usina de processo, ou que são feitas nela, e então usará a lista de configurações 64 para determinar a entidade de nível superior à qual estes dados pertencem ou estão associados. Em um caso particular, o histórico de dados 16 é programado para receber alarmes criados pelo suporte lógico de geração de alarme dentro de alguns ou todos os controladores

15 12, dispositivos I/O 20 e 22 ou dispositivos de campo 25 a 39. No geral, o histórico de dados 16 pode receber e armazenar diferentes categorias de eventos e alarmes, incluindo, por exemplo, alarmes de processo (que são tipicamente gerados por módulos de suporte lógico de controle de processo, tais como aqueles constituídos de blocos de função interconectados comunicativamente, formando

20 rotinas de controle de processo usados durante tempo de execução do processo), alarmes de suporte lógico, tais como alarmes gerados pelos controladores 12, dispositivos I/O 20 e 22, ou outros dispositivos pertinentes ao estado ou condição de funcionamento desses dispositivos, e alarmes de dispositivos, que são gerados por alguns ou todos os dispositivos de campo 25 a 39 para indicar problemas

25 associados com esses dispositivos. Essas ou outras categorias de alarmes podem ser geradas de qualquer maneira desejada e qualquer suporte lógico de detecção de erro e geração de alarme desejado pode ser usado para transmitir alarmes ao histórico de dados 16, que é configurado para receber e reconhecer esses alarmes usando qualquer protocolo ou estratégia de comunicação desejada. Certamente, os

alarmes ou eventos podem incluir qualquer informação desejada associada com o evento, tal como a categoria do evento (por exemplo, alarme de processo, dispositivo ou suporte lógico), o tipo de evento (comunicação, falha, conselho, manutenção, etc.), a prioridade do evento, o módulo, dispositivo, suporte lógico, 5 nó ou área à qual o evento diz respeito, se o evento teve resposta ou foi suprimido, se o evento está ativo, etc.

Aspectos do sistema 10, incluindo detalhes adicionais relativos ao histórico de dados 16, estão divulgados com detalhes adicionais no pedido de patente norte-americano de número de série 10/385.310, depositado em 10 de 10 março de 2003, intitulado “AUTOMATIC LINKAGE OF PROCESS EVENT DATA TO A DATA HISTORIAN”, que está aqui expressamente incorporado como referência.

A figura 2 representa um instrumento de campo 68 que é montado em um atuador de válvula 70. O instrumento de campo 68 pode ser, por exemplo, 15 um posicionador de válvula digital 72, que está representado em uma vista explodida na figura 3, para melhor mostrar os seus componentes. Com referência à figura 3, o posicionador de válvula digital 72 inclui uma tampa principal. 74, um conjunto de relé pneumático 76, um conversor I/P 77, manômetros 78, um módulo eletrônico 80, um alojamento principal 82, uma caixa terminal 84, uma tampa da 20 caixa terminal 86 e um sensor de deslocamento 88. O módulo eletrônico 80 inclui um microcontrolador 90 e um dispositivo de memória na forma de uma memória de acesso aleatório (RAM) não volátil 92.

Detalhes adicionais relativos a posicionadores digitais que podem ser utilizados no sistema 10 estão divulgados no pedido de patente norte-americano de número de série 10/139.008, depositada em 3 de maio de 2002, 25 intitulada “METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING DIAGNOSTICS IN A CONTROL LOOP OF A CONTROL VALVE”, que está aqui expressamente incorporada como referência.

Com referência agora à figura 4, está mostrada uma rotina 94 que

pode ser programada no microcontrolador 90 para registrar dados antes, durante e depois da ocorrência de um evento de processo predeterminado que pode ser usado como um evento de disparo. Conforme representado no bloco 96, um ou mais eventos de disparo podem ser alimentados. Conforme representado no bloco 5 98, dados a ser registrados e um tempo decorrido (“x segundos”) durante o qual os dados devem ser registrados também entram na rotina 94. No bloco 100, dados selecionados são registrados, e os dados registrados podem fazer o laço (isto é, gravar por cima, caso a memória de eventos seja limitada) cada vez que o tempo decorrido expirar. Em seguida, a rotina 94 verifica a ocorrência de um evento de 10 disparo no bloco 102. Se um evento de disparo não tiver ocorrido, a rotina 94 repete o bloco 100, continuando registrar os dados selecionados. Se ocorrer um evento de disparo, dados são registrados para a metade do tempo decorrido ($x/2$ segundos) depois do evento do disparo e para a metade do tempo decorrido antes do evento de disparo no bloco 104, e em seguida a rotina 94 termina. Assim, 15 durante o tempo decorrido que é selecionado no bloco 98, que é centralizado em torno da ocorrência do evento de disparo que teve entrada no bloco 96, dados são registrados e mantidos, e podem ser então armazenados na RAM não volátil 92 para posterior processamento e/ou recuperação por um usuário.

Telas de exibição de computador exemplares que podem ser 20 exibidas em um computador configurado para capturar dados mediante ocorrência de um evento de disparo estão apresentados nas figuras 5 a 7. Conforme representado na exibição de computador 106 na figura 5, o usuário pode selecionar quaisquer quatro canais para registrar dados correspondentes aos seguintes parâmetros: curso, ponto de ajuste de curso; pressão no orifício A; 25 pressão no orifício B; posição do relé; unidade I/P e o usuário pode também selecionar a duração da sessão e o evento de disparo. Exemplos de eventos de disparo incluem um desvio do curso do elemento da válvula grande ou um sinal de referência cruzando um ponto de corte. Este último é particularmente útil durante a captura de dados para válvulas de desvio de turbina ou anti-surto de

compressor.

Além de cortes de deslocamento e disparos de sinal de erro, todo ou qualquer dos seguintes eventos podem ser usados como eventos de disparo: curso de um componente (por exemplo, haste da válvula) alto ou baixo; a presença
 5 de uma entrada auxiliar, tal como uma entrada auxiliar que pode ser conectada a um posicionador de válvula digital; um sinal da unidade I/P alto ou baixo; pressão de suprimento do posicionador da válvula alta ou baixa; dados coletados por um sensor fora de faixa; falha de um sensor de deslocamento, sensor de pressão, sensor de temperatura, ou dispositivo I/P; uma falha nos componentes eletrônicos
 10 (falhas na memória não volátil e falhas na tensão de referência farão com que o posicionador mova a válvula para sua posição de falha); um integrador do posicionador saturado alto ou baixo; fluxo de massa de ar alto ou baixo; posição do relé pneumático positiva alta ou negativa alta; ciclagem excessiva de um componente do sistema (por exemplo, variância do curso da haste da válvula maior do que a variância do ponto de ajuste); mudança no sinal de sinal (por
 15 exemplo, mudança na posição da válvula comandada); temperatura fora de faixa; e, sinal de erro de controle de pressão (por exemplo, para posicionadores que são capazes de comutar para pressão de controle no caso de uma falha no sensor de deslocamento).

20 Com relação ao uso de um integrador do posicionador saturado alto ou baixo como um evento de disparo, servocontroladores tipicamente têm ação proporcional, integral e derivativa. Ação integral significa que o sinal da unidade I/P tem um componente que é proporcional à integral do sinal de erro com o tempo. Integradores tendem levar o sinal de erro para zero, uma vez que
 25 eles “saturam” até o ponto de ajuste, e sinais de realimentação são os mesmos. Em altos ganhos servo, tais como posicionadores, ação integral é suplementar e é usada para corrigir deslocamentos causados por variações de temperatura, variações no suprimento de pressão e assim por diante. Entretanto, se a saída do integrador ficar muito alta, isto normalmente significa que a I-P está sendo

acionado mais forte do que o normal. Por exemplo, um grande vazamento no atuador fará com que o integrador sature, de maneira que o relé possa fornecer ar de constituição. Embora não haja deslocamento no curso do atuador, o integrador é saturado e indica que pode haver um mau funcionamento.

5 Com relação a uma alto fluxo de massa de ar usado como um evento de disparo, o fluxo de massa de ar pode ser calculado pelas medições da posição do relé e queda de pressão no relé. Queda de pressão pode ser encontrada tomando-se a diferença entre a leitura do sensor de pressão de suprimento e a leitura do sensor de pressão de saída. Resumidamente, $dm/dt = K Y A \text{ raiz quadrada}(2 \rho (p_1 - p_2))$, onde dm/dt é o fluxo de massa de ar, K é um
10 coeficiente de descarga (constante), Y é um fator de expansão (constante), A é a área da cortina da válvula (uma função da posição do relé), ρ é a densidade de fluido à montante (calculada a partir da pressão de suprimento), p_1 é a pressão à montante (pressão de suprimento) e p_2 é a pressão de suprimento à jusante
15 (pressão de saída). Detalhes adicionais de cálculos de fluxo de massa de ar podem ser encontrados no pedido de patente norte-americano de número de série 10/139.008 acima mencionado.

É desejável incluir coleta de dados antes, durante e depois do evento de disparo, a fim de fornecer informação que ajudará determinar a causa e
20 o efeito do evento de disparo.

Além de eventos de disparo que se originam dentro do instrumento de campo, instrumentos de campo ligados em rede (isto é, dispositivos Fieldbus da FOUNDATION®) podem ser usados para disparar e coletar dados provenientes de qualquer sinal em um segmento de rede. Por
25 exemplo, se um transmissor de fluxo e uma válvula de controle estiverem no mesmo segmento de rede, a válvula de controle pode ser usada para monitorar dados do transmissor e criar um registro de dados mediante a ocorrência de um evento de disparo. Adicionalmente, instrumentos de campo ligados em rede podem usar variáveis de processo, tais como mudança de variável de processo

e/ou variável de processo alta ou baixa, como eventos de disparo.

A figura 6 representa um monitor de computador 108, mostrando um exemplo de como dados, tais como gráficos do ponto de ajuste de curso 110, curso 112 e diferencial de pressão 114, podem ser exibidos para mostrar as mudanças que podem ocorrer antes, durante e depois de um evento de disparo, representado por um símbolo “T” nas caixas 116 nos gráficos da figura 6.

A figura 7 representa um monitor de computador 118, mostrando um exemplo de como um registro de eventos pode ser exibido.

Coleta de dados e armazenamento de dados podem então ser feitos dentro do posicionador da válvula digital 72 usando o microcontrolador 90 e a RAM não volátil 92, provendo efetivamente uma capacidade de diagnóstico “à bordo” a um instrumento de campo como esse. Suporte lógico, tal como, por exemplo, suporte lógico da marca ValveLink®, disponível pela Emerson Process Management, pode ser usado para transferir e exibir dados capturados do posicionador da válvula digital 72, que é normalmente feito muito depois de um evento disparado ter ocorrido. O disparo e armazenamento de dados no posicionador da válvula digital 72 é particularmente importante, uma vez que geralmente não é prático ler continuamente grandes quantidades de dados de instrumentos auxiliares em redes de campo. Por exemplo, uma usina química típica pode ter centenas de válvulas de controle, e muitas vezes esse número em transmissores, e o gerenciamento de fluxos contínuos de dados de uma grande quantidade de dispositivos como essa ser proibitivo.

Embora os sistemas e métodos aqui descritos sejam preferivelmente implementados em suporte lógico, eles podem ser implementados em hardware, suporte lógico inalterável, etc., e podem ser executados por qualquer outro processador associado com um sistema de controle de processo. Assim, as rotinas aqui descritas podem ser implementadas em uma CPU de uso geral padrão ou em hardware ou suporte lógico inalterável especificamente projetado como, por exemplo, ASICs, se assim desejado. Quando implementado em suporte

lógico, o suporte lógico pode ser armazenado em qualquer memória legível por computador, tal como um disco magnético, um disco laser, um disco ótico, ou outra mídia de armazenamento, em uma RAM ou ROM de um computador ou processador, etc. Similarmente, este suporte lógico pode ser entregue a um usuário
5 ou a um sistema de controle de processo via qualquer método de entrega conhecido ou desejado, incluindo, por exemplo, em um disco legível por computador ou outro mecanismo de armazenamento de computador transportável ou modulado por um canal de comunicação, tais como uma linha telefônica, a Internet, etc. (que é tido como igual ou intercambiável com a provisão de tal
10 suporte lógico via uma mídia de armazenamento transportável). Adicionalmente, diferentes partes deste suporte lógico podem ser implementadas separadamente em diferentes processadores e/ou em diferentes dispositivos, se assim desejado.

Assim, embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a exemplos específicos, que devem ser apenas ilustrativos, e não
15 limitantes da invenção, fica aparente aos versados na técnica que mudanças, adições ou deleções podem ser feitas nas modalidades divulgadas sem fugir do espírito e escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de diagnóstico para um dispositivo de campo (70) em um aparelho de controle de processo, caracterizado pelo fato de compreender:

5 pelo menos um sensor (88) associado com o aparelho de controle de processo;

um computador (90) localizado no dispositivo de campo e adaptado para receber dados do sensor (88) e detectar uma ocorrência de um evento de processo predeterminado; e,

10 um dispositivo de memória (92) conectado operativamente ao computador (90) e adaptado para armazenar dados do sensor recebidos pelo computador (90) em um momento correspondente à ocorrência do evento de processo predeterminado, em que o dispositivo de memória (92) está localizado no dispositivo de campo (70), e em que o computador (90) é configurado para:

15 armazenar temporariamente os dados de sensor recebidos no dispositivo de memória por um intervalo de tempo predeterminado, após o qual intervalo de tempo predeterminado os dados armazenados temporariamente são sobrescritos;

avaliar se o evento de processo predeterminado ocorreu;

20 continuar a armazenar os dados de sensor recebidos no dispositivo de memória enquanto o evento de processo predeterminado não ocorreu; e

mediante ocorrência do evento de processo predeterminado:

continuar a armazenar no dispositivo de memória dados de sensor recebidos durante um período após a ocorrência do evento de processo predeterminado correspondendo a metade do intervalo de tempo predeterminado;

25 e

manter os dados de sensor armazenados no dispositivo de memória por um período antes da ocorrência do evento de processo predeterminado correspondendo a metade do intervalo de tempo predeterminado.

2. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o dispositivo de memória (92) é adicionalmente adaptado para armazenar dados do sensor recebidos pelo computador (90) em momentos antes da ocorrência do evento de processo predeterminado.

5 3. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de memória (92) é adicionalmente adaptado para armazenar dados do sensor recebidos pelo computador (90) em momentos subsequentes à ocorrência do evento de processo predeterminado.

10 4. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de memória (92) é adicionalmente adaptado para armazenar dados do sensor recebidos pelo computador (90) em momentos antes da ocorrência do evento de processo predeterminado e subsequente à ocorrência do evento de processo predeterminado.

15 5. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o computador (90) é um microcontrolador localizado no dispositivo de campo (70).

6. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de memória (92) está localizado no dispositivo de campo (70).

20 7. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de memória (92) é uma RAM não volátil.

8. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de campo (70) é um posicionador de válvula.

25 9. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é um desvio de curso excessivo de um elemento da válvula.

10. Sistema de diagnóstico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é um sinal de

sensor, representando um parâmetro de válvula detectado, cruzando um ponto de corte.

11. Método para monitorar o desempenho de um sistema de controle de processo que inclui pelo menos um dispositivo de campo (70),
5 caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

prover pelo menos um sensor (88) associado com o dispositivo de campo (70);

prover um dispositivo de memória (92) no dispositivo de campo (70);

10 coletar dados do sensor (88);

armazenar os dados coletados no dispositivo de memória (92) por um intervalo de tempo predeterminado, após o qual intervalo de tempo predeterminado os dados armazenados temporariamente são sobrescritos;

avaliar se o evento de processo predeterminado ocorreu;

15 mediante detecção da ocorrência de um evento de processo predeterminado:

continuar a armazenar no dispositivo de memória (92) dados de sensor recebidos durante um período após a ocorrência do evento de processo predeterminado, o período correspondendo a metade do intervalo de tempo
20 predeterminado; e

manter os dados de sensor armazenados no dispositivo de memória (92) por um período antes da ocorrência do evento de processo predeterminado correspondendo a metade do intervalo de tempo predeterminado.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo
25 fato de que inclui ainda a etapa de armazenar dados do sensor (88) coletados em momentos antes da ocorrência do evento de processo predeterminado.

13. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que inclui ainda a etapa de armazenar dados do sensor (88) coletados em momentos subseqüentes à ocorrência do evento de processo predeterminado.

14. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que inclui ainda a etapa de armazenar dados do sensor (88) coletados momentos antes da ocorrência do evento de processo predeterminado e subseqüentes à ocorrência do evento de processo predeterminado.

5 15. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é um desvio de curso excessivo de um elemento de válvula.

10 16. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é um sinal de sensor, representando um parâmetro de válvula detectado, cruzando um ponto de corte.

17. Dispositivo de campo (70) para um aparelho de controle de processo, caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos um sensor (88);

15 um computador (90) localizado no dispositivo de campo (70) e adaptado para receber dados a partir do sensor (88) e detectar uma ocorrência de um evento de processo predeterminado; e,

20 um dispositivo de memória (92) conectado operativamente ao computador (90) e adaptado para armazenar dados do sensor recebidos pelo computador (90) em um momento correspondente à ocorrência do evento de processo predeterminado, em que o computador (90) é configurado para:

armazenar temporariamente os dados de sensor recebidos no dispositivo de memória (92) por um intervalo de tempo predeterminado, após o qual intervalo de tempo predeterminado os dados armazenados temporariamente são sobrescritos;

25 avaliar se o evento de processo predeterminado ocorreu;
continuar a armazenar os dados de sensor recebidos no dispositivo de memória (92) enquanto o evento de processo predeterminado não ocorreu; e
mediante ocorrência do evento de processo predeterminado:
continuar a armazenar no dispositivo de memória (92) dados de

sensor recebidos durante um período após a ocorrência do evento de processo predeterminado correspondendo a metade do intervalo de tempo predeterminado; e

5 manter os dados de sensor armazenados no dispositivo de memória (92) por um período antes da ocorrência do evento de processo predeterminado correspondendo a metade do intervalo de tempo predeterminado.

18. Dispositivo de campo (70) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é a ocorrência de um parâmetro detectado fora de uma faixa predeterminada.

10 19. Dispositivo de campo (70) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é a falha de um sensor.

15 20. Dispositivo de campo (70) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é uma falha de componente.

21. Dispositivo de campo (70) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é uma mudança de variável de processo.

20 22. Dispositivo de campo (70) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o evento de processo predeterminado é um comando de uma estação de trabalho de controle de processo.

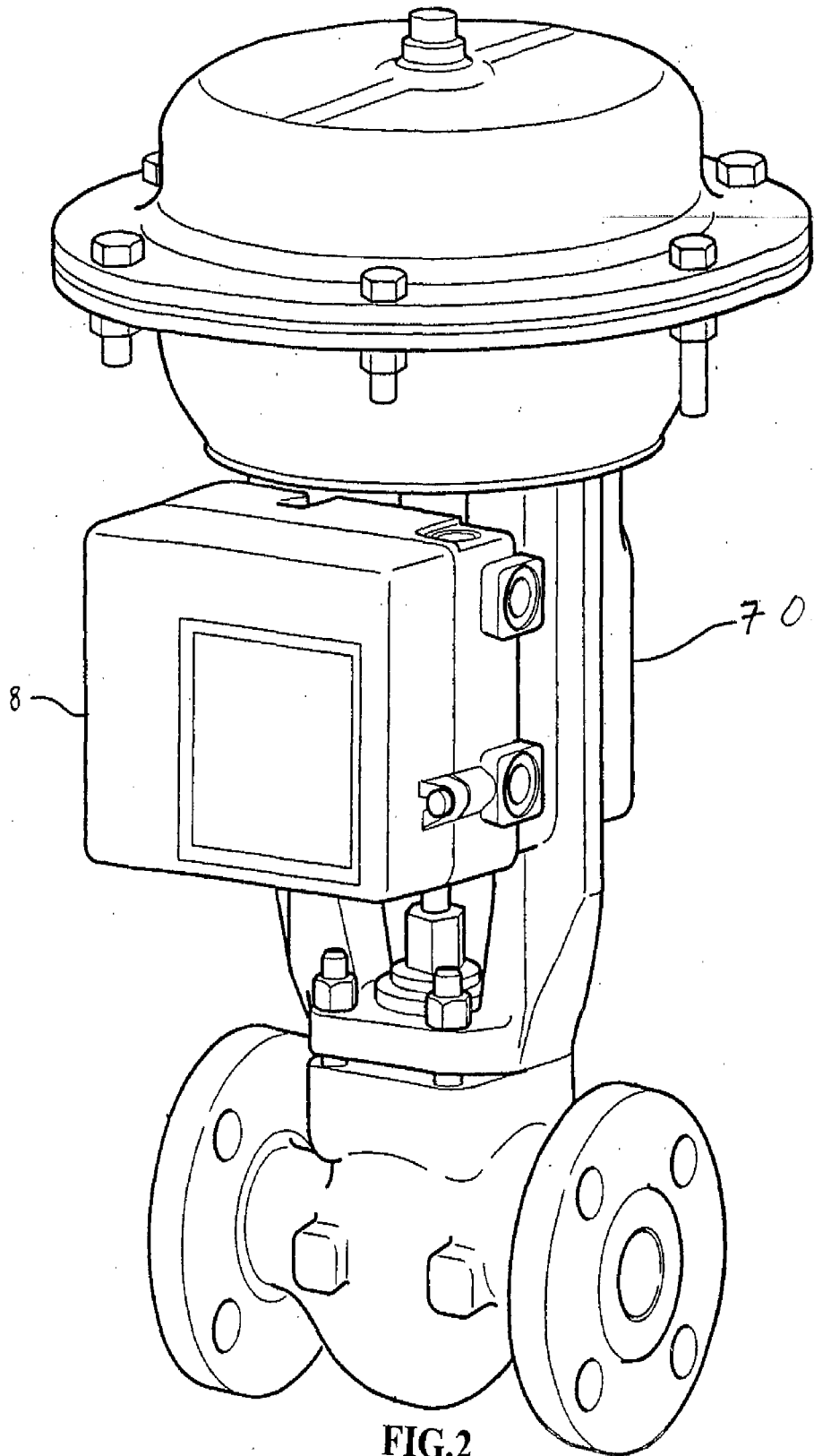
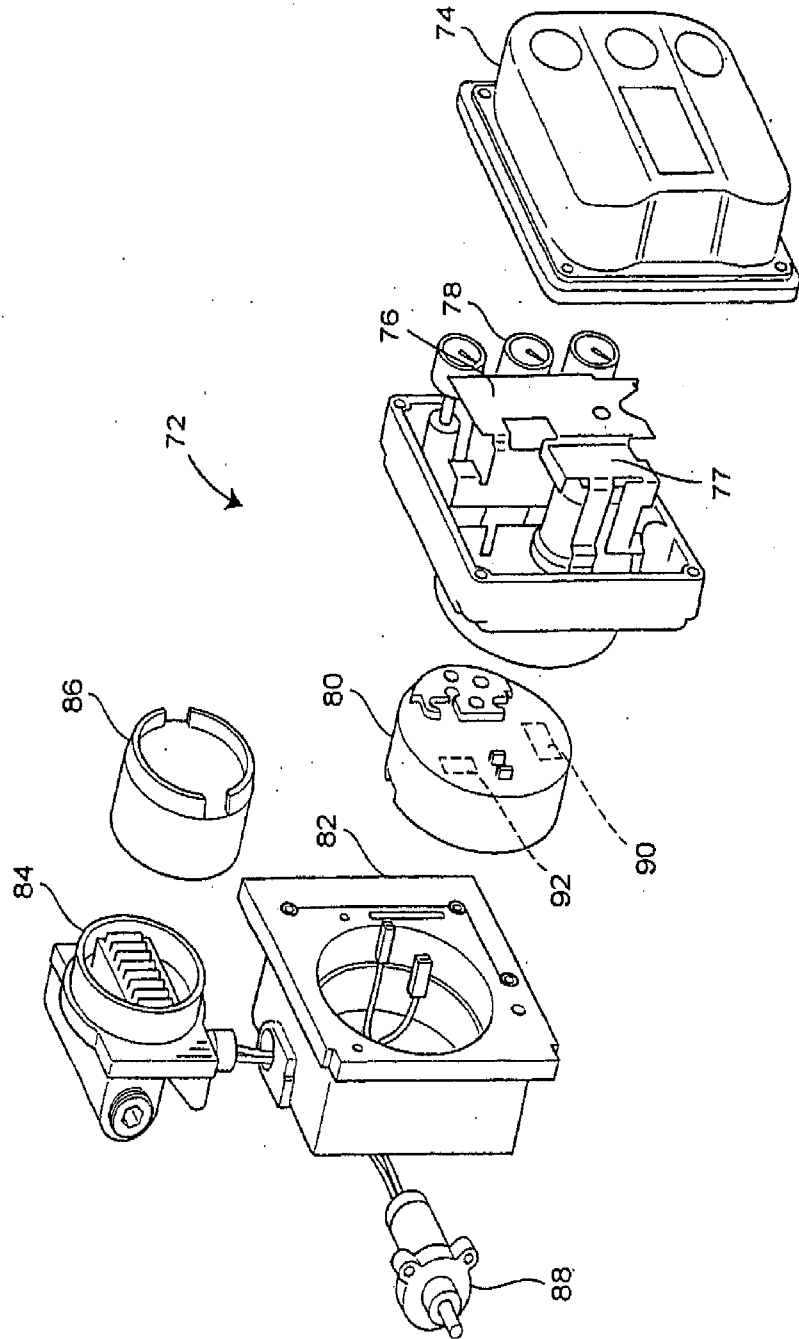
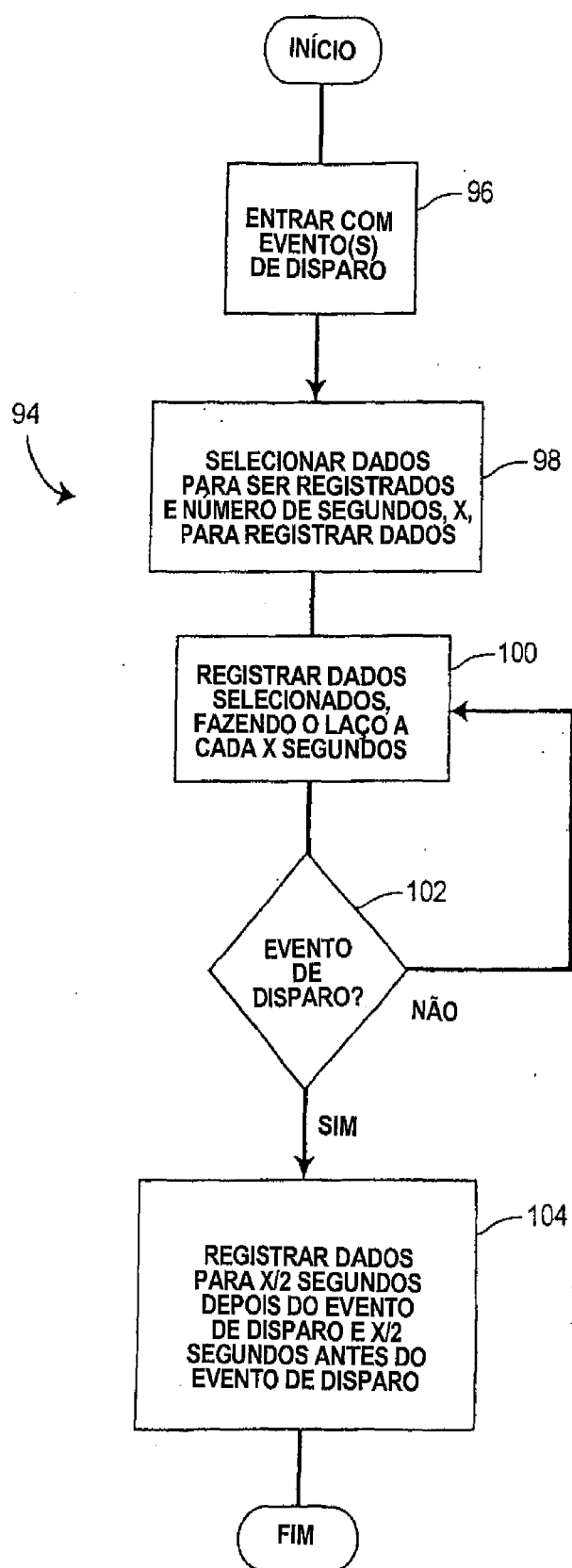


FIG.2

**FIG.3**



106

Datasets: 29 Mar 2003 00:47:05

Inputs | Configuration | Graph | Event Log | Data Points | Notes

Collection Variables

1. Travel
2. Travel Set Point
3. Act. Press. A
4. Act. Press. B

Collection interval: 75 msec

Triggering

Saved datasets:

☐ Enable trigger

☐ Disable trigger

☐ Use travel deviation

☐ Use travel rate

☐ Use travel deviation and travel rate

N/A Trigger session length (sec)

Read Data | Save Dataset | Delete Dataset | Close Tag | Help

FIG.5

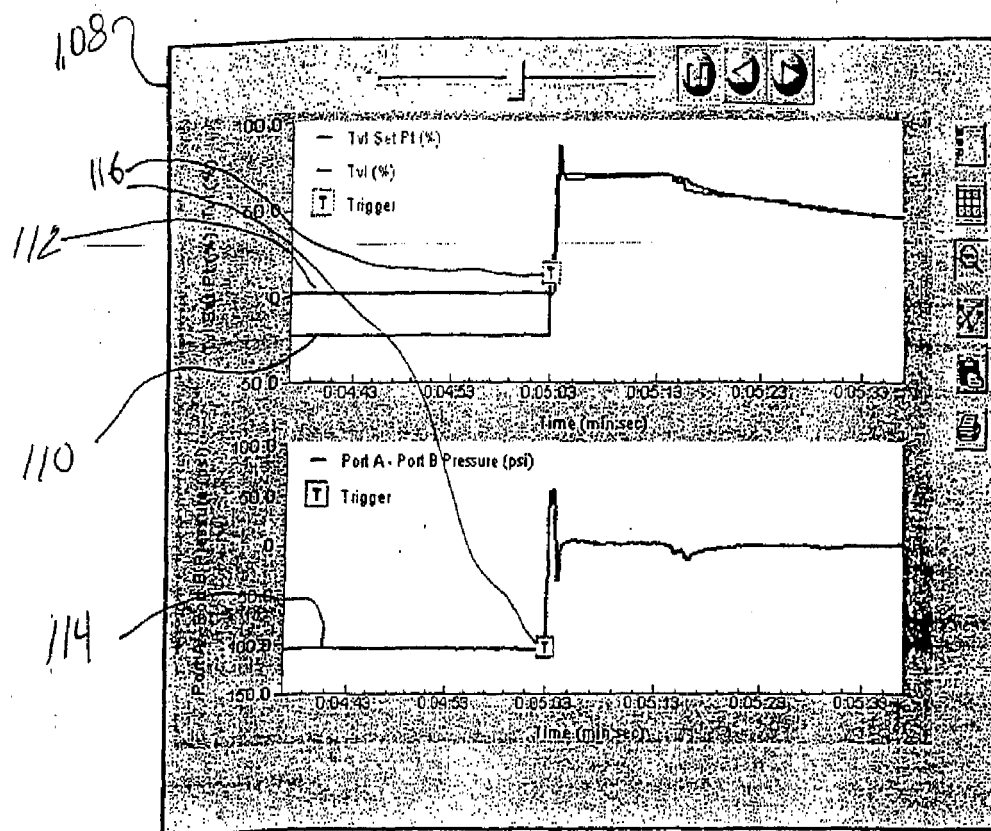


FIG.6

118

Datasets: 29 Mar 2003 00:47:05

Inputs | Configuration | Graph | Event Log | Data Points | Notes

Type	Time On (hr:min)	Time Off (hr:min)	Event
Information	00:01:59		Trigger started
Information	00:00:59		Trigger started
Information	00:00:00		Trigger started
Information	00:00:00		Data collection started
Information	00:00:00		Supply pressure OK
Information	00:00:00		No active alarms detected

Description:

Data collection started at 00:47:16 (03/29/03)

Possible Cause	Recommended Action

Read Data | Save Dataset | Delete Dataset | Close Tag | Help

FIG.7