



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112015001689-8 B1



(22) Data do Depósito: 25/07/2013

(45) Data de Concessão: 01/11/2022

(54) Título: MÉTODO DE CORREÇÃO DE UM ERRO NAS MEDIDAS BRUTAS DE UMA VARIÁVEL DE PROCESSO

(51) Int.Cl.: G06F 11/00.

(30) Prioridade Unionista: 25/07/2012 US 13/557,761.

(73) Titular(es): NALCO COMPANY.

(72) Inventor(es): JIN WANG; NIGEL P. HILTON; SAM FERGUSON; GLENN L. SCATTERGOOD.

(86) Pedido PCT: PCT US2013051932 de 25/07/2013

(87) Publicação PCT: WO 2014/018702 de 30/01/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 26/01/2015

(57) Resumo: DESENVOLVIMENTO DE PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA E ALGORITMO DE CONTROLE BASEADOS EM ANALISADOR. Um processo de correção de medidas de um sensor químico usado em uma instalação industrial. O processo envolve a correção para erros conhecidos de ocorrer no estado constante e no estado dinâmico em situações reconhecidas especificamente. Esse processo permite a correção de erros que ocorrem devido ao tempo morto, medidas falsas de zero e perturbações não lineares. O processo combina técnicas de medida automatizadas e conhecimento humano, de como progressivamente aprender e refinar a precisão das correções.

"MÉTODO DE CORREÇÃO DE UM ERRO NAS MEDIDAS BRUTAS DE UMA VARIÁVEL DE PROCESSO"

REMISSÃO RECÍPROCA A PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS

[001]Este pedido de patente é uma continuação parcial do pedido de patente U.S. 12/263.904, que foi depositado em 3 de novembro de 2008.

DECLARAÇÃO RELATIVA A PESQUISA OU DESENVOLVIMENTO FINANCIADO FEDERALMENTE

[002]Não aplicável.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[003]Esta invenção se refere, de uma maneira geral, a um sistema e algoritmo de controle baseado em analisador para uso em um sistema de processamento químico. Como descrito, por exemplo, nas patentes U.S. 5.503.006, 5.425.267, 5.965.785, 5.326.482, 4.335.072, pedidos de patentes publicados U.S. 2010/0108566 e 2012/0053861A1, patente U.K. 1.198.734 e pedidos de patentes internacionais 2008/005058, 2004/044266 e 03/006581, as instalações químicas e industriais utilizam vários equipamentos complexos, que são, frequentemente, submetidos a condições químicas e físicas agressivas. Como tal, várias tecnologias foram desenvolvidas para monitorar a condição, a eficiência e o período de vida útil dos equipamentos. Essas tecnologias incluem sistemas históricos, que coletam e arquivam dados de várias fontes dentro da instalação química. O pedido de patente U.S. 12/899.250 descreve vários processos de utilização de dados históricos e outros.

[004]O equipamento de monitoramento envolve, tipicamente, um sistema no qual várias variáveis de processo são medidas e registradas. Um desses sistemas é descrito no pedido de patente publicado U.S. 2009/0149981 A1. Esses sistemas produzem, no entanto, uma quantidade excessiva de dados, dos quais apenas uma pequena parte é aproveitada para detecção de condições anormais, e as

informações recolhidas desses sistemas são de uso prático limitado.

[005]No contexto da prevenção de corrosão, três dos conjuntos de dados mais úteis para medida por um monitor são o pH, as concentrações de íons metálicos (especialmente ferro) e as concentrações de íons de cloreto. Idealmente, os dados monitorados são aqueles mais próximos possíveis do tempo real, de modo que técnicas de correção para os casos de concentração extrema podem ser aplicadas antes de causas de efeito de corrosão ou de outro tipo de dano à instalação. Infelizmente, as técnicas de monitoramento atuais proporcionam um grande volume de dados falsos, de modo que o monitoramento em tempo real é usualmente impossível, se não impossível. Além do mais, os dados falsos podem provocar perda de produtos químicos corretivos caros, quando a adição delas não era necessária. Em consequência de um sistema de alimentação químico corretivo automatizado não ser viável, e um operador humano é tipicamente requerido para impedir a adição de produtos químicos corretivos no caso de um "alarme falso", desse modo, aumentando os custos operacionais.

[006]Desse modo, há uma necessidade clara para e o uso de um processo aperfeiçoado de monitoramento das condições dentro de uma instalação química. A técnica descrita nessa seção não pretende constituir uma admissão de que qualquer patente, publicação ou outras informações referidas no presente relatório descritivo é "técnica anterior" com relação a esta invenção, a menos que especificamente indicado como tal. Além disso, essa seção não deve ser considerada como significando que uma busca precisa ser feita, ou que não existe nenhuma outra informação pertinente, como definido em 37 C.F.R. § 1.56(a).

RESUMO DA INVENÇÃO

[007]Pelo menos uma concretização da invenção é dirigida no sentido de um processo de correção de um erro na medida de uma variável de processo, obtida por um sensor, em um sistema de processamento químico. O sistema é caracterizado

por propriedades que fazem com que pelo menos algumas das medidas sejam errôneas. O processo compreende as etapas de: 1) identificação do componente do erro provocado por fatores de estados dinâmicos, esse componente do erro sendo determinado por obtenção pelo menos uma vez de uma medida de sensor no sistema e por verificação de como essa medida se desvia de uma medida objetivamente correta da variável de processo por quantidades variáveis relativas ao tempo; 2) identificação do fator de estado estacionário do erro, esse componente do erro sendo determinado por obtenção pelo menos uma vez de medidas de sensor e por verificação de como a medida se desvia da medida objetivamente correta por uma quantidade fixa relativa ao tempo; 3) identificação do componente do erro provocado por fatores adicionais; e 4) alteração da medida para eliminar os erros provocados por fatores de estados constantes, fatores de estados dinâmicos e fatores desconhecidos.

[008]O sensor pode ser uma comunicação informativa com um analisador, e o analisador pode ser uma comunicação informativa com um controlador. O sensor pode ser construído e disposto para obter uma medida aproximada da variável de processo. O analisador pode corrigir o erro na medida do sensor. O controlador pode produzir a medida corrigida. Se a medida corrigida estiver fora de uma faixa predeterminada de valores aceitáveis, pode promover uma medida corretiva para alterar o valor medido a um valor dentro da faixa aceitável. A medida corretiva pode ser promovida antes que o valor de estado estacionário da medida seja detectado pelo sensor.

[009]A variável de processo pode ser uma medida de um item selecionado da lista consistindo de: potencial de oxirredução, pH, níveis de alguns compostos químicos ou íons (por exemplo, determinados empiricamente, automaticamente, fluorescentemente, eletroquimicamente, colorimetricamente, medidos diretamente, calculados), temperatura, pressão, vazão de corrente de processo, sólidos

dissolvidos e sólidos suspensos.

[010]Pode haver pelo menos três sensores, e cada um destes três sensores pode passar uma medida aproximada ao analisador. O analisador pode usar a média dessa medidas brutas como a entrada nos seus cálculos, se pelo menos uma das medidas aproximadas se encaixar dentro de um ponto de ajuste predeterminado previsto para as condições específicas, sob as quais a medida foi feita, o analisador considerando um valor previsto historicamente como a entrada nos seus cálculos, se nenhuma das medidas brutas se encaixar dentro de um ponto de ajuste predeterminado previsto para as condições específicas, sob as quais a medida foi feita.

[011]A variável de processo pode ser a concentração de ferro. O processo pode compreender ainda as etapas de: desconsiderar todas as leituras dos sensores que indicam concentração de ferro igual a zero; e ajustar as concentrações medidas de ferro por uso de análise de regressão por um período de tempo de uma semana. A medida corretiva pode envolver a adição de um produto químico, cujo efeito é de natureza não linear. O analisador pode corrigir os efeitos não lineares do produto químico corretivo nas suas correções. A medida corretiva pode envolver a adição de um produto químico, submetida às restrições de tempo morto e correções do analisador para esses efeitos nas suas medidas. O sistema de processamento pode ser um item selecionado da lista consistindo de: uma fábrica química, uma refinaria, uma refinaria de petróleo, uma instalação de processamento de alimentos, uma usina de manufatura, uma instalação química, uma coluna de destilação, uma instalação de filtração de água, uma fábrica, uma instalação de processamento de resíduos, uma instalação de tratamento de água, e quaisquer de suas combinações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[012]Uma descrição detalhada da invenção é descrita a seguir com referência específica sendo feita aos desenhos, nos quais:

[013]a Figura 1 é um gráfico que ilustra um processo de correção de um valor medido de uma variável de processo;

[014]a Figura 2 é um gráfico que ilustra um processo de correção de um valor medido de uma variável de processo;

[015]a Figura 3 é um gráfico ilustrando a dificuldade em calcular a taxa de corrosão de um sistema de processamento;

[016]a Figura 4 é um gráfico que ilustra um processo de correção de um valor medido de taxa de corrosão;

[017]a Figura 5 é uma ilustração de fontes de dados usados pelo analisador; e

[018]a Figura 6 é uma ilustração de um painel contendo saída do analisador.

DESCRÍÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[019]As definições apresentadas a seguir são proporcionadas para determinar como os termos, usados neste pedido de patente, e, em particular, como as reivindicações, devem ser considerados. A organização das definições é apenas por conveniência e não se pretende limitar quaisquer das definições a qualquer categoria particular.

[020]"Sistema de processamento químico" significa um ou mais processos para conversão de matérias-primas em produtos, que inclui, mas não são limitados a, processos industriais, que utilizam um ou mais de seguintes partes de equipamento: usina química, refinaria, forno, craqueador, coluna suspensa, extrator, filtro, destilador, caldeira, reator e trocador de calor, e assemelhados.

[021]"Estado dinâmico" significa uma condição de uma variável de processo medida, em que a medida observada varia por pelo menos uma parte de um período de tempo distinto, durante o qual a condição é medida, ainda que, de fato, a grandeza real da variável de processo não está sendo alterada.

[022]"Estado estacionário " significa uma condição de uma variável de

processo medida, na qual a medida observada se mantém inalterada por um período de tempo distinto, durante o qual a condição é medida, enquanto que, de fato, a grandeza real da variável de processo não está sendo alterada.

[023]No caso em que as definições apresentadas acima ou uma descrição indicada em qualquer outro lugar neste relatório descritivo forem inconsistentes com um significado (explícito ou implícito), que é comumente usado, em um dicionário, ou indicado em uma fonte incorporada por referência neste relatório descritivo, os termos do relatório descritivo e das reivindicações devem ser, em particular, entendidos como sendo considerados de acordo com a definição ou a descrição neste relatório descritivo, e não de acordo com a definição comum, a definição de dicionário ou a definição que foi incorporada por referência. À luz do que foi apresentado acima, no caso no qual um termo pode ser apenas entendido se considerado por um dicionário, se o termo for definido pela "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", 5^a edição (2005) (Publicada pela Wiley, John & Sons, Inc.), essa definição deve comandar como o termo vai ser definido nas reivindicações .

[024]A tecnologia de automação desempenha um papel significativo no aperfeiçoamento e na manutenção de uma operação de processamento eficiente. Influencia os objetivos estratégicos e operacionais de empresas, seus resultados econômicos, o desenvolvimento e a qualidade de produtos, a continuidade de produção e a competição no mercado. Essas estratégias devem incluir: (1) aperfeiçoamentos de operações unitárias; e (2) otimização de produtos químicos selecionadas adequadas. O básico para controlar a taxa de corrosão é analisar o desempenho da corrosão e usar o conhecimento de decisão, com base nos dados operacionais e nas medidas do analisador. O sistema de Automação de Unidade de Óleo Cru (CUA) é projetado para monitorar e analisar a corrosão do sistema e o controle de realimentação das produtos químicos usando tecnologias de automação.

A implementação dessas estratégias resultou em um risco de corrosão mais baixo e o aperfeiçoamento contínuo do período de funcionamento dos trocadores de calor suspensos.

[025]Em pelo menos uma concretização da invenção, o sistema de controle em uso no sistema de processamento compreende dois elementos: (1) pelo menos um sensor; e (2) pelo menos um analisador. Em pelo menos uma concretização da invenção, o sistema de controle compreende três elementos: (1) pelo menos um sensor; (2) pelo menos um analisador; e (3) pelo menos um controlador. Os sensores são construídos e dispostos para medida pelo menos uma variável de processo dentro de pelo menos uma parte do sistema. O analisador recebe a medida feita pelo sensor e a converte em informações, que podem ser transmitidas. O controlador recebe a saída e pode provocar ocorrência de alguma operação em resposta à saída.

[026]Em pelo menos uma concretização, a resposta inclui a adição de um produto químico. As produtos químicos adicionadas podem incluir um neutralizador, um agente inibidor de formação de filme, uma substância cáustica e inibidores, e assim por diante, e são usadas para controlar as variáveis de processo de corrosão. O analisador proporciona medidas em linha de variáveis de processo (especialmente pH, [Cl] e [Fe]). O analisador proporciona uma saída, que é usada para monitorar, analisar e controlar todo o sistema.

[027]Em pelo menos uma concretização, parte ou todas as informações são exibidas em um painel. O painel pode também exibir como o sistema controla os históricos de dados de bases de dados, relatórios e alarmes, e disponibilizam a estratégia selecionada pelo usuário para controle e otimização em tempo real do sistema de unidade de óleo cru.

[028]Em pelo menos uma concretização, o sistema é um circuito fechado, que utiliza uma análise preliminar de dados históricos e de arquivo, atualizações do

analisador e outros diagnósticos (tais como observações pessoais e discussões com o pessoal operacional), para então gerar respostas e análise posterior das operações de unidades de óleo cru.

[029]Em pelo menos uma concretização, o uso de inibidores é o de impedir ou reduzir a corrosão geral, e desempenha um papel importante no controle de corrosão para essas áreas, nas quais a corrosão geral é o problema. O objetivo do sistema de controle é como impedir / reduzir a corrosão em unidade de óleo cru suspensa por controle dos inibidores. Como um dos componentes básicos de um processo de unidade de óleo bruto, a corrosão desempenha um papel vital na manutenção da integridade do sistema. Esta invenção proporciona um modo de otimizar o componente de controle de corrosão da unidade de óleo cru por meio da otimização de um ou mais parâmetros do sistema em uma corrente de processo da unidade de óleo cru. Essa otimização inclui a medida das propriedades associadas com esses parâmetros na corrente de processo.

[030]Em pelo menos uma concretização, o analisador é projetado para reduzir a corrosão de um equipamento de processamento de refinaria e a incrustação subsequente, devido à deposição de subprodutos de corrosão. Um programa típico de controle de corrosão inclui componentes, tais como uma amina neutralizante, um inibidor de formação de filme, uma solução cáustica, etc. Esses produtos químicos de controle de corrosão são tradicionalmente injetados no sistema com base em medidas derivadas de amostras de manipulação e analisados no laboratório ou alguma indicação de fluxo na unidade. Esta invenção proporcionar um processo automatizado de ajuste de injeção de sensor no sistema.

[031]Em pelo menos uma concretização, o processo da invenção inclui um controlador, operável para receber e processar informações e proporcionar instruções a vários componentes (por exemplo, bombas de injeção de produtos químicos). O termo "controlador" se refere a um operador manual ou um dispositivo

eletrônico tendo componentes, tais como um processador, um dispositivo de memória, um meio de armazenamento digital, um tubo de raios catódicos, um visor de cristal líquido, um visor de plasma, uma tela de toque, ou outro monitor, e/ou outros componentes. O controlador é, de preferência, operável para integração com um ou mais circuitos integrados de aplicação específica, programas, instruções ou algoritmos executáveis por computador, um ou mais dispositivos conectados, dispositivos sem fio, e/ou um ou mais dispositivos mecânicos. Além do mais, o controlador é operável para integrar a realimentação, o controle por antecipação, ou o ou os circuitos fechados de previsão da invenção. Parte ou todas as funções do sistema controlador pode(m) ficar em um local central, tal como um servidor de rede, para comunicação por uma rede de área local, uma rede de longo alcance, uma rede sem fio, uma conexão de Internet, uma ligação de micro-ondas, uma ligação infravermelha e assemelhados. Além disso, outros componentes, tais como um condicionador de sinal ou um monitor de sistema, podem ser incluídos para facilitar a transmissão de sinais e os algoritmos de processamento de sinais.

[032]O controlador pode incluir uma lógica de hierarquia, para priorizar quaisquer propriedades medidas ou previstas associadas com os parâmetros do sistema. Por exemplo, o controlador pode ser programado para priorizar o pH do sistema com relação à concentração de íon cloreto ou vice-versa. Deve-se considerar que o objeto dessa lógica de hierarquia é o de propiciar controle aperfeiçoado nos parâmetros do sistema e evitar circuitos fechados de controle circulares.

[033]Em pelo menos uma concretização, o processo inclui um controlador automatizado. Em outra concretização, o controlador é manual ou semimanual. Por exemplo, quando o processo de refino de óleo cru inclui um ou mais conjuntos de dados recebidos de vários sensores no sistema, o controlador pode determinar, automaticamente, que pontos de dados / conjuntos de dados processar ainda mais,

ou um operador pode fazer, parcial ou inteiramente, essa determinação. Um conjunto de dados pode incluir variáveis de processo ou parâmetros do sistema, tais como potencial de oxirredução, pH, níveis de alguns produtos químicos ou íons (por exemplo, determinados empiricamente, automaticamente, fluorescentemente, eletroquimicamente, colorimetricamente, medidos diretamente, calculados), temperatura, pressão, vazão de corrente de processo, sólidos dissolvidos ou suspensos, etc. Esses parâmetros do sistema ou variáveis de processo são tipicamente medidos com qualquer tipo de equipamento de captura de dados adequado, tais como sensores de pH, analisadores de íons, sensores de temperatura, termopares, sensores de pressão, sondas de corrosão e/ou qualquer outro dispositivo ou processo adequado. O equipamento de captura de dados fica, de preferência, em comunicação com o controlador, e, de acordo com concretizações alternativas, pode ter funções avançadas (incluindo qualquer parte dos algoritmos de controle descritos no presente relatório descritivo) promovidas pelo controlador.

[034]A transmissão de dados de parâmetros ou sinais medidos a bombas de produtos químicos, alarmes ou outros componentes do sistema é feita por uso de qualquer dispositivo adequado, tal como uma rede com ou sem fio, um cabo, uma linha de assinante digital, a Internet, etc. Qualquer ou quaisquer padrões de interfaces adequados, tal como uma interface de Ethernet, uma interface sem fio (por exemplo, IEEE 802.11A/B/G/X, 802.16, Bluetooth, óptica, infravermelha, de radiofrequência, etc.), barramento serial universal, rede telefônica, assemelhados e combinações dessas interfaces / conexões, pode ser usado. Como usado no presente relatório descritivo, o termo "rede" abrange todos esses processos de transmissão de dados. Quaisquer dos dispositivos descritos (por exemplo, sistema de arquivamento da instalação, estação de análise de dados, dispositivo de captura de dados, estação de processamento, etc.) podem ser conectados entre si por uso

da interface ou conexão descrita acima ou uma outra adequada.

[035]Em pelo menos uma concretização, as informações de parâmetros do sistema são recebidas do sistema e arquivadas. Em outra concretização, as informações de parâmetros do sistema são processadas de acordo com um planejamento ou programação. Em uma outra concretização, as informações de parâmetros do sistema são imediatamente processadas em tempo real / substancialmente em tempo real. Essa recepção em tempo real pode incluir, por exemplo, "dados em fluxo contínuo" por uma rede de computadores.

[036]Em pelo menos uma concretização, duas ou mais amostras são tiradas em diferentes locais no sistema. Por exemplo, uma pode ser no ponto de orvalho e uma no acumulador de descarga. As diferenças de medidas nesses dois pontos de amostragem requerem um algoritmo correspondente para ajuste da injeção de produtos químicos. O termo "ponto de orvalho" se refere ao ponto de condensação inicial de vapor em água, ou a uma temperatura na qual uma fase de água líquida se separa dos vapores d'água e de hidrocarbonetos líquidos e começa a formar água líquida, na medida em que os vapores se resfriam. Ainda que seja possível o uso de descarga da água do acumulador para medida de pH e do nível de íon cloreto, um nível de precisão é usualmente sacrificado em razão dos dados serem diluídos ou mascarados pelo volume total de vapor e de ácidos e bases fracas, que tenha condensado a jusante do ponto de orvalho da água.

[037]Igualmente, é possível medir a concentração de íon ferro (ou outros metais, tais como cobre, molibdênio, níquel, zinco) da água no ponto de orvalho. Em pelo menos uma concretização, a concentração de íons metálicos é medida na descarga de água do acumulador, porque esses íons indicam a ocorrência de corrosão e que metal foi removido de um componente interno no sistema, a montante do ponto de amostragem.

[038]Deve-se considerar que qualquer processo adequado pode ser usado

para obter a amostra de água no ponto de orvalho. Por exemplo, os dispositivos para obtenção da amostra de água no ponto de orvalho são descritas nas patentes U.S. de nº 4.335.072, intitulada "Overhead Corrosion Simulator" e de nº 5.425.267, intitulada "Corrosion Simulator and Method for Simulating Corrosion Activity of a Process Stream", ambas sendo incorporadas no presente relatório descritivo por referência nas suas totalidades.

[039]Em pelo menos uma concretização, diferentes parâmetros ou variáveis de processo do fluido ou do sistema, ou de outros constituintes presentes no sistema, podem ser medidos e/ou analisador, incluindo, mas não limitados a: pH; íon de cloreto; outros ácidos fortes e fracos, tais como ácido sulfúrico, ácido sulfuroso, ácido tiosulfuroso, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio; ácidos orgânicos; amônia; várias aminas; e depósitos líquidos ou sólidos; e assemelhados. Vários processos de fazer medidas são considerados e a invenção não é limitada a um processo particular. Os processos representativos incluem, mas não são limitados àqueles descritos nas patentes U.S. de nºs 5.326.482, 5.324.665 e 5.302.253.

[040]Em resposta às medidas feitas em vários locais no sistema, o produto químico corretiva pode ser adicionada ao sistema para responder às leituras medidas. Esses produtos químicos corretivos incluem, mas não são limitados a, neutralizadores, inibidores de formação de filme (algumas vezes referido no presente relatório descritivo como "agentes inibidores de formação de filme") e agentes cáusticos. Esses pontos são marcados "Neutralizador baseado em ácido ou pH", "Agente inibidor de formação de filme baseado em ferro" e "Substância cáustica baseada em cloreto". Deve-se considerar que esses produtos químicos podem ser adicionados em qualquer local adequado no sistema. Em pelo menos uma concretização, a introdução desses produtos químicos no sistema é ajustado continuamente. Em outras concretizações, a introdução de produtos químicos é ajustado intermitentemente ou em relação a uma programação determinada para

cada sistema individual.

[041]O ou os neutralizadores, agentes cáusticos e inibidores de formação de filme podem ser introduzidos no sistema por uso de qualquer tipo particular de bomba de alimentação de produtos químicos. Mais comumente, as bombas de injeção de deslocamento positivo são usadas energizadas, elétrica ou pneumaticamente. As bombas de injeção de fluxo contínuo são usadas algumas vezes para garantir que produtos químicos específicos sejam adequado e precisamente injetados na corrente de processo de movimentação rápida. Ainda que qualquer bomba ou sistema de transferência possa ser usado, as bombas e os processos de bombeamento exemplificativos incluem aqueles descritos nas patentes U.S. de nº 5.066.199, intitulada "Method for Injecting Treatment Chemicals Using a Constant Flow Positive Displacement Pumping Apparatus" e de nº 5.195.879, intitulada "Improved Method for Injecting Treatment Chemicals Using a Constant Flow Positive Displacement Pumping Apparatus", ambas incorporadas no presente relatório descritivo por referência nas suas totalidades.

[042]Os neutralizadores representativos incluem, mas não são limitados a, 3-metoxipropilamina (MOPA) (CAS # 5332-73-0), monoetanolamina (MEA) (CAS # 141-43-5), N,N-dimetilaminoetanol (DMEA) (CAS # 108-01-0) e metoxiisopropilamina (MIOPA) (MIOPA) (CAS # 37143-54-7).

[043]Como um agente cáustico, uma solução diluída de hidróxido de sódio é preparada tipicamente a uma concentração de 5 a 10% (7,5 a 14° Baumé), para facilidade de manuseio e para otimizar a distribuição, uma vez injetado no óleo cru, ou, por exemplo, água de lavagem dessalinizada. A concentração pode ser ajustada de acordo com as condições ambientais, tal como para o ponto de congelamento em climas frios.

[044]Os inibidores de formação de filme ou agentes inibidores de formação de película, usados em conjunto com esta invenção em um programa de controle de

corrosão de unidade de óleo cru, são tipicamente misturas solúveis em óleo de amidas e imidazolinas. Esses compostos oferecem um bom controle de corrosão, com efeitos mínimos na capacidade de condução de água dos hidrocarbonetos no sistema.

[045]Deve-se considerar que um controle ou uma faixa ótima de pH deve ser determinado para cada sistema individual. A faixa ótima para um sistema pode variar consideravelmente de um sistema para outro. Está dentro do conceito da invenção cobrir qualquer possível faixa de pH ótima.

[046]Em diferentes concretizações, as variações na bomba de neutralizador são limitadas em frequência. De preferência, os limites de ajuste são estabelecidos a um máximo de 1 por 15 min, e os ajustes sequenciais na mesma direção não devem exceder 8. Por exemplo, após 8 ajustes totais ou uma variação de 50% ou 100%, a bomba pode ser desativada por um período de tempo (por exemplo, 2 ou 4 horas) e um alarme pode ser disparado. Se essa situação for encontrada, é vantajoso disparar um alarme para alertar a um operador. Outros limites, tal como uma saída máxima de bomba, podem ser também implementados. Deve-se considerar que está dentro do âmbito da invenção promover um número qualquer de ajustes em qualquer direção, sem limitação. Esses limites são aplicados como determinados pelo operador.

[047]Deve-se considerar que uma faixa de concentração de íon cloreto adequada ou ótima deve ser determinada para cada sistema individual. A faixa ótima para um sistema pode variar consideravelmente desse para outro sistema. Está dentro do conceito da invenção cobrir qualquer possível faixa de concentração de íon de cloreto ótima.

[048]Em pelo menos uma concretização, um outro material metalúrgico pode ser usado, tal como monel, titânio, latão, etc. em alguns sistemas. Nesse casos, em vez de um sinal de concentração de íon de ferro, o sinal de concentração do íon

metálico adequado (cobre, níquel, zinco, etc.) vai ser detectado e analisado.

[049]Os íons metálicos existem comumente em dois ou mais estados de oxidação. Por exemplo, o ferro existe como Fe^{2+} e Fe^{3+} , bem como está presente em estados solúveis (material particulado iônico e fino), estados insolúveis (isto é, filtráveis), etc. A análise e o controle de íons metálicos incluem a medida ou previsão de qualquer combinação (ou de todas) dessas substituições presentes no sistema.

[050]Embora as sondas de corrosão (por exemplo, as sondas de corrosão de resistência elétrica, as sondas de polarização lineares, e/ou qualquer processo adequado para determinação de perda metálica) possam ser colocadas em qualquer local convencional no sistema, de preferência, são colocadas em locais historicamente seguros no sistema. Além disso, se, por exemplo, 2 ações manuais são ativadas em um período de 12 horas, um cheque de confiabilidade é tipicamente iniciado para garantir que as sondas de corrosão estão operando adequadamente. Se essa situação for encontrada, é vantajoso disparar um alarme para alertar um operador. Outros limites, tal como uma saída máxima de bomba, podem ser também implementados. Deve-se considerar que está dentro do âmbito da invenção promover um número qualquer de ajustes em qualquer direção, sem limitação. Esses limites são aplicados como determinado pelo operador.

[051]Em pelo menos uma concretização, se a ligação de comunicação, entre o analisador e o controlador, for cortada ou prejudicada, o controlador continua com qualquer que seja a ação que estiver conduzindo, antes de perder comunicação. Em pelo menos uma concretização, se a ligação de comunicação, entre o analisador e o sensor, for cortada ou prejudicada, o controlador continua com qualquer que seja a ação que estiver conduzindo, antes de perder comunicação. Em pelo menos uma concretização, se a saída do analisador induzir o controlador para liberar uma resposta que está além das limitações físicas do equipamento, o controlador libera sua melhor resposta possível (tal como de ligar / desligar uma ou mais bombas,

aberturas, drenos, levantamentos, estatores, transportadores, fornos, trocadores de calor ... etc.), e o controlador mantém esse equipamento respondendo abaixo do seu desempenho possível na sua capacidade máxima, até que a saída do analisador justifique uma redução. Em pelo menos uma concretização, pelo menos uma parte do equipamento respondendo é construída e disposta para responder a uma saída do analisador apenas gradualmente. Em pelo menos uma concretização, ainda que o equipamento possa responder apenas gradualmente, é construído e disposto para retornar a seu ajuste pré-resposta tão logo fisicamente possível. Isso propicia a negação de uma resposta incorreta, antes da resposta ter provocado um efeito significativo. Um exemplo de uma resposta gradual é uma bomba que aumenta o fluxo de produto químico de 0% a uma vazão máxima de 100% durante até 10 minutos, ainda que possa atingir 100% dentro de uns poucos segundos.

[052]Em pelo menos uma concretização, o analisador utiliza um processo de modelagem de análise de dados para corrigir as imprecisões que ocorrem nas medidas das variáveis de processo. Em virtude da corrosão ser por definição o resultado de uma quantidade finita de massa do equipamento sendo liberada de partes do equipamento, o grau de corrosão medido deve ser fácil de correlacionar com o dano físico aos componentes do sistema. No entanto, devido aos altos graus de ruído inerentes nessas instalações, as taxas medidas flutuam amplamente e não são frequentemente precisas. Significativamente, o ruído provoca frequentemente taxas de corrosão medidas maiores do que a massa real, que foi removida do equipamento. Além disso, diferentes formas de óleo cru (especialmente, o cru de ocasião) e as inconsistências nas suas composições fazem com que o equipamento funcione diferentemente, durante diferentes corridas de produção. Isso provoca taxas de corrosão variáveis e de difícil previsão. Além do mais, na medida em que a corrosão varia, o meio físico determinado sendo analisado a cada corrida de produção pode produzir análises futuras ainda mais ambíguas.

[053]Em pelo menos uma concretização, a análise considera a diferença conhecida entre a medida no estado estacionário e a medida no estado dinâmico feita pelo sensor, para corrigir as imprecisões que ocorrem nas medidas de variáveis de processo. Como ilustrado na Figura 1, em muitas situações uma perturbação no sistema (tal como ligar ou desligar uma bomba, adicionar ou parar a adição de um produto químico, mudar o pH, a [Fe], a temperatura e a pressão, etc...) provoca uma variação no estado dinâmico de curto prazo na medida do sensor, bem como uma variação no estado estacionário de prazo mais longo na medida do sensor. O analisador aprende a associar as variações no estado dinâmico específicas, que ocorrem em resposta às perturbações específicas com os sensores específicos, e, quando sob essas condições, detecta uma medida dinâmica similar, em vez do analisador transmitir a medida detectada como o valor corrigido, que aprendeu, que está associada com as propriedades do estado dinâmico detectado.

[054]Por conseguinte, em pelo menos uma concretização, a saída de pelo menos uma medida de sensor de uma variável de processo, obtida pelo analisador, sofre uma conversão. A saída pode ser representada pela função:

$$u = f(e, \Delta e, d)$$

[055]na qual u é a saída da medida do analisador de uma variável de processo, e é o erro detectado no estado dinâmico, d é a grandeza da perturbação que provocou o erro, e Δe é a variação no erro com o tempo. O próprio erro pode ser calculado por uso da equação:

$$e = SP - PV$$

[056]em que PV é uma variável de processo, ou o valor real que o analisador mediu para a variável, e SP é o ponto de ajuste ou o valor que teria sido para o ruído baseado em perturbação.

[057]Em pelo menos uma concretização, os parâmetros específicos de qualquer função prevista, usada para corrigir uma variável de processo medida,

podem ser calculados por meio de observação direta do sistema.

[058] Ao utilizar as equações apresentadas acima, uma pessoa versada na técnica vai reconhecer que são baseadas em uma expansão de série de Taylor,

$$\begin{aligned} u &= f(e, \Delta e, d) \\ &\approx f(e^0, \Delta e^0, d^0) + \frac{\partial f}{\partial e}|_{e=e^0}(e - e^0) + \frac{\partial f}{\partial \Delta e}|_{\Delta e=\Delta e^0}(\Delta e - \Delta e^0) + \frac{\partial f}{\partial d}|_{d=d^0}(d - d^0) + \Delta \\ &= u^0 + f(e) + f(\Delta e) + f(d) + \Delta \end{aligned}$$

[059] Em que u^0 denota a saída do controlador no estado estacionário; e^0 , Δe^0 e d^0 são e , Δe e d . O controlador consiste de duas partes: estado estacionário, $u^0 = f(e^0, \Delta e^0, d^0)$ e estado dinâmico $f(e)$, $f(\Delta e)$, $f(d)$. O estado estacionário pode ser obtido de medidas direta do estado estacionário do sistema. Em pelo menos uma concretização no estado estacionário, pelo menos um de e^0 , Δe^0 e d^0 é e , Δe e d é 0.

[060] A parte dinâmica é aproximada pelo seguinte modelo dinâmico não linear:

[061] Δ representa incertezas agrupadas e outros termos não modelados; em pelo menos uma concretização, pode ser atenuada por tecnologia de controle, porque está limitada.

[062] No estado estacionário, u^0 é conhecido pela experiência humana, ou é fácil de determinar por teste ou simples análise e modelagem. Um significado útil de u^0 é o resultado da saída de bomba ideal, quando a variável controlada está no seu valor desejado. Em cada parte dinâmica em que f é uma função ajustável com base em processo específico, a função é também baseada em conhecimento e dentro de limites de controle $[u_{min}, u_{max}]$. Em pelo menos uma concretização, a função é projetada de acordo com um formato proporcional. Em pelo menos uma concretização, a função é projetada de acordo com um formato de sigmoide.

[063] Em pelo menos uma concretização, o sistema compreende limites de saída e os limites variáveis $[PV_{min}, PV_{max}]$, para projetar os limites permissíveis pelo controle do sistema. Na prática, $u_{min} = u^0 - U_c$; $u_{max} = u^0 + U_c$; $PV_{min} = SP - SP_c$; $PV_{max} = SP + SP_c$, em que U_c é um fator de escala de saída,

que é uma constante ajustada em linha, SP_c é o fator de escala variável, que é uma constante ajustada em linha.

[064] Além disso, as variações resultantes no sistema, devido à alimentação de produtos químicos, não precisam ser previsíveis. O controle preciso de pH e corrosão é bem difícil, devido às grandes variações na dinâmica do processo. Uma dificuldade surge da relação não linear estática nos resultados de adições de produtos químicos, tal como por titulação. A titulação é a relação entre o pH de um meio e a concentração de ácidos e bases nesse meio. A não linearidade na titulação depende das substâncias na solução e suas concentrações. Por exemplo, a presença de alguns ácidos fracos ou bases fracas provoca um efeito de tamponamento (uma resistência às variações proporcionais em pH, a despeito das variações proporcionar nas concentrações de ácidos e bases).

[065] Outros produtos químicos presentes no sistema de processamento podem ter respostas não lineares às produtos químicos adicionados. Além disso, em virtude do fluxo e da vazão das operações em um sistema de processamento, há períodos muito longos de tempo morto. Como mencionado previamente, u^0 pode ser representado pelo resultado da saída de bomba ideal, quando a variável controlada está no seu valor desejado. Na prática, no entanto, devido aos tamanhos, às distâncias que os produtos químicos devem transpor, e a outras limitações físicas, a bomba não é, de fato, ideal, e há um retardo significativo quando a instrução é dada para alimentar um produto químico, e quando o produto químico aparece no sistema em uma dosagem significativamente suficiente para afetar adequadamente o sistema. Para fins deste relatório descritivo, o retardo de tempo entre a ativação da bomba e a bomba provocando o efeito desejado é conhecido como "tempo morto". Durante o tempo morto, uma dinâmica variável ocorre, que provoca medidas muito imprecisas de variáveis de processo.

[066] Em pelo menos uma concretização, o analisador utiliza uma

combinação de conhecimento humano e experiência para ajustar as vazões, considerando as propriedades não lineares que o controlador deve abordar. Isso torna o controlador mais inteligente e viável.

[067]A presença de outros materiais no sistema de processamento afeta frequentemente a natureza de vários ácidos, complicando ainda mais qualquer tentativa em prever o pH resultante da variação das concentrações. Por conseguinte, se representada graficamente, a forma da curva de titulação prevista fica muito irregular. Em pelo menos uma concretização, por desconsideração de ruído e erro, o analisador pode modelar e prever precisamente as curvas corretas de titulação, necessárias para um controle efetivo de pH.

[068]Por conseguinte, um processo de processamento de sinal pode precisar ser utilizado para medir corretamente uma variável de processo. As formas adequadas de processamento de sinal incluem, mas não são limitadas a, algoritmos DSP, filtração (incluindo filtros de passagem de baixas frequências, de passagem de altas frequência, adaptativos e de média de movimentação), uniformização, ARX, transformada de Fourier, análise no plano S, análise no plano X, transformadas de Laplace, DWT, transformadas de ondas pequenas, transformadas bilineares e algoritmos Goertzel. Em pelo menos uma concretização, a análise usando erro de estado dinâmico é feita antes do processamento de sinal. Em pelo menos uma concretização, a análise usando erro de estado dinâmico é subsequente ao processamento de sinal.

[069]O processamento de sinal é particularmente benéfico com relação à detecção de Fe. Um erro particular envolve a tendência da detecção de ferro cair a zero. Essa leitura é obviamente errônea. Por conseguinte, se o processamento de sinal não corrigir a concentração zero de Fe em um sistema que contém, obviamente, Fe, devido à corrosão em curso ou anterior, o analisador vai corrigir a leitura de ferro na qual na qual sua experiência aprendida indica que deve ser, e/ou

à leitura imediatamente antes de começar a cair a zero. Em pelo menos uma concretização, se o sensor detectar zero de ferro, o analisador não passa o valor de ferro detectado ao controlador, mas, ao invés disso, passa um valor baseado naquele em que o nível de ferro deve ser baseado em desempenho anterior, sob condições similares.

[070]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle compreende um ou mais processos, composições e/ou aparelhos descritos no pedido de patente publicado U.S. 2012/0053861 A1.

[071]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle compreende um ou mais sensores redundantes, que detectam a mesma variável de processo substancialmente no mesmo local no sistema de processamento. Em virtude de grande parte do ruído, que provoca imprecisões, ser de natureza aleatória, os erros nem sempre afetam todos os sensores ao mesmo tempo. Por conseguinte, sob certas circunstâncias, uma minoria dos sensores pode estar errada e uma maioria pode estar correta. Em pelo menos uma concretização, se todos os sensores proporcionarem leituras consistentes com os pontos de ajuste predeterminados, com base nas condições específicas presentes, o analisador retorna ao controlador a medida média. Em pelo menos uma concretização, se pelo menos um dos sensores proporcionar medidas consistentes com os pontos de ajuste, o analisador retorna a medida média das medidas consistentes ao controlador. Em pelo menos uma concretização, se todos os sensores proporcionarem medidas inconsistentes com os pontos de ajuste, o analisador rejeita todas as medidas e passa, ao invés dessas, ao controlador medidas com base em dados históricos, até que um sensor proporcione de novo medidas consistentes. Em pelo menos uma concretização, os dados históricos vão ser a média de algumas ou de todas as medidas prévias consistentes com os pontos de ajuste.

[072]Em pelo menos uma concretização, o período de amostragem de

variáveis do analisador é muito mais longo do que aqueles dos transmissores normais (em alguns casos, tão grande quanto 60 minutos). Além disso, as expectativas (pontos de ajuste) das variáveis controladas ficam normalmente em uma faixa, em vez de em um único ponto.

[073]Em pelo menos uma concretização, o produto químico corretiva ou uma produto químico de processamento alimentado pelo controlador é adicionado de acordo com um modelo de correção prévia. A correção prévia pode ser melhor entendida por comparação com uma abordagem de realimentação. Na realimentação, o recebimento de informações sobre um evento ou condição passado influencia o mesmo evento ou condição no presente ou no futuro. Em consequência disso, a cadeia de causa e efeito forma um circuito fechado, que se realimenta.

[074]Em um modelo de controle prévio, a reação às informações ocorre antes da informações reais serem recebidas. Isso permite uma reação mais rápida aos problemas do sistema, reduzindo a duração, a gravidade e as consequências de condições indesejáveis. A correção prévia pode ser obtida por uso das mesmas observações que são usadas para determinar a função de saída do analisador. Especificamente, em virtude do analisador mudar a saída para o valor correto, antes que o valor correto seja detectado pelo sensor (em alguns casos enquanto está ainda recebendo as informações de mudança do estado dinâmico). Além do mais, a correção prévia propicia a eliminação de condições que poderiam, de outro modo, persistir durante o tempo motor, entre a existência efetiva de uma condição indesejável e os retardos provocados por medidas imprecisas e propriedades de escoamento de bomba imperfeitas. Em pelo menos uma concretização, a estratégia de correção prévia aborda uma condição de sistema indesejável mais rápido do que pode um sistema de realimentação.

[075]Em pelo menos uma concretização, o modelo de correção prévia é usado para analisar a relação variável e eliminar as interações. Por exemplo, em

uma lógica de refinaria de petróleo cru, usada para determinar se as medidas de controle de corrosão precisam ser habilitadas, em resposta à concentração de Fe, vai ser governada por um modelo de correção prévia reagindo à saída do analisador, de acordo com uma função de (agente cáustico, neutralizador). Esse algoritmo de controle proporciona todas as funcionalidades e capacidades de implementar o modelo de correção prévia. Em pelo menos uma concretização, as propriedades da estratégia de correção prévia é incluída no algoritmo do controlador. O formato do algoritmo do controlador para sua análise de dados pode ser projetado com base em propriedades específicas do sistema que está sendo usado com ele.

[076]Como mencionado previamente, em virtude da corrosão ser devida à perda de massa no equipamento de processamento, por definição, as quantidades detectadas de corrosão devem ser iguais à massa perdida. Em virtude de que não é o que os sensores detectam frequentemente, medidas especiais precisam ser tomadas pelo analisador, para corrigir os níveis detectados de corrosão. Em pelo menos uma concretização, a taxa de corrosão (CR) é corrigida pelo analisador considerando ambos os níveis detectados em linha e uma análise da taxa de corrosão.

[077]Em pelo menos uma concretização, essa análise faz uso de duas definições de CR, a Instant CR (CR de momento) e a Period CR (CR periódica). Ambas as duas taxas refletem diferentes aspectos de velocidade de corrosão. A Instant CR é definida como a taxa de variação de perda metálica em um período de tempo fixo, por exemplo, um dia ou uma semana. Em pelo menos uma concretização, uma sonda de corrosão (o sensor) é usada para detectar um valor aproximado. Devido ao sinal ruidoso inerente nessas detecções, uma regressão linear ou uma outra forma de processamento de sinal pode ser usada para corrigir o valor detectado da Instant CR. A Instant CR proporciona entendimento das causas de momento de corrosão, o que é extremamente útil na determinação do efeito de

variações nas condições do sistema de processamento.

[078]Em pelo menos uma concretização, a Period CR requer vários dias ou semanas para determinar a taxa de corrosão geral. A Period CR é determinada por identificação de qual função linear representa melhor a perda metálica nesse meio físico ruidoso. Um cálculo linear simples é baseado em dois pontos de início e final, esse cálculo considera que a perda metálica de monopólio de uma maior função, não considera os dados entre os dois pontos. Obviamente, o cálculo não reflete a situação em tempo real sob sinais ruidosos, mas provavelmente, esse cálculo fica muito distante da realidade. Uma curva linear adequada é gerada por regressão dos mínimos quadrados, o que minimiza as distâncias totais entre cada ponto para a curva linear.

$$\min \Sigma(Y - Y_i)^2$$

[079]na qual Y representa a curva linear que foi projetada; Yi denota a leitura da sonda real no ponto i. As Figuras 3 e 4 mostram as taxas de corrosão comparadas com base na leitura de corrosão de dois pontos, a leitura de corrosão filtrada de dois pontos, e a regressão linear. Essencialmente, a taxa de corrosão é a inclinação da curva linear, mostra quão grande é a discrepância dos três cálculos, e também é possível entender que cálculo é mais razoável e científico. Como mostrado na Figura 3, o uso de uma análise linear de taxas de corrosão detectadas, pelo período, pode resultar em taxas múltiplas com base nas quais a forma de análise é usada.

[080]Como ilustrado na Figura 4, em pelo menos uma concretização, o uso da representação linear da curva de regressão média é usada para identificar a taxa de corrosão real que ocorre no sistema.

[081]Em pelo menos uma concretização, a decisão relativa a qual representação linear usar é atualizada constantemente para melhor refletir as observações feitas no sistema.

[082]Com referência então à Figura 5, mostra-se um fluxograma lógico ilustrando como as informações de várias fontes são constantemente alimentadas ao e usadas pelo analisador, para aperfeiçoar a lógica que usa para correção das leituras incorretas. O analisador utiliza:

(1) o projeto de filtro em linha e fora de linha para refinar a leitura da sonda de corrosão ruidosa e excluir as partes fora do corpo principal; (2) as definições corrigidas de taxas de corrosão (taxa em curso no momento, taxa periódica) e a relação delas entre si; isso fornece as diferentes definições para cálculo e comparação; (3) as taxas de corrosão em linha (regressão em curso CR) e fora de linha, e monitorando e controle de alarme da taxa de corrosão; (4) a avaliação e a análise da taxa de corrosão usada pelo controlador; e (5) os relatórios de análise gerados automaticamente.

[083]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle faz uso de medidas em linha de variações no processamento em uma ou mais de temperatura, pressão, velocidade e concentração, para detectar aceleração na taxa de corrosão. Isso pode ser feito fazendo uso da Instant CR e da Period CR.

[084]Em pelo menos uma concretização, a análise segue as seguintes equações:

Instant CR = dy/dt , portanto:

$$\text{Instant CR} = \frac{dy}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

[085]Em virtude disso, a Period CR pode ser mencionada como sendo a taxa de variação de perda metálica em um período de tempo fixo, tal como Δt ou $\Delta y/\Delta t$. No entanto, em virtude do "ruído" de sinal, que acompanha a perda metálica y , se uma regressão linear de y for primeiro usada e depois a Period CR for calculada como a inclinação com o tempo Δt , então:

$$\text{Period CR} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

[086] A Instant CR e a Period CR refletem diferentes aspectos de velocidades de corrosão. Em pelo menos uma concretização, a Period CR é determinada por vários dias ou semanas, para determinar a taxa de corrosão geral; a Instant CR é a corrosão instantânea, que é extremamente útil na determinação dos efeitos de variações de processamento na corrosão. Em pelo menos uma concretização, a relação entre Instant CR e Period CR é determinada por um teorema de valor médio integral. Por exemplo:

$$\text{Period CR} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_{t2} - y_{t1}}{t2 - t1} = \frac{\int_{t1}^{t2} \frac{dy}{dt} dt}{t2 - t1} = \frac{\frac{dy}{dt}|_{\xi}(t2 - t1)}{t2 - t1} = \frac{dy}{dt}|_{\xi}$$

[087] em que existe um ponto ξ em $[t1, t2]$, no qual a Instant CR vai ser igual à Period CR. Esse ponto não vai ser, necessariamente, a média, o valor mediano, o modo e/ou o grau mediano das Instante CR e Period CR.

[088] Embora o processo de corrosão seja muito complexo, sob certas circunstâncias, a taxa de corrosão pode se aproximar de uma função linear simples de tempo t , de acordo com a equação: $y = at + b$,

[089] em que y é a função de perda metálica de monopólio; t é o tempo, e a e b denotam a inclinação e o enviesamento da função. Ambos a e b são constantes invariáveis com o tempo.

[090] Com essa aproximação:

$$\text{Instant CR} = \frac{\partial y}{\partial t} = a = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y - y_0}{t - t_0} = \text{Period CR}$$

[091] Isso ilustra que se a e apenas b a inclinação e o enviesamento a , b forem constante inalteradas no período de tempo Δt , então a Period CR vai ser igual à Instant CR.

[092] Como mostrado na Figura 6, em pelo menos uma concretização, o

analisador transmite informações em um formato de painel, que proporciona a um usuário uma perspectiva de entendimento útil e fácil, para entender a perspectiva nas operações de pelo menos uma parte do sistema. Por exemplo, as várias variáveis de desempenho detectadas podem ser expressas de acordo com uma avaliação indicativa, indicando quão bem ou não o sistema está fazendo.

[093]Em pelo menos uma concretização, a avaliação vai ser expressa de acordo com pelo menos uma das seguintes categorias:

Estabilidade de variável de controle

[094]A estabilidade de variável é muito crítica para operação do processo. Em um sistema de controle de corrosão de unidade de óleo cru, três variáveis críticas (pH, Cl, Fe) são a chave para manter estável o sistema de corrosão. Cpk diário é usado e comparado.

Uso de produtos químicos

[095]O neutralizador, o agente cáustico e o inibidor de formação de filme são usados para controlar as três variáveis controladas, pH, Cl e Fe. Um dos objetivos desse projeto de controle é manter as variáveis controladas, enquanto economizando no uso de produtos químicos.

Avaliação de operação de sistema automatizado

[096]O sistema não apenas proporciona a medida básica de variáveis pelo analisador, mas também: (1) o sistema proporciona informações globais, incluindo de bombas, pressões d'água da linha principal, temperaturas operacionais, vazões químicas inferidas, corrosão ...; (2) proporciona interface amigável, propiciando uma plataforma para monitoramento e operação remotos de todo o sistema, modificar parâmetros ...; (3) coleta alarmes do analisador, gera / ajusta todas as alarmas operacionais das variáveis, e proporciona alarmes instantâneos de telefone celular e de e-mail; (4) proporciona uma plataforma de análise de dados em linha e fora de linha e tradução de informações em conhecimento refinado ..., isso é o foco do

sistema; e (5) o sistema de controle no tempo de transmissão é de 100%, exceto quando alguns eventos acontecem.

Análise de desempenho de corrosão

[097]Em linha, a taxa de corrosão deve ser calculada e comparada com outras variáveis. A Figura 7 proporciona um exemplo de uma taxa de corrosão de período semanal, com base em duas sondas. A Figura 8 mostra uma avaliação, que demonstra que a taxa de corrosão é bastante correlacionada às variáveis críticas Fe e pH.

[098]Em pelo menos uma concretização, o sistema de processamento, no qual o sistema de controle é usado, contém pelo menos um de unidade de óleo cru, um dessalinizador, uma torre atmosférica, uma torre sob vácuo, uma unidade de resfriamento, um forno, um craqueador e quaisquer de suas combinações. O sistema de controle vai otimizar e aperfeiçoar de alguns, parte dos ou todos os componentes do sistema de processamento. Esse aperfeiçoamento vai: (1) aperfeiçoar e manter a estabilidade e a confiabilidade do processamento; (2) otimizar os usos de produtos químicos e reduzir o custo; (3) aperfeiçoar a solidez e a flexibilidade operacional do sistema, proporcionar informações seguras ao sistema e à interface amigável de baixo custo; e (4) definir, calcular, monitorar, controlar e otimizar a taxa de corrosão.

[099]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle não apenas determina e prevê a corrosão na fase aquosa de um sistema suspenso de unidade de óleo cru, mas pode também calcular e prever a formação de sais, bem como o impacto deles na corrosão. Em pelo menos uma concretização, o analisador pode calcular em tempo real a quantidade de aditivo (amina) para injeção com a finalidade de corrigir a ação de sais na corrosão.

[0100]Em pelo menos uma concretização, esse cálculo é obtido por uso de pelo menos uma das seguintes entradas: pH, cloreto, temperatura, pressão,

densidade, vazão, vazão de lavagem, vapor total, e presença dos seguintes compostos: níveis de cloreto, amina total, nitrogênio total, halogênio, iodeto, oxigênio, água e amônia. Em pelo menos uma concretização, isso é feito por adição e observação da reação de uma ou mais das seguintes aminas: metilamina, dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, trietilamina, n-propilamina, isopropilamina, di-n-propilamina, di-isopropilamina, n-butilamina, sec-butilamina, 1-amino-2,2-dimetilpropano, 2-amino-2-metilbutano, 2-aminopentano, 3-aminopentano, morfolina, monoetanolamina, etilenodiamina, propilenodiamina, N,N-dimetiletilanolamina, N,N-dietiletilanolamina, N,N-dimetilisopropanolamina, metoxietilamina, piperidina, piperazina, cicloexilamina, N-metiletilanolamina, N-propiletilanolamina, N-etiletilanolamina, N,N-dimetilaminoetoxietanol, N,N-dietilaminoetoxietanol, N-metildietiletilanolamina, N-propildietiletilanolamina, N-etildietiletilanolamina, terc-butiletilanolamina, terc-butildietiletilanolamina, 2-(2-aminoetoxi)etanol, di-n-butilamina, tri-n-butilamina, diisobutilamina, etil-n-butilamina, pentilamina, 2-amino-2,3-dimetilbutano, 3-amino-2,2-dimetilbutano, 2-amino-1-metoxipropano, dipropilamina, monoamilamina, n-butilamina, isobutilamina, 3-amino-1-metoxipropano e quaisquer de suas combinações.

[0101]Por uso de sensores para detectar pH, cloreto, Fe, bem como pelo menos um sensor de nitrogênio, pelo menos um sensor de nitrogênio total, ou suas combinações, um modelo matemático pode calcular a formação de sal e/ou espécies corrosivas. Essas informações e os cálculos correspondentes podem ser apresentados em tempo real, a partir de uma amostra coletada em tempo real. As informações calculadas e armazenadas podem ser então usadas para calcular e controlar a adição de aditivos em tempo real na parte suspensa, com base na natureza corrosiva e na composição dos compostos presentes na parte suspensa.

[0102]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle pode recalcular, continuamente, em tempo real, as condições corrosivas, a formação de

sais, fazer com que o controlador adicione os aditivos adequados no caso da variação de um parâmetro. Esses aditivos incluem, mas não são limitados a: água, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de lítio, metilamina, dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, trietilamina, n-propilamina, isopropilamina, di-n-propilamina, di-isopropilamina, n-butilamina, sec-butilamina, 1-amino-2,2-dimetilpropano, 2-amino-2-metilbutano, 2-aminopentano, 3-aminopentano, morfolina, monoetanolamina, etilenodiamina, propilenodiamina, N,N-dimetiletanolamina, N,N-diethanolamina, N,N-dimetilisopropanolamina, metoxietilamina, piperidina, piperazina, cicloexilamina, N-metiletanolamina, N-propiletanolamina, N-etiletanolamina, N,N-dimetilaminoetoxietanol, N,N-diethylaminoetoxietanol, N-metildietanolamina, N-propildietanolamina, N-etildietanolamina, terc-butiletanolamina, terc-butildietanolamina, 2-(2-aminoetoxi)etanol, di-n-butilamina, tri-n-butilamina, diisobutilamina, etil-n-butilamina, pentilamina, 2-amino-2,3-dimetilbutano, 3-amino-2,2-dimetilbutano, 2-amino-1-metoxipropano, dipropilamina, monoamilamina, n-butilamina, isobutilamina, 3-amino-1-metoxipropano e quaisquer de suas combinações.

[0103]Em pelo menos uma concretização, o sistema de controle pode, no entanto, detectar o uso de sensores para a corrosão resultante de fluidos aquosos ou da formação de compostos salinos. Esses sensores são de pH, cloreto, Fe, nitrogênio, nitrogênio total e amônia, além de sondas de corrosão de resistência elétrica. Além disso, para medir o meio ambiente corrosivo, esses sensores proporcionam entrada para o analisador, facilitando o cálculo das quantidades adequadas de aditivos químicos.

[0104]Ainda que esta invenção possa ser incorporada em muitas diferentes formas, no presente relatório descritivo são descritas as concretizações preferidas da invenção. O presente relatório descritivo é uma exemplificação dos princípios da invenção e não pretende limitar a invenção às concretizações particulares ilustradas.

Todas as patentes, os pedidos de patentes, os artigos científicos e quaisquer outros materiais de referência referidos no presente relatório descritivo são incorporados nele por referência nas suas totalidades. Além do mais, a invenção abrange qualquer possível combinação de algumas ou de todas das várias concretizações, descritas no presente relatório descritivo, e/ou incorporadas nele. Além do mais, a invenção abrange qualquer possível combinação, que também exclui especificamente qualquer uma ou algumas das várias concretizações descritas e/ou incorporadas no presente relatório descritivo.

[0105]A descrição apresentada acima é tencionada para ser ilustrativa e não exaustiva. Essa descrição vai sugerir muitas variações e alternativas àqueles versados nessa técnica. As composições e processos descritos no presente relatório descritivo podem compreender, consistir de, ou consistir essencialmente dos componentes listados, ou de etapas. Como usado no presente relatório descritivo, o termo "compreendendo" significa "incluindo, mas não limitado a". Como usado no presente relatório descritivo, o termo "consistindo essencialmente de" se refere a uma composição ou processo que inclui os componentes ou etapas descritos, e quaisquer outros componentes ou etapas que não afetam materialmente as características novas e básicas das composições ou processos. Por exemplo, as composições que consistem essencialmente dos ingredientes listados não contém outros ingredientes, que afetariam as propriedades dessas composições. Aqueles familiares com a técnica podem reconhecer outras concretizações equivalentes às específicas, descritas no presente relatório descritivo, cujas concretizações equivalentes são também tencionadas para serem abrangidas pelas reivindicações .

[0106]Todas as faixas e os parâmetros descritos no presente relatório descritivo devem ser entendidos com abrangendo qualquer e todas das subfaixas incluídas neles, e todos os números entre os pontos finais. Por exemplo, uma faixa indicada de "1 a 10" deve ser considerada como incluindo qualquer e todas as

subfaixas entre (e incluindo) o valor mínimo de 1 e o valor máximo de 10, isto é, todas as subfaixas começando com um valor mínimo igual ou superior a 1 (por exemplo, 1 a 6,1), e terminando com um valor máximo igual ou inferior a 10 (por exemplo, 2,3 a 9,4, 3 a 8,4, 4 a 7), e finalmente a cada número 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 contido dentro da faixa.

[0107]Todos os valores numéricos são considerados no presente relatório descritivo como sendo modificados pelo termo "cerca de", se ou não indicado explicitamente. O termo "cerca de" se refere, de uma maneira geral, a uma gama de números que uma pessoa versada na técnica vai considerar o valor equivalente àquele indicado (isto é, tendo a mesma função ou resultado). Em muitos casos, o termo "cerca de" pode incluir números que são arredondados ao algarismo significativo mais próximo. Percentual em peso, percentual por peso, % em peso, % ponderal e assemelhados são sinônimos que se referem à concentração de uma substância, como o peso dessa substância dividido pelo peso da composição e multiplicado por 100.

[0108]Como usado neste relatório descritivo e nas reivindicações em anexo, as formas singulares "um", "uma", "o" e "a" incluem as referentes plurais, a menos que o conteúdo indique claramente uma forma diferente. Desse modo, por exemplo, a referência a uma composição contendo "um composto" inclui uma mistura de dois ou mais compostos. Como usado neste relatório descritivo e nas reivindicações em anexo, o termo "ou" é geralmente empregado no seu sentido incluindo "e/ou", a menos que o conteúdo indique claramente uma forma diferente.

[0109]Isso completa a descrição das concretizações preferidas e alternativas da invenção. Aqueles versados na técnica podem reconhecer que outros equivalentes à concretização específica, descrita no presente relatório descritivo, cujos equivalentes são tencionados para serem abrangidos pelas reivindicações anexadas a ele.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de correção de um erro nas medidas brutas de uma variável de processo, obtida de pelo menos um sensor, em um sistema de processamento químico tendo propriedades que causam que pelo menos algumas das medidas brutas sejam errôneas, o método compreendendo as etapas de:

usar o pelo menos um sensor para obter as medidas brutas da variável de processo, em que as medidas brutas têm um erro que compreende um componente de erro estático que causa uma mudança fixa na medida bruta e um componente de erro dinâmico que causa mudanças de estado dinâmico na medida bruta ao longo do tempo,

identificar o componente dinâmico do erro causado por fatores de estados dinâmicos, esse componente do erro sendo determinado por pelo menos uma vez obter um sensor de medida no sistema e observar como que essa medida se desvia de uma medida objetivamente correta da variável de processo por quantidades variáveis relativas ao tempo, em que identificar o componente de erro dinâmico compreende fornecer uma associação entre as mudanças de estado dinâmico medidas pelo pelo menos um sensor e uma perturbação;

identificar o componente do fator de estado estacionário do erro, esse componente do erro sendo determinado por pelo menos uma vez obter um sensor de medida e observar como a medida se desvia da medida objetivamente correta da variável de um processo por uma quantidade fixa relativa ao tempo;

identificar o componente do erro causado por fatores adicionais; e

alterar as medidas brutas para remover os erros causados por fatores de estados estacionários, fatores de estados dinâmicos e os fatores adicionais, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um sensor está em comunicação informacional com um analisador, e o analisador está em comunicação informacional com um controlador, o pelo menos um sensor construído e disposto para obter as

medidas brutas da variável de processo, o analisador corrigindo as medidas brutas para fornecer as medidas corretas, o controlador produzindo as medidas corretas, e se as medidas corretas indicarem que a variável de processo está fora de uma faixa predeterminada de valores aceitáveis, promover uma medida corretiva para mudar a variável de processo para um valor dentro da faixa de valores aceitáveis, o método compreendendo ainda as etapas de:

- (a) introduzir um óleo cru oportuno a uma unidade de óleo cru, que continha previamente um tipo diferente de óleo cru, as propriedades do óleo cru oportuno diferentes daquelas do óleo cru anterior, tal que a introdução do óleo cru oportuno desfaz o estado estacionário da unidade, incluindo causar uma corrosão induzindo um pico na concentração de cloreto;
- (b) medir e/ou prever pelo sensor uma propriedade associada com o parâmetro do sistema, em um ou mais pontos na unidade de óleo cru, a referida propriedade sendo a concentração de íon cloreto;
- (c) determinar uma faixa ótima associada com a propriedade medida e/ou prevista;
- (d) usar a concentração de íon cloreto medida e/ou prevista para obter uma concentração de íon cloreto corrigida; e
- (e) se a concentração de íon cloreto corrigida obtida da propriedade medida e/ou prevista estiver fora da faixa ótima, associada com essa propriedade, causar uma mudança em um influxo de uma composição na corrente de processo, a composição capaz de ajustar a propriedade associada com o parâmetro do sistema, em uma maneira a colocar a propriedade medida e/ou prevista dentro da referida faixa ótima, desde que os ajustes sejam limitados a não mais do que um a cada 30 minutos, e se houver quatro ajustes globais ou o ajuste resulta em uma mudança de pelo menos 50% de composição adicionada, então ainda o influxo de composição é suspenso por 4 horas, e

em que a propriedade de medir e/ou prever compreende as etapas de: coletar uma amostra de fluido de uma corrente de processo para formar uma corrente de amostragem; adicionar um sequestrante de sulfeto, obtido por reação de morfolina com formaldeído, à corrente de amostragem; passar a corrente de amostragem por uma membrana, que previne que um produto de reação do sequestrante de sulfeto e sulfeto de fluir através dela; e permitir que a corrente de amostragem, que flua pela membrana, entre em contato com um eletrodo específico de cloreto de uma célula de medida para medir o teor de cloreto.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a medida corretiva é promovida antes de um valor de estado estacionário da variável de processo ser detectado pelo menos um sensor.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a variável de processo é uma medida de um item selecionado da lista consistindo em: potencial de oxidação-redução, pH, níveis de certos produtos químicos ou íons (por exemplo, determinados empiricamente, automaticamente, fluorescentemente, eletroquimicamente, colorimetricamente, medidos diretamente, calculados), um nível de um produto químico, um nível de um íon, temperatura, pressão, vazão da corrente de processo, sólidos dissolvidos e sólidos suspensos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que há pelo menos três sensores, em que cada um dos três sensores passa uma medida bruta ao analisador, o analisador usando a média dessa medidas brutas como a entrada nos seus cálculos, se pelo menos uma das medidas brutas se ajustar dentro de um previsto ponto de ajuste predeterminado para as condições específicas, sob as quais as medidas brutas foram feitas, ou alternativamente, o analisador usa um valor previsto historicamente como a entrada nos seus cálculos, se nenhuma das medidas brutas se ajustar dentro de um previsto ponto de ajuste predeterminado para as condições específicas, sob as quais as medidas brutas

foram feitas.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a variável de processo é a concentração de ferro, o método compreende ainda as etapas de: usar o pelo menos um sensor para obter medidas brutas da concentração de ferro ao longo do tempo, desconsiderar todas as leituras dos sensores que indicam concentração de ferro igual a zero, e ajustar as concentrações de ferro medidas por uso de análise de regressão por um período de tempo de uma semana.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a medida corretiva envolve adicionar um produto químico, em que o efeito na variável de processo é de natureza não linear, o analisador corrigindo os efeitos não lineares do produto químico corretivo nas suas correções.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a medida corretiva envolve adicionar um produto químico submetido às restrições de tempo morto e o analisador corrige esses efeitos nas suas medidas usando a restrição de tempo morto para fornecer uma medida corrigida.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema de processamento é um item selecionado da lista consistindo em: uma planta química, uma refinaria, uma refinaria de petróleo, uma instalação de processamento de alimentos, uma planta de manufatura, uma fábrica química, uma coluna de destilação, uma instalação de filtração de água, uma fábrica, uma instalação de processamento de resíduos, uma instalação de tratamento de água, e quaisquer de suas combinações.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o analisador prevê a corrosão que resultará da formação dos compostos salinos, o método utilizando entradas de pelo menos um de cada um de um: sensor de pH, sensor de cloreto, sensor de Fe, sensor de nitrogênio, sensor de nitrogênio total,

sensor de amônia, sensor de amina total, e uma sonda de corrosão de resistência elétrica, e, em resposta, o controlador alimenta ao sistema uma quantidade adequada de pelo menos um de: água, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de lítio, metilamina, dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, trietilamina, n-propilamina, isopropilamina, di-n-propilamina, di-isopropilamina, n-butilamina, sec-butilamina, 1-amino-2,2-dimetilpropano, 2-amino-2-metilbutano, 2-aminopentano, 3-aminopentano, morfolina, monoetanolamina, etilenodiamina, propilenodiamina, N,N-dimetiletanolamina, N,N-dietiletanolamina, N,N-dimetilisopropanolamina, metoxietilamina, piperidina, piperazina, cicloexilamina, N-metiletanolamina, N-propiletanolamina, N-etiletanolamina, N,N-dimetilaminoetoxietanol, N,N-dietilaminoetoxietanol, N-metildietanolamina, N-propildietanolamina, N-etildietanolamina, t-butiletanolamina, t-butildietanolamina, 2-(2-aminoetoxi)etanol, di-n-butilamina, tri-n-butilamina, diisobutilamina, etil-n-butilamina, pentilamina, 2-amino-2,3-dimetilbutano, 3-amino-2,2-dimetilbutano, 2-amino-1-metoxipropano, dipropilamina, monoamilamina, n-butilamina, isobutilamina, 3-amino-1-metoxipropano e quaisquer de suas combinações.

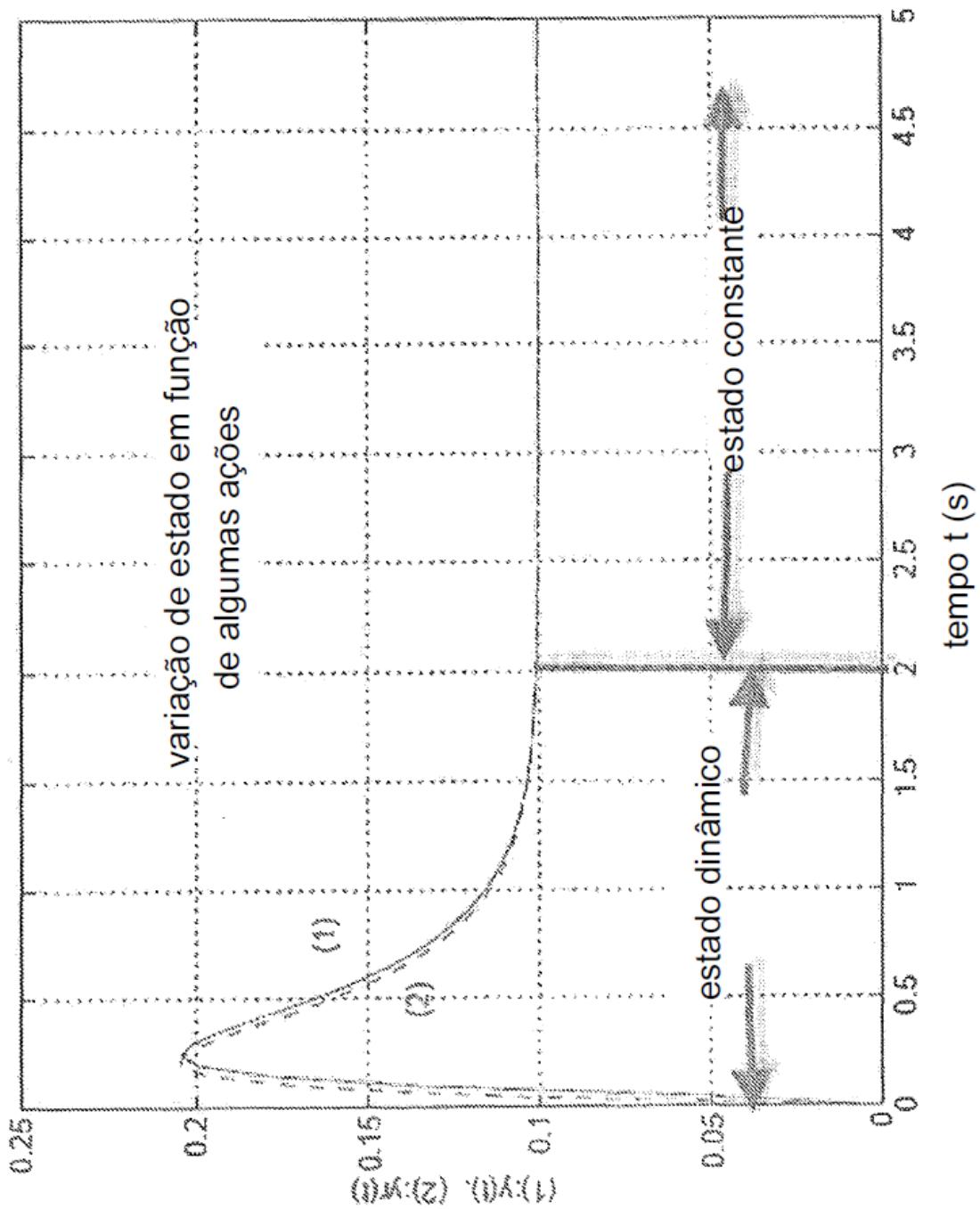


FIGURA 1

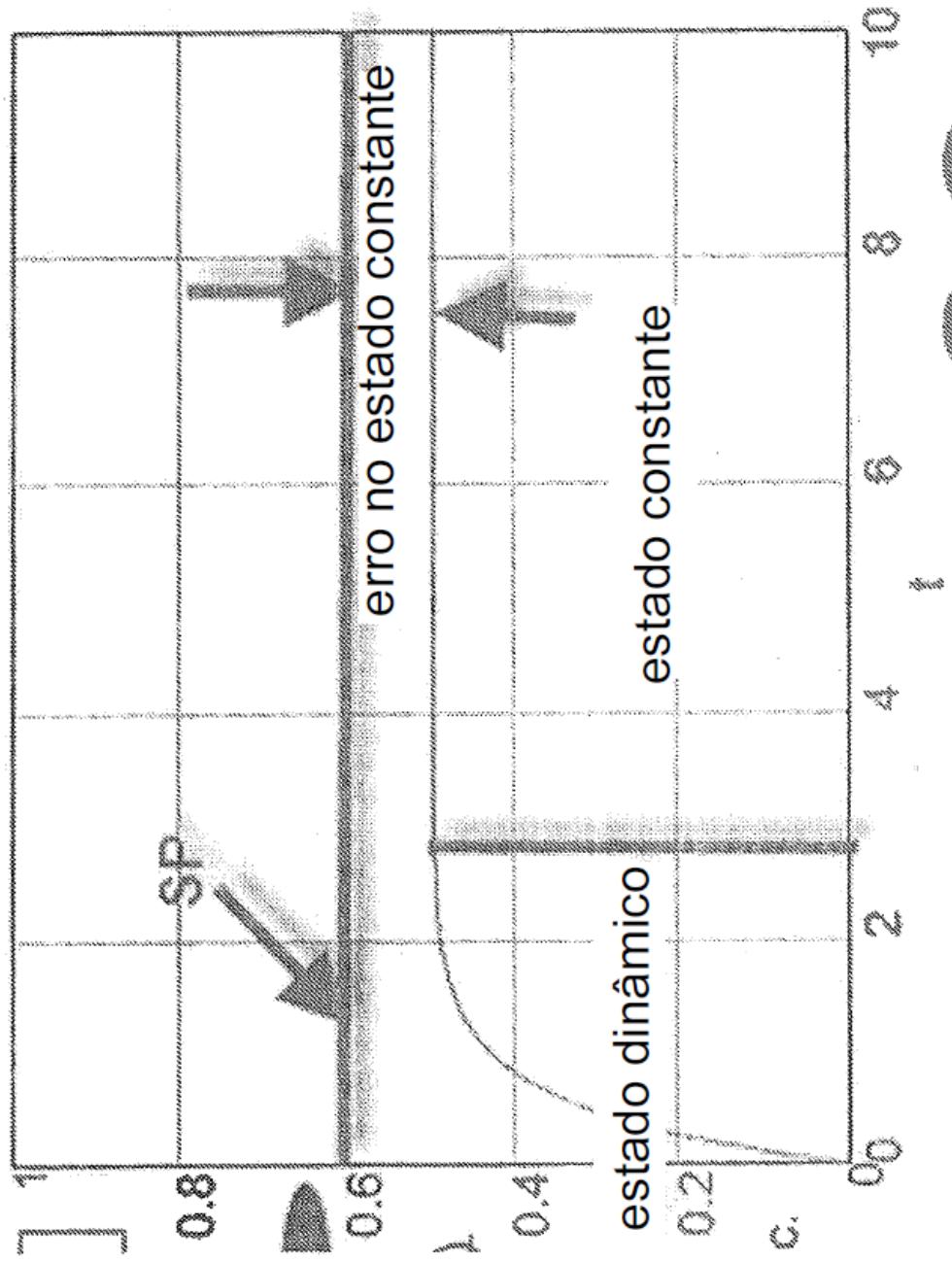


FIGURA 2

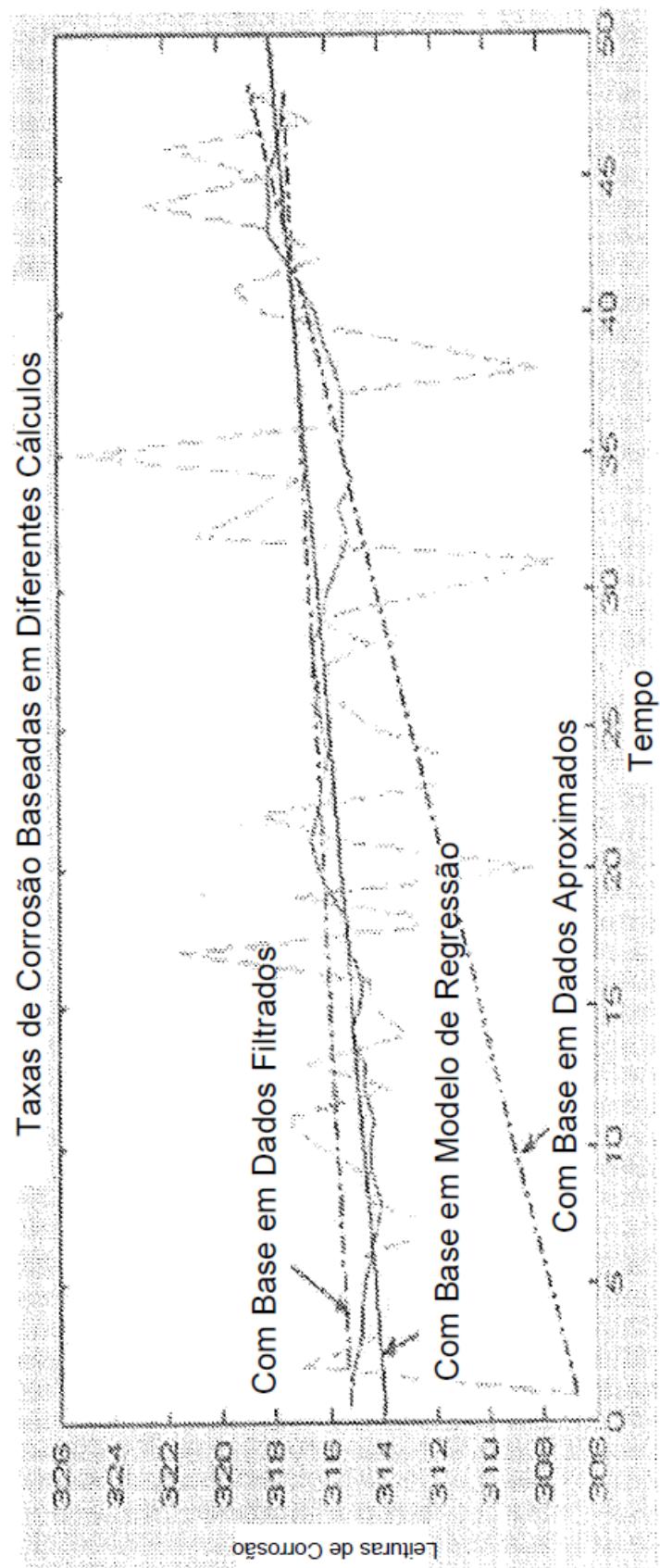


FIGURA 3

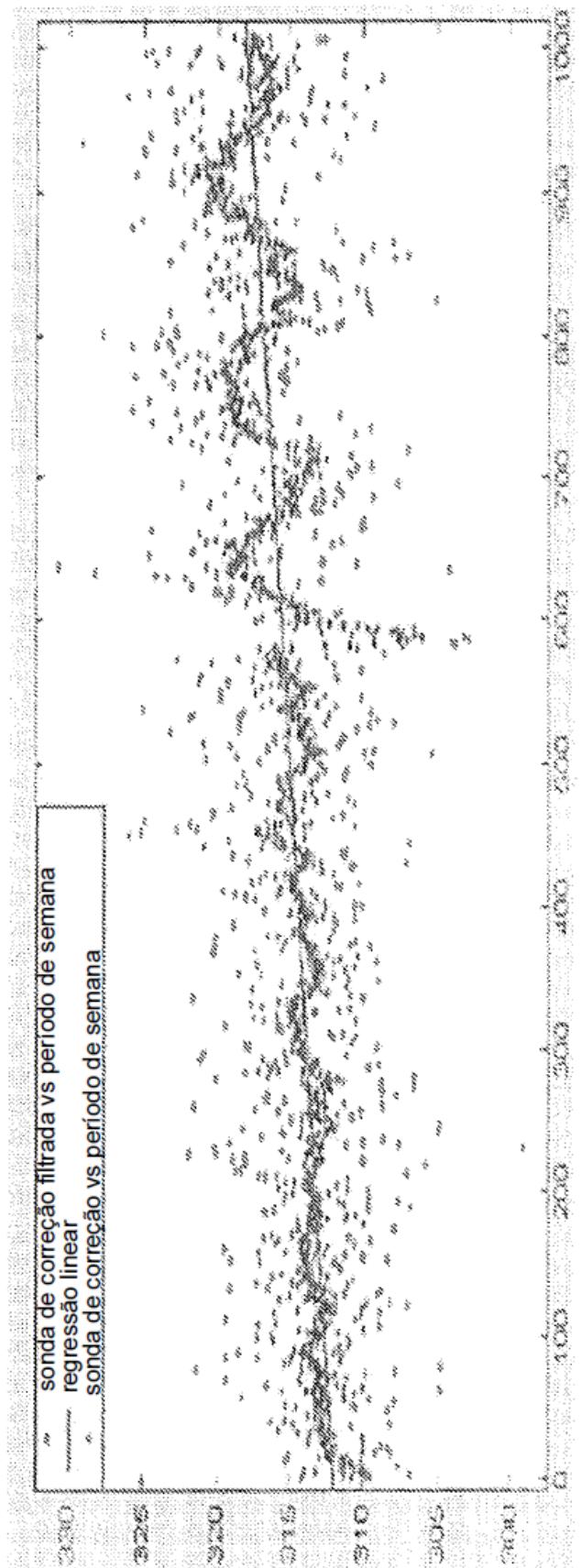


FIGURA 4

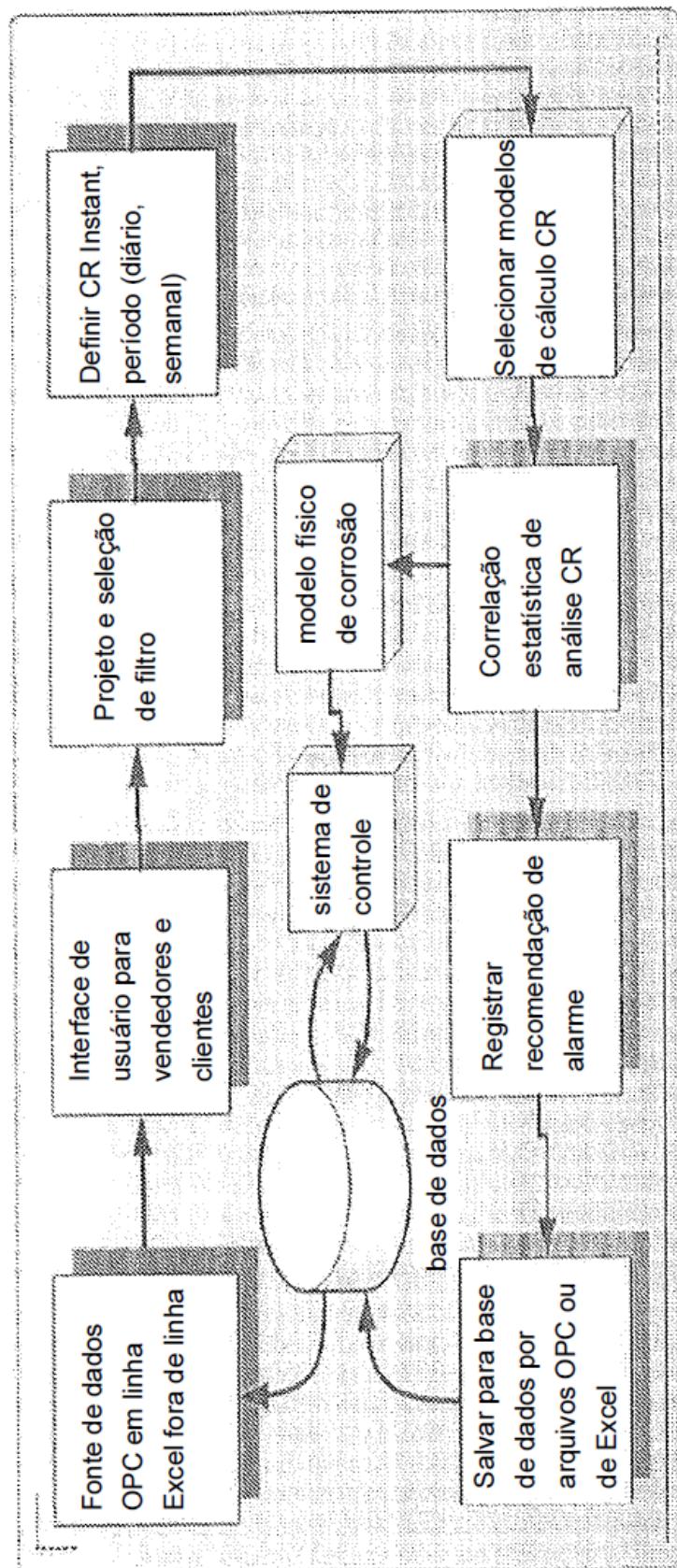
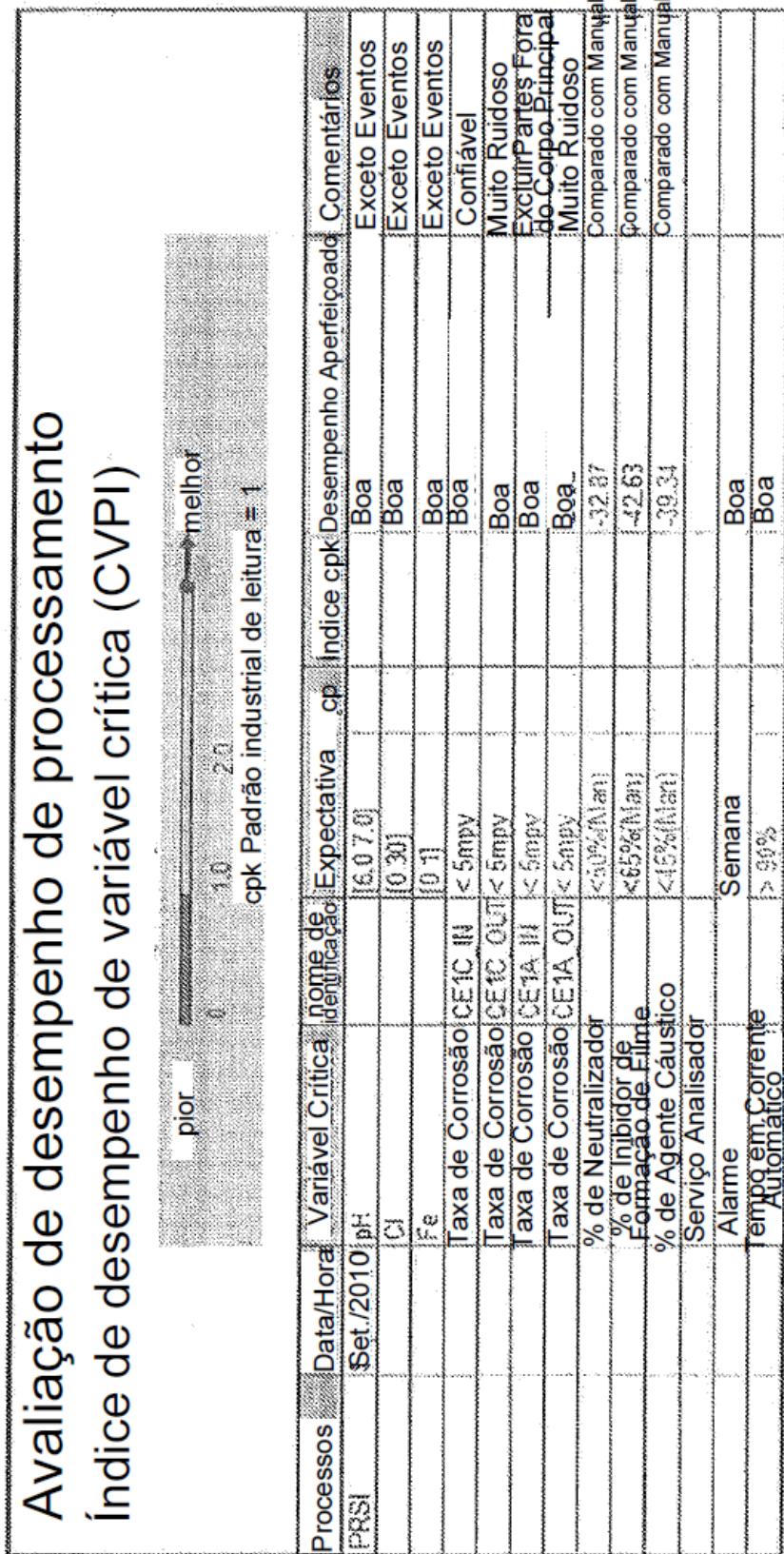


FIGURA 5

**FIGURA 6**