



INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

(11) Número de Publicação: **PT 1222499 E**

(51) Classificação Internacional:
G05B 13/04 (2006.01) **G05B 17/02** (2006.01)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2000.10.04	(73) Titular(es): ABB AB	
(30) Prioridade(s): 1999.10.05 SE 9903606	721 83 VASTERAS	SE
(43) Data de publicação do pedido: 2002.07.17	(72) Inventor(es):	
(45) Data e BPI da concessão: 2006.12.13	ERIK DAHLQVIST	SE
003/2007	THOMAS LILJENBERG	SE
	STEFAN BACKA	SE
	(74) Mandatário:	
	MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA	
	RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO E SISTEMA BASEADOS EM COMPUTADOR PARA O CONTROLO DE UM PROCEDIMENTO INDUSTRIAL**

(57) Resumo:

RESUMO

"PROCESSO E SISTEMA BASEADOS EM COMPUTADOR PARA O CONTROLO DE UM PROCEDIMENTO INDUSTRIAL

Processo baseado em computador para o controlo de um procedimento industrial (P), o qual compreende pelo menos duas unidades de processamento (UP1, UP2, UP3), o qual apresenta os passos de; controlar directamente o processo por meio de um modelo (1) constituído por um ou mais algoritmos; enviar os dados do processamento (Q , T) do processo (P) para o modelo de controlo (1). O processo compreende ainda o passo de executar um diagnóstico automático da validade dos dados de processamento (Q_i , T_i) recuperados do processo (P), com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como entradas no modelo de controlo (1).

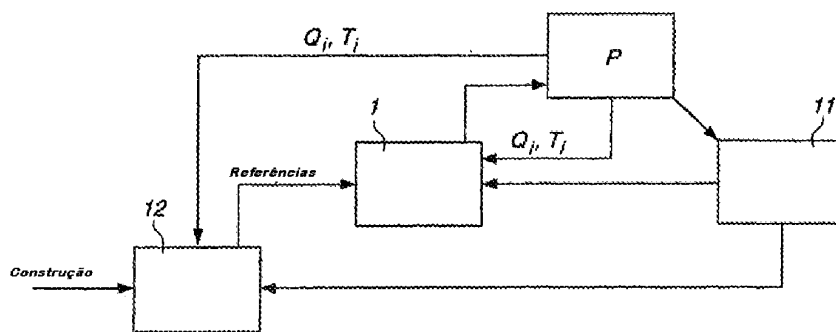


Fig. 1

DESCRIÇÃO

"PROCESSO E SISTEMA BASEADOS EM COMPUTADOR PARA O CONTROLO DE UM PROCEDIMENTO INDUSTRIAL"

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um processo, baseado em computador, para controlar um procedimento industrial, o qual compreende pelo menos duas unidades de processamento, constituídas pelos passos de controlar directamente o processo por meio de um modelo de controlo constituído por um ou mais algoritmos, introduzir os dados de processamento oriundos do processo no modelo de controlo e executar um diagnóstico automático da validade dos dados de processamento recebidos do procedimento, com a finalidade de evitar que dados de processamento irrelevantes sejam usados no modelo de controlo.

A invenção refere-se também a um sistema, baseado em computador, para controlar um procedimento industrial, o qual compreende pelo menos duas unidades de processamento, sendo o referido sistema constituído por um modelo de controlo, constituído por um ou mais algoritmos destinados a controlar directamente o processo, meios para enviar dados de processamento, do processo para o modelo de controlo, sendo o funcionamento do modelo de controlo baseado nos referidos dados de processamento e meios para executar um diagnóstico automático da validade dos dados de processamento recebidos do processo, com a finalidade de impedir que sejam usados dados irrelevantes como introdução no modelo de controlo.

O procedimento industrial é, de preferência, contínuo ou semi-contínuo e pode conter unidades de processamento contínuas, semi-contínuas e/ou descontínuas, mas ser mesmo assim considerado como contínuo ou semi-contínuo. Muito embora a invenção seja aplicável a todo o tipo de processos contínuos ou semi-contínuos, é especialmente usado em ligação com o fabrico de produtos químicos, petroquímicos metálicos e poliméricos e na produção de pasta de papel e de papel, onde há necessidade de controlar a corrente das composições para se obterem as propriedades desejadas nos produtos. O processo poderá também ser um procedimento numa instalação de produção de energia. As unidades típicas de processamento de um processo destinado ao fabrico da pasta de papel e do papel, são o cozimento, o branqueamento, a preparação da pasta, etc.

Fundamentos da Invenção e Técnica Anterior

Uma vez que a invenção é aplicável a processos destinados à produção de pasta de papel e de papel ou cartão, a invenção será descrita com referência a tais processos.

Os produtores de materiais, como sejam os produtores de pasta de papel, de papel ou de cartão, estão a ver-se face a um mundo em rápida mutação. Têm de responder aos pedidos crescentes dos consumidores, de graus específicos em quantidades menores. Os produtos têm de corresponder a exigências de qualidade especificadas dentro de limites muito apertados. O aumento da consciência ambiental é abordado por meio de grandes esforços, não só para corresponder às exigências e regulamentos mais rígidos estabelecidas para a sua actividade, como também para minimizar o impacto da sua influência sobre o ambiente. O aumento da reciclagem no âmbito do processo de produção,

bem como uma utilização crescente de matérias recuperadas como matéria-prima ou como adições ao processo, colocam exigências mais elevadas ao controlo e à supervisão do processo. Adicionalmente, esses produtores enfrentam uma competição mais dura, a qual apenas pode ser enfrentada por meio de produtos de elevada qualidade.

A qualidade dos produtos está dependente de muitos parâmetros, os quais são influenciados pelo fornecimento de matéria-prima ao processo, especialmente pela consistência do fornecimento da matéria-prima, das adições efectuadas durante os tratamentos e pelas condições de produção durante esses tratamentos. Assim, a qualidade do produto pode modificar-se substancialmente durante esses procedimentos. Por isso os métodos usados para o controlo do processo necessitam de empregar um sistema com sensores ou dispositivos para a colheita de amostras ao longo de toda linha de processamento e meios para executar medições e amostragens, meios de recolha, para coligir e processar a informação do processo obtida e meios para executar acções de correcção no processo.

Para processos, que contêm duas ou mais unidades de processamento, é necessária uma optimização geral do processo. A optimização do processo inclui uma optimização, por exemplo da qualidade do produto, da economia total, dos aspectos ambientais, do consumo de energia, da manutenção do equipamento de produção, etc. Um exemplo típico de uma optimização é uma optimização do processo a fim de determinar valores de afinação para bombas, válvulas, etc., presentes no processo, para se conseguir um determinado volume de produção durante um dado período de tempo, sob as condições dadas. Para isso, a optimização inclui a descarga

dos níveis dos tanques, temperaturas, etc., em linha, a partir de um sistema de computador de processamento e a utilização dos valores descarregados, juntamente com algoritmos adaptados, para a optimização e controlo do processo.

Normalmente, os valores de uma pluralidade de variáveis do processo serão medidos por meio de sensores e usados como introduções para os algoritmos destinados à optimização e controlo do processo. No entanto, de vez em quando, tais medições serão incorrectas devido ao mau funcionamento dos sensores. Pode ser tolerado algum desvio entre os valores medidos e os valores previstos ou reais das variáveis em questão, mas quando o erro se situa acima de um determinado valor devido ao mau funcionamento de um sensor, esse valor não deverá ser utilizado no algoritmo de optimização ou no modelo de controlo de um sistema de controlo e o sensor em questão deverá ser reparado ou substituído para tornar possível fornecerem-se ao sistema de controlo as medições correctas.

Por isso, a técnica anterior propôs diferentes formas de detectar, identificar, analisar e tratar os maus funcionamentos dos sensores ou os sensores defeituosos.

Por exemplo o documento WO 95/04878 descreve um processo para o controlo das emissões de um motor de combustão interna, que emite poluentes perigosos e que compreende uma pluralidade de sensores destinados a medir diferentes parâmetros do funcionamento do motor. Alguns dos valores medidos podem estar incorrectos e um sistema de validação dos sensores está por isso disposto de modo a gerar um alarme quando qualquer dos sensores a ele ligados falha e

para substituir o sensor defeituoso por um sensor substituto. Este último prevê a saída do sensor defeituoso por meio da utilização de uma representação armazenada do sensor defeituoso, a qual é uma função dos outros sensores a ele ligados.

Objectos da Invenção

Um objecto da presente invenção é proporcionar um processo e um sistema baseados em computador, os quais permitem uma simulação e um controlo fiáveis, em linha, de um sistema industrial. O processo e o sistema da invenção deverão ser adequados para um controlo avançado, com base em modelos, de um procedimento industrial. A invenção deve especialmente propor formas aperfeiçoadas de detectar e tratar medidas erradas, particularmente medidas obtidas em linha por sensores, no processo, a fim de manter um controlo adequado e redundante do processo com base em computador.

Resumo da Invenção

Este objecto é atingido por meio do processo da Reivindicação 1 e por meio do sistema da Reivindicação 19.

Preferivelmente, o processo é simulado por meio de um modelo do processo separado, o qual actualiza o modelo de controlo e o fornece com valores de ajuste para o seu funcionamento. De preferência, o processo é optimizado por meio do modelo do processo que, com determinadas restrições, irá proporcionar ao modelo de controlo valores de ajustamento adequados para a referida optimização em relação a diferentes aspectos, como sejam a economia total, os aspectos ambientais, a qualidade do produto, a manutenção do equipamento de processamento, etc.

Preferivelmente, o modelo do processo está adaptado para modificar ou substituir partes essenciais do modelo de controlo quando recebe determinada informação, especialmente informação referente a dados irrelevantes para o processo, que deva ser usada para o funcionamento do modelo de controlo.

Numa forma de realização, são fornecidos ao modelo do processo dados de processamento vindos do processo, sendo o funcionamento do modelo do processo baseado nos referidos dados de processamento. Pelo menos alguns dos referidos dados de processamento são recuperados do processo por meio de sensores para medições na linha, em linha e/ou junto da linha, por exemplo as mesmas medições, que são usadas como introdução para o modelo de controlo. Preferivelmente o modelo do processo é habilitado com informação vinda do diagnóstico com a finalidade de impedir que dados irrelevantes do processo sejam usados como introdução no modelo do processo. Portanto, o modelo do processo, bem como o modelo de controlo, são continuamente actualizados em linha, a fim de se evitar o uso de dados de processamento incorrectos ou irrelevantes para o seu funcionamento.

A presente invenção deverá proporcionar um processo e um sistema baseados em computador, os quais fornecem uma forma de diagnosticar o desempenho dos sensores num processo, de tal modo que a precisão das medições feitas pelos referidos sensores possa ser também adaptada de modo a fornecer informação acerca da relevância de determinados valores medidos de variáveis de processamento, de modo a tornar possível decidir automaticamente se determinados valores medidos deverão ou não ser incluídos em modelos para a

optimização geral e o controlo do processo e com a finalidade de tornar possível decidir se um determinado sensor deverá ser reparado ou substituído devido a mau funcionamento. O mesmo se aplica genericamente para equipamento de processamento defeituoso ou a funcionar mal.

Num caso, o objecto acima é atingido pelo facto de o diagnóstico automático compreender os passos de, execução de pelo menos duas previsões de um determinado processo, variável com diferentes conjuntos de variáveis medidas, como introdução para um modelo destinado à execução das referidas previsões, observação de qualquer desvio entre os valores previstos e o valor medido da referida variável do processo e avaliação do padrão de desvio observado com a finalidade de decidir se o valor medido da referida variável deveria ou não ser usado como introdução para o modelo de controlo e/ou o modelo do processo.

Alternativamente, o objecto acima é atingido pelo facto de compreender ainda os passos de medição de um valor de pelo menos duas variáveis do processo em pelo menos uma localização no procedimento, previsão de pelo menos duas variáveis por meio de um modelo, para uma parte relevante do processo, com determinadas condições limite, observação de qualquer desvio entre o valor medido e o valor previsto de cada variável do processo e comparação e avaliação dos desvios observados com a finalidade de decidir se os valores medidos das referidas variáveis deverão ou não ser directamente utilizados como introduções ao modelo de controlo e/ou ao modelo do processo. De preferência, cada uma das previsões é baseada num determinado conjunto de dados introduzidos, isto é medições, com exclusão do valor da variável a ser prevista. Se os valores de duas variáveis

forem medidos e não previstos e as variáveis medidas se desviarem da mesma maneira, mas aceitável, dos valores previstos, é razoável concluir-se que os sensores de medição estão a funcionar. Por outro lado, se um dos desvios diferir acentuadamente, em qualquer sentido, não se pode então ter a certeza de qual dos sensores está a funcionar mal, ou se há qualquer outra perturbação no processo que afecte o valor medido.

De preferência, os valores medidos de pelo menos três variáveis do processo, são medidos, previstos e comparados quanto aos seus desvios entre variáveis medidas e previstas. Por meio da comparação dos desvios de pelo menos três variáveis do processo, a detecção de um sensor a funcionar mal pode ser efectuada com uma fiabilidade significativamente melhorada. Se o desvio de uma das variáveis diferir significativamente dos desvios das outras variáveis, é provável que isso se deva ao mau funcionamento do sensor correspondente ou que seja devido ao mau funcionamento de algum equipamento de processamento específico, cujo funcionamento esteja relacionado com o valor da variável em questão. Uma determinada perturbação ou variação do processo poderá ser também a razão para um padrão de desvio, que indique erroneamente o mau funcionamento de um sensor.

Com a finalidade de melhorar ainda mais a fiabilidade das conclusões baseadas na comparação entre os desvios para as variáveis em questão, é sugerido que o número das variáveis do processo medidas e previstas seja de pelo menos quatro, de preferência pelo menos cinco e que as referidas variáveis do processo sejam divididas em pelo menos dois grupos, tendo os referidos grupos pelo menos uma variável

do processo comum e que para cada um dos grupos, sejam comparados e avaliados os desvios entre os valores medidos e previstos das variáveis desse grupo. Portanto, se o desvio de tal variável comum de processamento diferir significativamente dos desvios das outras variáveis do processo, em ambos os grupos a que pertença, isso será muito provavelmente devido ao mau funcionamento do sensor que mede o valor da referida variável. Se, no entanto, o desvio da variável em questão diferir significativamente dos desvios das variáveis num dos grupos a que pertence, mas não dos desvios de um segundo grupo ao qual também pertence, isso não é provavelmente devido a um mau funcionamento do sensor em questão. A fim de desenvolver ainda mais este conceito, são medidos e previstos os valores de uma pluralidade de variáveis do processo e as variáveis são divididas numa pluralidade de grupos.

Ao observar-se um padrão de desvio, que indique o mau funcionamento de um sensor, é iniciada a medição de pelo menos uma outra variável do processo, cujo valor esteja relacionado com o valor da variável medida pelo referido sensor. Consequentemente, o valor da outra variável referida do processo não é contínua ou repetidamente medido. Essa variável poderia, por exemplo, ser uma que tivesse de ser medida exteriormente à linha, por meio de medições laboratoriais. De acordo com isso, a invenção sugere a iniciação de tais outras medições, principalmente apenas com a observação de um padrão de desvio, que indique o mau funcionamento de um determinado sensor. Além disso, a invenção sugere que, ao observar-se um tal padrão de desvio, a função de pelo menos um meio de controlo do processo, cujo funcionamento esteja relacionado com o valor da variável medida pelo referido sensor, seja verificada.

Tais meios de controlo do processo poderão ser uma válvula, um gerador de pressão, uma bomba ou semelhantes, para um determinado procedimento, por exemplo um processo para a produção de pasta de papel e de papel.

As variáveis do processo, cujos valores são medidos e previstos, podem estar concentrados numa mesma unidade de processamento. No entanto, quando o processo é um sistema de diagnóstico automático construído nele, são mais desenvolvidos, os valores das variáveis do processo são medidos e previstos em mais do que uma unidade de processamento, preferivelmente em todas as unidades de processamento. Os valores, cujos desvios são comparados uns com os outros, são normalmente medidos numa mesma unidade de processamento. No entanto, como alternativa, as medições dos desvios das variáveis do processo são, em determinados casos, executadas em diferentes unidades de processamento, quando isso se mostre vantajoso para o diagnóstico.

Uma forma de realização da invenção inclui uma simulação e uma optimização geral do processo, sendo as referidas simulação e optimização baseadas na informação referente aos resultados das referidas medições e previsões das variáveis do processo, na comparação dos desvios e na observação do mau funcionamento individual dos sensores, do mau funcionamento do equipamento e/ou das perturbações do processo. A simulação e a optimização são executadas por meio de um ou mais algoritmos, conforme descrito mais atrás nesta aplicação. O processo é optimizado com referência a qualquer um de uma combinação de aspectos, como sejam a qualidade do produto, a economia, os aspectos ambientais, o consumo de energia e a manutenção. A optimização da manutenção refere-se, de preferência, a quando determinados

sensores e determinado equipamento de processamento devem ser reparados ou substituídos. A simulação e optimização servem para estabelecer pontos de referência para uma pluralidade de variáveis do processo, no que se refere ao que está a ser optimizado. Aqui, a simulação e optimização são executadas pelo processo de modelo, o qual aplica pontos de referência ao modelo de controlo.

A invenção compreende também a utilização dos chamados sensores virtuais (*soft sensors*). Tais sensores virtuais poderão incluir modelos para a previsão de determinadas qualidades do produto, com base em determinadas variáveis do processo. No caso de um processo para a produção de pasta de papel ou de papel, a detecção virtual poderá incluir a previsão de, por exemplo, a resistência do papel com base na medição do tamanho das fibras, da sua distribuição, do espectro NIR (*Near Infrared spectre* - Espectro infravermelho próximo), entrada de energia de refinação e semelhantes. Graças ao processo de acordo com a invenção, com base na qual um sistema de diagnóstico automático pode ser construído, tal detecção virtual pode ser mais fiável. De preferência, a detecção virtual desempenha um papel vital para a optimização do processo, por exemplo para a optimização no que se refere à qualidade do produto.

De acordo com uma forma de realização, o processo de acordo com a invenção compreende um passo de previsão do valor ou valores futuros de determinadas variáveis do processo por meio de um modelo empírico para uma ou mais unidades de processamento. Este modelo empírico dependente da estatística pode ser usado para fazer ajustamentos no modelo físico do processo. No entanto, ao reconstruir-se o

processo, o referido modelo empírico é reconstruído com base nas previsões feitas por meio de um modelo físico.

Os meios de diagnóstico compreendem meios de medição, que incluem sensores, para medições em linha, na linha e/ou junto da linha. Compreende também meios de previsão, meios de observação e meios para comparar e avaliar os desvios observados, estando os referidos meios dispostos, como software, num computador. O sistema da invenção compreende também meios, dispostos como software num computador, para executar todos os outros passos do processo da invenção, conforme definido acima. Consequentemente, o sistema de acordo com a invenção compreende um sistema para diagnóstico automático do processo em questão. Pode também compreender modelos empíricos ou algoritmos para a optimização do processo, com base na informação do sistema diagnóstico automático.

Outras características e vantagens do processo e do sistema de acordo com a invenção, serão apresentadas na descrição que se segue e nas reivindicações dependentes, anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

Daqui em diante a invenção será descrita a título de exemplo com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 é um esquema de um fluxograma, que mostra uma forma de realização do processo e sistema da invenção,

A Figura 2 é fluxograma, ainda esquemático, mas mais pormenorizado, de meios de diagnóstico de acordo com a invenção,

As Figuras 3a-c são exemplos de padrões de desvio observados e tratados pelos meios de diagnóstico, e

A Figura 4 é um exemplo de um padrão de desvio observado e tratado de uma forma alternativa pelos meios de diagnóstico.

Descrição Pormenorizada de Formas de Realização Preferidas

A Figura 1 mostra um fluxograma esquemático de uma forma de realização do sistema baseado em computador de acordo com a invenção, destinado ao controlo de um procedimento industrial P, que compreende pelo menos duas unidades de processamento UP1, UP2, UP3, ver também figura 2. Aqui, o processo P é um processo para a produção de pasta de papel e papel ou cartão. Os processos das unidades UP1-3 poderão ser os procedimentos de uma caldeira, de um digestor ou de qualquer unidade de processamento normalmente presente em tal processo P. Os processos das unidades UP1-3 podem ser processos contínuos, semi-contínuos ou descontínuos. O processo P, no entanto, é contínuo ou semi-contínuo.

O sistema de acordo com a invenção compreende um modelo de controlo 1, que compreende um ou mais algoritmos destinados a controlar o processo P. Com essa finalidade, o modelo de controlo necessita de ser actualizado com dados de procedimento do processo P. Por isso, o sistema de acordo com a invenção compreende meios 2-8 para enviar dados do processo, do processo P para o modelo de controlo 1, sendo o funcionamento do modelo baseado nos referidos dados do processo. Tais meios para o envio de dados de processamento incluem uma pluralidade de sensores 2-8, preferivelmente

dispostos para medições em linha, na linha e/ou junto à linha de uma pluralidade de variáveis do processo Q_i , T_i .

De acordo com as Figuras 1 e 2, o sistema compreende também meios 11 para executar um diagnóstico automático da validade dos dados do processamento recuperados do processo P por meio dos meios de medição 2-8, com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como introdução no modelo de controlo 1. Os meios de diagnóstico 11 serão explicados com mais pormenor, mais à frente, com referência à Figura 2. No entanto, uma das suas tarefas principais é impedir que dados de processamento, obtidos por sensores com mau funcionamento, sejam usados como introdução no modelo de controlo 1.

O sistema compreende também um modelo do processo separado 12 para simular o processo. O modelo do processo 12, disposto como software num computador, pode incluir um ou mais modelos físicos e/ou modelos empíricos para simular o processo. O modelo do processo 12 está adaptado a actualizar o modelo de controlo 1, ou mais precisamente, a fornecer ao modelo de controlo 1 valores de pontos de referência para o seu funcionamento. Os valores dos pontos de referência são pontos de referência para diferentes variáveis ou parâmetros do processo. O modelo do processo 12 está adaptado a simular e optimizar o processo P no que se refere a uma ou mais de uma pluralidade de aspectos, como sejam a qualidade do produto, a economia do processo, os aspectos ambientais, etc., com determinadas restrições.

O sistema compreende também meios 2-8, apresentados na Figura 2, para fornecer ao modelo do processo dados de processamento, que são usados no modelo do processo 12 para

o seu funcionamento. Os referidos meios 2-8 incluem uma pluralidade de sensores, de preferência dispostos para a medição em linha ou na linha de uma pluralidade de variáveis do processo. De acordo com a invenção, os meios de diagnóstico 11 estão adaptados para fornecer ao modelo do processo 12 informação destinada a impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como introduções no modelo do processo 12. Tipicamente, tais dados de processamento irrelevantes ou incorrectos são dados de processamento fornecidos a partir de sensores, que estão a funcionar mal.

Os meios de diagnóstico 11, apresentados pormenorizadamente na Figura 2, desempenham um papel vital e serão por isso descritos daqui em diante com mais pormenor.

Os meios de diagnóstico 11 compreendem um modelo 13, destinado a prever os valores de duas ou mais, preferivelmente uma pluralidade, de variáveis $\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$ correspondendo as variáveis ao estado ou valor, que são medidos por meio dos referidos meios ou sensores 2-8. Com esta finalidade, o modelo de previsão 13 é alimentado com dados de processamento vindos dos meios 2-8. No entanto, quando o modelo de previsão 13 prevê o valor, por exemplo $\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$ de uma determinada variável, executa a sua previsão sem ter em conta o valor medido Q_i , T_i , dessa variável específica. O modelo de previsão 13 será discutido mais à frente com mais pormenor.

O sistema compreende meios 14, 15, 16 para observação de qualquer desvio entre o valor medido e o valor previsto de cada uma das variáveis do processo medidas. Os meios 14, 15, 16 compreendem, de preferência, comparadores destinados

a comparar apenas os valores previstos $\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$ e os valores medidos Q_i , T_i , para a variável do processo ao longo de um determinado período de tempo.

O sistema compreende também meios 17 para comparar os desvios observados $\hat{Q}_i - Q_i$, $\hat{T}_i - T_i$ com a finalidade de decidir da validade dos valores medidos e a fim de tornar possível decidir se os valores medidos das referidas variáveis deverão ou não ser directamente usados com introduções para o modelo de controlo 1 e o modelo do processo 12. Na realidade, um padrão de desvio 21-23 será fornecido aos meios de avaliação 17 a partir dos meios de observação 14, 15, 16 e os meios de avaliação 17 são dispostos de modo a avaliar um determinado padrão e observar os desvios que tornam o padrão ilógico. Ao observarem um tal padrão de desvio ilógico que, por exemplo, indique o mau funcionamento de um ou mais sensores 2-8, os meios de avaliação 17 estão adaptados para activar meios 18 destinados a iniciar a medição de pelo menos uma outra variável do processo L, cujo valor está relacionado com o valor da variável ou variáveis Q_i , T_i , medidas pelo referido sensor ou sensores, que se considera que estão a funcionar mal, com a finalidade de se verificar se são realmente o sensor ou os sensores em questão que estão a funcionar mal ou se existe qualquer perturbação no processo que tenha levado ao padrão de desvio ilógico. Por exemplo, uma outra variável do processo a ser medida ao verificar-se essa observação, pode ser o nível L de um líquido específico num determinado tanque de uma unidade de processamento. Aqui, uma tal medição pode ser executada por meio de um sensor, indicado por 9, na unidade de processamento UP3. O valor medido de mais esta variável é comparado, de preferência, com um valor previsto

respectivo, ou com um determinado valor de referência para a referida variável e qualquer desvio entre o valor medido L de mais esta variável e o seu valor previsto ou valor de referência é fornecido aos meios de avaliação 17. Os meios de avaliação 17 ficam então adaptados para analisar um novo padrão de desvio, no que se refere ao resultado da medição da nova variável, a fim de se assegurarem se o padrão original de desvio ilógico é devido ao mau funcionamento de sensores ou devido a algum outro erro de processamento detectado através da medição da nova variável. Com esta finalidade, é fornecido ao modelo de previsão o valor L da nova variável, a fim de que seja tomado em conta quando forem feitas novas previsões.

De preferência, o sistema compreende também meios 19 para iniciar uma verificação do funcionamento de pelo menos um meio de controlo do processo 20, cuja função está relacionada com o valor Q_i , T_i da variável ou variáveis medidas pelo sensor ou sensores que, de acordo com o padrão de desvio ilógico, pareça ou pareçam estar a funcionar mal. Tais meios de controlo do processo poderão, por exemplo, ser uma determinada válvula na saída de um tanque. Os meios de iniciação 19 poderiam, por exemplo, iniciar uma medição da abertura da válvula por intermédio de um determinado sensor, como seja um fluxómetro, aqui o sensor indicado por 10, bem como uma posição de válvula. Ao ser detectado o mau funcionamento de meios de controlo do processo, por exemplo da válvula 20, o sistema, de preferência os meios de avaliação 17, está adaptado a emitir um alarme com a finalidade de iniciar medidas, seja automáticas seja manuais, relativamente aos referidos meios de controlo do processo 20.

Com base no resultado dessa operação de avaliação, os meios de avaliação 17 estão adaptados para fornecer informação relativa ao mau funcionamento dos sensores ou às perturbações ou erros do processo, respectivamente ao modelo de controlo 1 e ao modelo do processo 12. Consequentemente, os meios de diagnóstico 11 definem um sistema de diagnóstico avançado, usado com a finalidade de impedir que dados de processamento incorrectos sejam usados como introdução no modelo de controlo 1 e no modelo do processo 12.

De acordo com a forma de realização apresentada na Figura 2, os dados de processamento medidos são divididos numa pluralidade de grupos e é observado um padrão de desvio para cada um dos grupos. Cada grupo tem pelo menos uma variável de processo comum com outro grupo. Na Figura 2 isso é indicado pelas variáveis medidas pelos meios de medição 4 e 6. Juntando-se os dados do processamento medidos em diferentes grupos com dados de processamento comuns para diferentes grupos, podem ser observados pelos meios 14, 15, 16 padrões de desvio individuais para cada grupos e serem depois tratados pelos meios de avaliação 17. Por meio da divisão dos dados de processamento em grupos, da maneira descrita, os desvios são apresentados aos meios de avaliação 17, de uma maneira que promove uma análise eficaz e fiável da parte dos meios de avaliação 17.

Na Figura 3a-c, $\hat{Q}_i$ indica diferentes pressões previstas, enquanto que $\hat{T}_i$ indica diferentes temperaturas previstas. Deve, no entanto, entender-se que, de acordo com a invenção, diferentes sistemas podem utilizar valores completamente diferentes e que este é apenas um exemplo muito simples dos princípios através dos quais tratar

variáveis medidas. Q_i e T_i indicam os valores medidos das referidas variáveis.

A Figura 4 mostra um padrão de desvio alternativo. Aqui, o modelo de previsão 13 utiliza diferentes conjuntos de dados de processamento para a previsão de $\hat{Q}_1$. Por exemplo, para $\hat{Q}_{1A}$ o modelo está adaptado para fazer a sua previsão apenas em relação ao primeiro conjunto de variáveis medidas. Para a previsão de $\hat{Q}_{1B}$, utiliza um conjunto modificado de variáveis medidas, diferente do utilizado para prever $\hat{Q}_{1A}$. Consequentemente, $\hat{Q}_{1C}$, $\hat{Q}_{1D}$ e $\hat{Q}_{1E}$ são todas previstas com conjuntos modificados, isto é diferentes, de variáveis medidas como introduções ao modelo 13. Alternativamente isso poderá ser visto como uma utilização de diferentes modelos modificados para prever $\hat{Q}_1$. De preferência, os meios de avaliação 17 estão adaptados para analisar o padrão de desvio deste tipo. Deverá entender-se que, para uma tal solução, os meios de observação 14, 15, 16 poderão ser considerados como modificados e integrados com os meios de avaliação 17.

Na Figura 2 apenas é mostrado, a título de exemplo, a linhas tracejadas, que vão dos sensores 2 e 3 até ao modelo de previsão 13, que os dados de processamento são introduzidos a partir dos meios de medição 2-10 no modelo de previsão 13, como entradas para este último. De preferência, o sistema permite que variáveis medidas de cada um dos meios 2-10 sejam introduzidas no modelo de previsão 13.

De preferência, o modelo de previsão baseia-se em leis físicas para pelo menos um factor de entre um fluxo hidráulico no processo, um equilíbrio da massa no processo

e um equilíbrio da energia ou da temperatura no processo. Não obstante, o modelo pode também, quando tal seja considerado adequado, compreender um ou mais modelos empíricos para executar as necessárias previsões.

Ao detectarem-se determinadas discrepâncias entre as previsões do modelo e as medições dos sensores, que não possam ser relacionadas como tendo sido devidas a erros de processamento ou a mau funcionamento de sensores, poderá ser executado um ajustamento ou actualização do modelo. Quando o modelo de previsão 13 inclui um modelo físico e um modelo empírico, o modelo físico está adaptado para reconstruir ou substituir o modelo empírico aquando da reconstrução do processo. A reconstrução ou a substituição do modelo empírico é baseada em previsões oriundas do modelo físico.

Graças à invenção será possível efectuar a previsão em linha das propriedades não medidas numa linha de produção de paste de papel ou de papel. Tais propriedades poderão ser rendimento, resistência da fibra ou do papel, capacidade de branqueamento, etc. Será possível medir diferentes propriedades em linha ou na linha e relacionar as propriedades reais com medições laboratoriais. A análise da fiabilidade dessas previsões pode então ser feita por meio deste sinal de verificação, conforme acima esboçado. Novos modelos empíricos podem ser construídos, nos quais apenas dados fiáveis possam ser identificados automaticamente, sem se ter de efectuar uma quantidade de verificações manuais.

Por meio da correlação entre as medições em linha, na linha e/ou à linha e as amostras de medições em linha, bem como

medições laboratoriais, é também possível determinar quando é que os desvios são devidos a problemas nos sensores ou a variações do processamento, que influenciem a medição. Por exemplo, por meio da medição dos espectros NIR, UV e outros espectros, podem ser medidos indirectamente outros parâmetros do processo e pode ser definido um estado do processo. Com base em tais medições e por meio da simulação do processo por intermédio de um simulador, será possível seguir a passagem de uma determinada fornada através da linha e ajustar a diluição, as diferentes reacções, etc. A nova informação é adicionada ao conhecimento no simulador e também a variação do processo pode ser tanto prevista como compensada de uma forma adaptativa.

Evidentemente que numerosas formas de realização da invenção serão óbvias para os técnicos do ramo, sem que por isso se afastem do âmbito da invenção conforme definida nas Reivindicações anexas, suportadas pela descrição e pelos desenhos.

De preferência, as previsões executadas por meio do modelo de previsão 13 incluem a utilização redes de análise de dados multifacetadas e/ou neurais.

Ao permitir a modificação repetida do modelo do processo 12, do modelo de controlo 1 e do modelo de previsão 13, com base na saída dos meios automáticos de diagnóstico 11, é obtido um sistema de controlo muito redundante. De preferência todas ou quase todas as medidas adoptadas pelo sistema são implementadas por meio de software num ambiente de computador.

Lisboa, 27 de Fevereiro de 2007

REIVINDICAÇÕES

1. Processo baseado em computador para controlar um procedimento industrial (P), o qual compreende pelo menos duas unidades de processamento (UP1, UP2, UP3), que é constituído pelos passos de:

- controlar directamente o processo por meio de um modelo de controlo (1) constituído por um ou mais algoritmos,
- enviar dados de processamento (Q_i , T_i) do procedimento (P) para o modelo de controlo (1),
- executar um diagnóstico automático da validade dos dados de processamento recebidos do procedimento (P), com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como introdução no modelo de controlo (1)

Caracterizado pelo facto de compreender os passos de,

- observar qualquer desvio entre o valor medido e o valor previsto de cada uma das variáveis do processo medidas,
- fornecer um padrão de desvio (21-23) vindo dos meios de observação (14, 15, 16) aos meios de avaliação (17),
- avaliação de um determinado padrão por meio da identificação dos desvios que tornam o padrão ilógico e se tal acontecer,
- iniciar e conduzir uma medição de pelo menos uma outra variável do processo (L), cujo valor esteja relacionado com o valor das variáveis medidas

pelos sensores que se considerem como estando a funcionar mal,

- comparação desta outra variável (L) com um valor previsto da mesma ou um valor de referência e
- determinação de se o padrão de desvio ilógico original é devido ao mau funcionamento de sensores ou é devido a erro de procedimento detectado através da medição da mais outra variável.

2. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 1, caracterizado pelo facto de o processo ser simulado por meio de um modelo do processo separado (12) e por o modelo de controlo (1) ser actualizado e munido de valores de referência a partir do modelo do processo (12) para o seu funcionamento.
3. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 2, caracterizado pelo facto de o modelo de controlo ser modificado por meio do modelo do processo baseado no diagnóstico automático.
4. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) ser munido de dados de processamento (Q_i , T_i) do procedimento (P), sendo o funcionamento do modelo do processo baseado nos referidos dados de processamento.
5. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 2-4, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) ser munido de informação

vinda de meios de diagnóstico (11) com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como introdução no modelo do processo (12).

6. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 2-5, caracterizado pelo facto de o processo ser simulado e optimizado em relação a um ou mais de uma pluralidade de aspectos, com as devidas restrições, por meio do modelo do processo (12).
7. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 1-6, caracterizado pelo facto de o diagnóstico automático compreender os passos de execução de pelo menos duas previsões ($\hat{Q}_{1A}$, $\hat{Q}_{1B}$, $\hat{Q}_{1C}$, $\hat{Q}_{1D}$, $\hat{Q}_{1E}$) de uma determinada variável do processo com diferentes conjuntos de variáveis medidas (Q_i , T_i) como introduções a um modelo (13) para a execução das referidas previsões, observação de qualquer desvio ($\hat{Q}_{1A}$, $-Q_1$... $\hat{Q}_{1E}-Q_1$) entre o valor previsto e o valor medido da referida variável do processo e avaliação do padrão de desvio observado com a finalidade de decidir se o valor medido (Q_1) da referida variável deverá ou não ser usado como introdução no modelo de controlo (1) e/ou no modelo do processo (12).
8. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 1-6, caracterizado pelo facto de o diagnóstico automático compreender os passos de
 - medição de um valor (Q_i , T_i) de pelo menos duas variáveis do processo em pelo menos uma localização do procedimento (P),

- previsão das referidas pelo menos duas variáveis ($\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$) por meio de um modelo (13) para uma parte relevante do procedimento (P) e com determinadas condições limite,
 - observação de qualquer desvio ($\hat{Q}_i - Q_i$, $\hat{T}_i - T_i$) entre o valor previsto e o valor medido de cada uma das variáveis do processo e
 - avaliação dos desvios observados com a finalidade de decidir se algum dos valores medidos (Q_i , T_i) das referidas variáveis deverá ou não ser usado como introdução no modelo de controlo (1) e/ou no modelo do processo (12).
9. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo facto de , quando uma variável específica ($\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$) é prevista por meio do modelo de previsão (13), o valor medido (Q_i , T_i) dessa variável ser excluído do modelo de previsão (13).
10. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo facto de os valores de pelo menos três variáveis do processo serem medidos, previstos e avaliados quanto aos seus desvios individuais entre os valores medidos e previstos.
11. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo facto de o número das variáveis do processo medidas e previstas ser de pelo menos quatro, preferivelmente pelo menos cinco em que

- as referidas variáveis do processo (Q_i , T_i) são divididos em pelo menos dois grupos (21, 22, 23), tendo os referidos grupos (21-23) pelo menos uma variável do processo comum (Q_2 , Q_3) e por, para cada grupo (21-23), os desvios entre valores medidos e previstos das variáveis desse grupo serem comparados.

12. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 7-11, caracterizado pelo facto de ao observar-se um padrão de desvio, que indique o mau funcionamento de um sensor (2-8), o funcionamento de pelo menos um meio de controlo do processo (20), cuja função está relacionada com o valor da variável medida pelo referido sensor ser verificado.

13. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 7-12, caracterizado pelo facto de uma optimização geral do procedimento (P) ser baseada no resultado das referidas medições e previsões das variáveis do processo (Q_i , T_i), avaliação dos desvios e observação do sensor individual que está a funcionar mal.

14. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 7-13, caracterizada pelo facto de o modelo de previsão (13) compreender um modelo físico, o qual se baseia em leis físicas para pelo menos um dos factores

- fluxo hidráulico no procedimento (P),
- equilíbrio de massas no procedimento (P),

- equilíbrio da energia ou da temperatura no procedimento (P).
15. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 14, caracterizado pelo facto de, quando se detecta uma determinada discrepância entre previsões do modelo e medições, ser executado um ajustamento do modelo físico (13) com base no resultado das referidas medição, previsão e avaliação.
 16. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 14, caracterizado pelo facto de o processo ser optimizado em relação a qualquer um ou a uma combinação dos aspectos de qualidade do produto, economia, aspectos ambientais, consumo de energia e procedimento de manutenção do equipamento.
 17. Processo baseado em computador de acordo com a Reivindicação 14, caracterizado pelo facto de o modelo de previsão (13) compreender um modelo empírico para a sua previsão e por, ao reconstruir-se o procedimento (P), o referido modelo empírico ser reconstruído ou substituído com base nas previsões do referido modelo físico.
 18. Processo baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 1-17, caracterizado pelo facto de o procedimento ser um processo químico contínuo ou semi-contínuo, preferivelmente destinado à produção de pasta de papel e papel ou cartão.
 19. Processo baseado em computador para o controlo de um procedimento industrial (P), o qual compreende pelo

menos duas unidades de processamento (UP1, UP2, UP3), sendo o referido sistema constituído por:

- um modelo de controlo (1), que compreende um ou mais algoritmos, destinado a controlar directamente o procedimento (P),
- meios (2-10) para fornecer dados de processamento (Q_i , T_i) do procedimento (P) ao modelo de controlo (1), sendo o funcionamento do modelo de controlo (1) baseado nos referidos dados de processamento,
- meios (11) para executar um diagnóstico automático da validade dos dados de processamento recebidos do procedimento (P), com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam utilizados como introduções no modelo de controlo (1),

Caracterizado pelo facto de compreender

- meios de observação (14, 15, 16) para observar qualquer desvio entre os valores medido e previsto de cada variável medida do processo,
- meios de avaliação (17), para receber um padrão de desvio (21-23) dos meios de observação (14, 15, 16) e avaliar o padrão dado por meio da identificação dos desvios que tornam ilógico o padrão e se assim for,
- activação de meios (18) para iniciar e conduzir uma medição de pelo menos uma outra variável do processo (L), cujo valor está relacionado com o valor das variáveis medidas pelos sensores considerados como estando a funcionar mal

- meios de avaliação (17) para comparar essa outra variável (L) com um respectivo valor previsto ou um valor de referência, e
- determinação de se o padrão de desvio ilógico original é devido ao mau funcionamento de sensores ou se é devido a erros de processamento detectados através das medições da mais outra variável.

20. Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 19, caracterizado pelo facto de compreender um modelo do processo (12) destinado a simular o procedimento (P), estando o referido modelo do processo (12) adaptado para actualizar o modelo de controlo (1) e fornecer-lhe os valores de pontos de referência para o seu funcionamento.

21. Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 20, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) estar adaptado para modificar o modelo de controlo (1) com base na informação de validade dos dados de processamento vinda dos meios de diagnóstico (11).

22. Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 20 ou 21, caracterizado pelo facto de compreender meios (2-10) para fornecer ao modelo do processo (12) dados de processamento, sendo o funcionamento do modelo do processo (12) baseado nos referidos dados de processamento.

23. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 20-22, caracterizado pelo facto

de os meios de diagnóstico (11) estarem adaptados para fornecer informação ao modelo do processo (12), com a finalidade de impedir que dados de processamento irrelevantes sejam usados como introduções no modelo do processo (12).

24. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 20-23, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) estar adaptado para simular e optimizar o processo no que se refere a um ou mais de uma pluralidade de aspectos, com as devidas restrições.

25. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 19-24, caracterizado pelo facto de os meios de diagnóstico (11) compreenderem

- meios (2-8) para medir um valor (Q_i , T_i) de pelo menos duas variáveis do processo em pelo menos uma localização do procedimento (P),
- meios (13) para prever os valores ($\hat{Q}_{1A}$, $\hat{Q}_{1B}$, $\hat{Q}_{1C}$, $\hat{Q}_{1D}$, $\hat{Q}_{1E}$) de pelo menos uma variável do processo, com diferentes conjuntos de variáveis medidas (Q_1 , T_1) como introdução para um modelo de previsão (13),
- meios (17) para a observação de qualquer desvio ($\hat{Q}_{1A}-Q_1$, ... $\hat{Q}_{1E}-Q_1$) entre os valores medidos e previstos da referida variável do processo e para avaliação dos desvios observados, com a finalidade de decidir da validade do valor medido (Q_1) da referida variável do processo como introdução ao modelo de controlo (1) e/ou ao modelo do processo (12).

- 26.** Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 19-24, caracterizado pelo facto de os meios de diagnóstico (11) compreenderem
- meios (2-10) para a medição de um valor (Q_i , T_i) de pelo menos duas variáveis do processo em pelo menos uma localização no procedimento (P),
 - meios (13) para prever os valores ($\hat{Q}_i$, $\hat{T}_i$) das referidas pelo menos duas variáveis, por meio de um modelo (13) para uma parte relevante do procedimento (P) e com determinadas condições limite,
 - meios (14-16) para a observação de qualquer desvio ($\hat{Q}_i - Q_i$, $\hat{T}_i - T_i$) entre os valores medido e previsto de cada variável do processo e
 - meios (17) para a avaliação dos desvios observados, com a finalidade de decidir da validade dos valores medidos das referidas variáveis (Q_i , T_i) como introduções para o modelo de controlo (1) e/ou o modelo do processo (12).
- 27.** Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 28, caracterizado pelo facto de os valores de pelo menos três variáveis do processo (Q_i , T_i) serem medidos, previstos e avaliados quanto ao seu desvio ($\hat{Q}_i - Q_i$, $\hat{T}_i - T_i$).
- 28.** Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 25-27, caracterizado pelo facto de os meios de previsão (13) estarem dispostos de modo a excluir a medição de uma determinada variável (Q_i , T_i) como introdução, quando executam a

previsão do valor dessa variável específica do processo (Q_1, T_1).

29. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 26-28, caracterizado pelo facto de o número de variáveis do processo previstas ($\hat{Q}$, $\hat{T}$) ser de pelo menos quatro, preferivelmente pelo menos cinco, por as referidas variáveis serem divididas em pelo menos dois grupos (21-23), que possuem pelo menos uma variável de processo comum (Q_2, Q_3) e por compreender meios (17) para comparar e avaliar, para cada um dos grupos (21-23) os desvios ($\hat{Q}_i - Q_i$, $\hat{T}_i - T_i$) entre valores previstos e medidos das variáveis desse grupo (21-23).
30. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 19-29, caracterizado pelo facto de os valores medidos (Q_i, T_i) serem medições, preferivelmente em linha, na linha e/ou junto da linha, efectuadas por sensores (2-8) e por os meios de avaliação (17) estarem adaptados para observar um padrão de desvio, que indique o mau funcionamento de qualquer sensor (2-8).
31. Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 29 ou 30, caracterizado pelo facto de compreender meios (19) para iniciar uma verificação do funcionamento de pelo menos um meio de controlo do processo (20) cujo funcionamento está relacionado com o valor (Q_i, T_i) da variável medida pelo referido sensor (2-8), aquando da observação do referido padrão de desvio, que indica o mau funcionamento de um sensor.

- 32.** Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 25-31, caracterizado pelo facto de os meios de previsão (13) compreenderem um modelo baseado em leis físicas para pelo menos um factor de entre fluxo hidráulico no processo, equilíbrio de massas no processo e equilíbrio de energia no processo.
- 33.** Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 32, caracterizado pelo facto de os meios de avaliação (17) estarem adaptados para ajustar o modelo físico (13) ao observarem uma determinada discrepância entre as previsões do modelo e as medidas dos sensores.
- 34.** Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 20-33, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) destinado a simular o procedimento (P) estar adaptado para executar uma optimização geral do procedimento (P) com base nos dados de processamento (Q_i , T_i , L) enviados para ele como introduções e como resultados das medições e das previsões das variáveis do processo (Q_i , T_i), avaliação dos desvios e observação do mau funcionamento individual dos sensores pelos meios de diagnóstico (11).
- 35.** Sistema baseado em computador de acordo com a Reivindicação 34, caracterizado pelo facto de o modelo do processo (12) estar adaptado para otimizar o processo no que se refere a pelo menos um dos aspectos de qualidade do produto, economia total,

aspectos ambientais, consumo de energia ou procedimento de manutenção do equipamento.

- 36. Sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 20-35, caracterizado pelo facto de o procedimento ser um processo químico contínuo ou semi-contínuo, preferivelmente destinado ao fabrico de pasta de papel e de papel ou cartão.
- 37. Utilização de um sistema baseado em computador de acordo com qualquer uma das Reivindicações 20-36 para controlar um procedimento industrial.
- 38. Utilização de acordo com a Reivindicação 37, caracterizado pelo facto de o procedimento industrial ser um processo para o fabrico de pasta de papel e de papel ou cartão.

Lisboa, 27 de Fevereiro de 2007

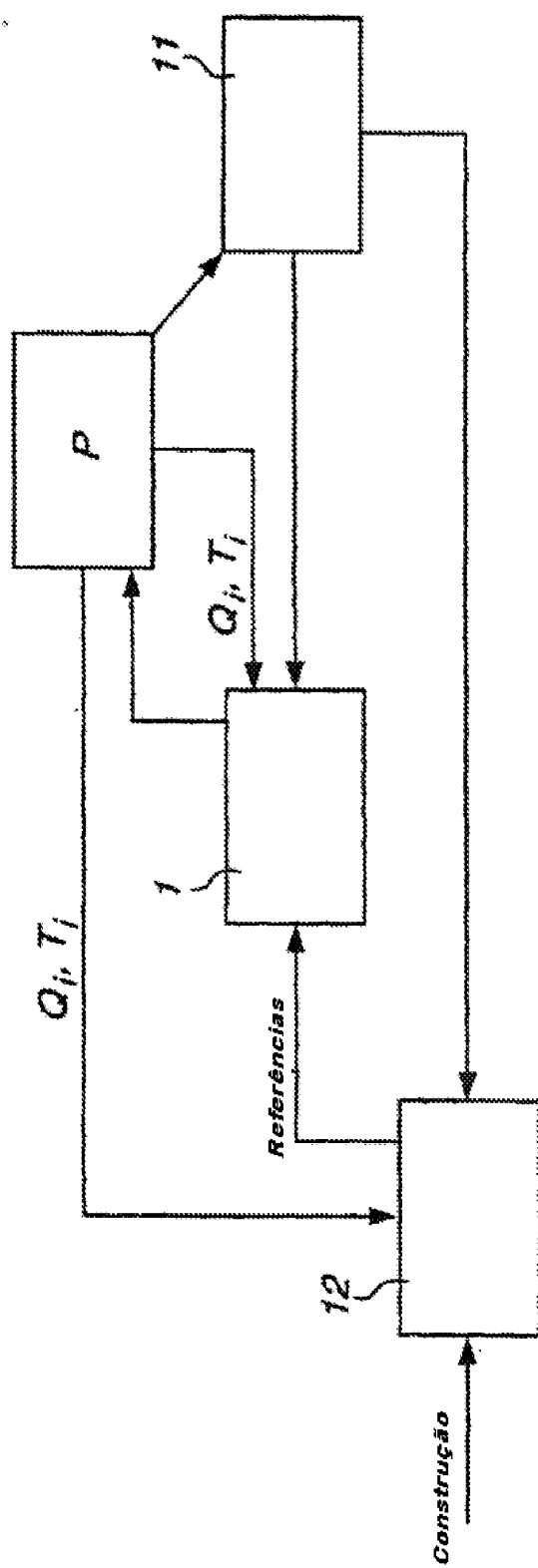
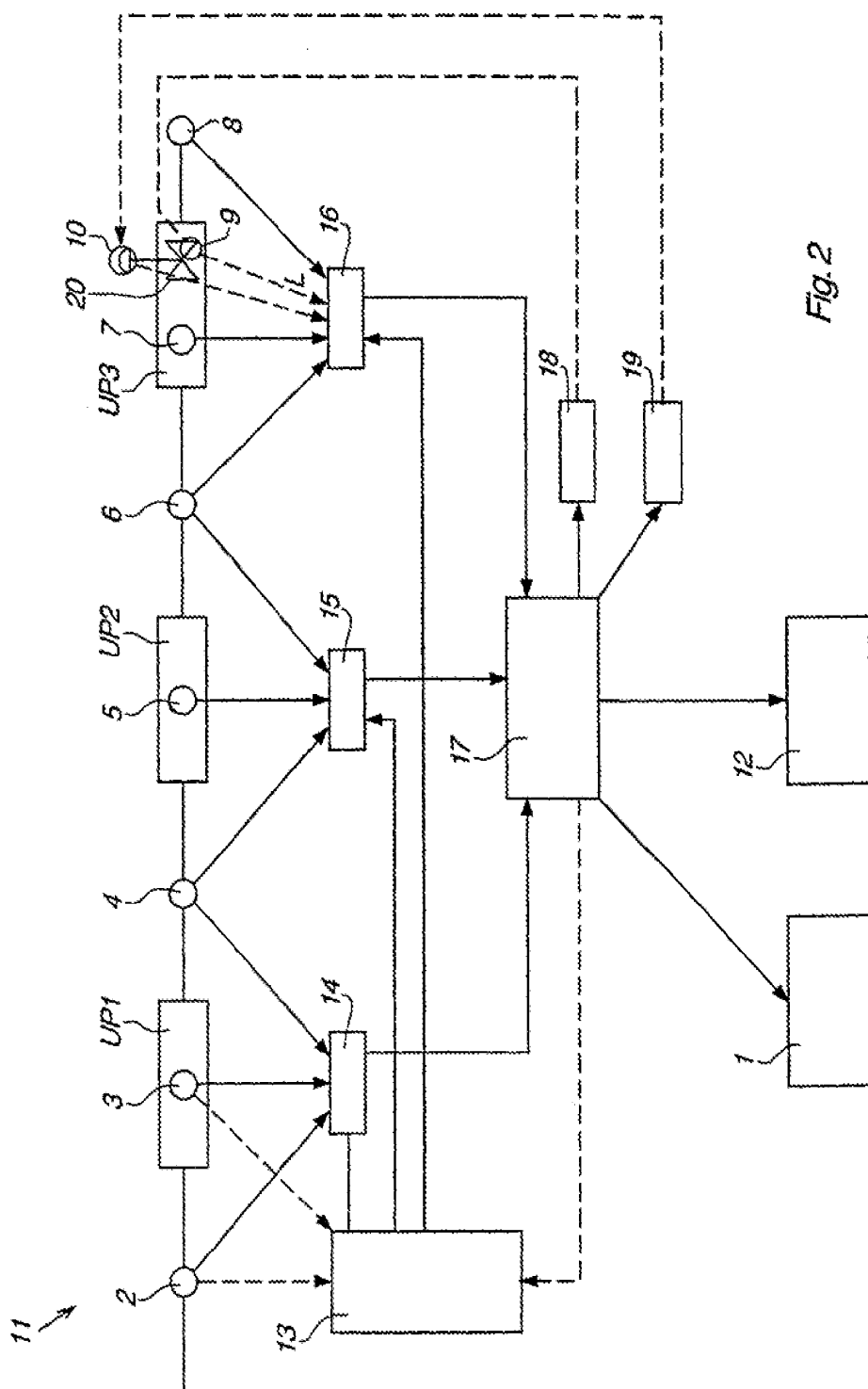


Fig. 1



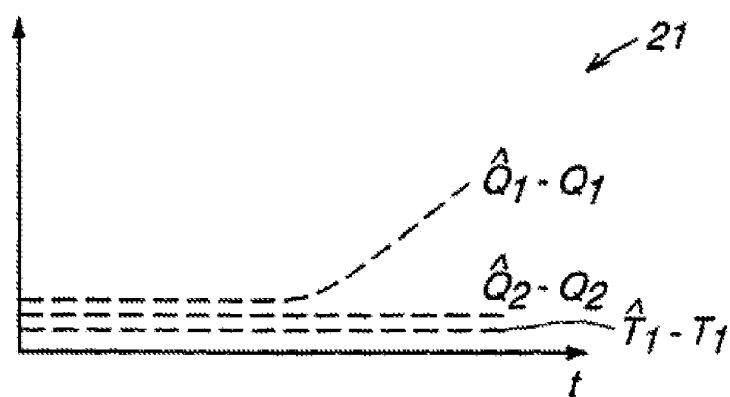


Fig. 3a

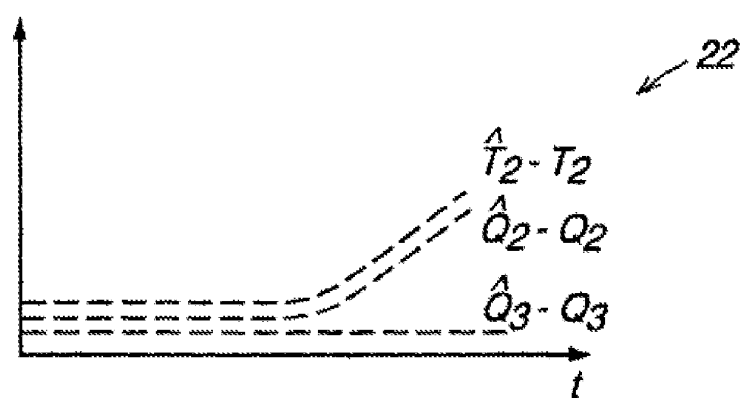


Fig. 3b

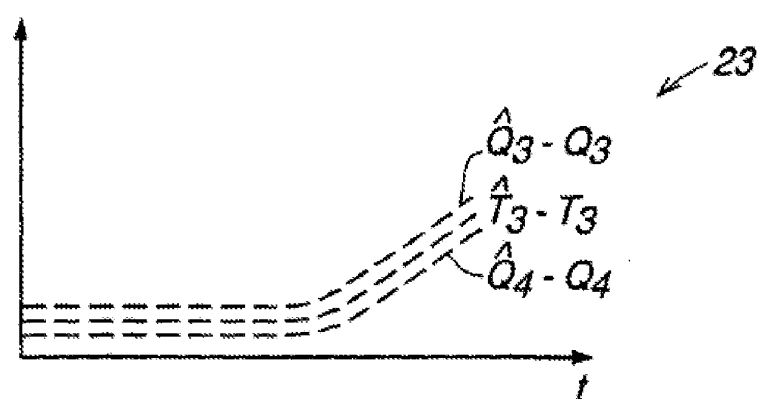
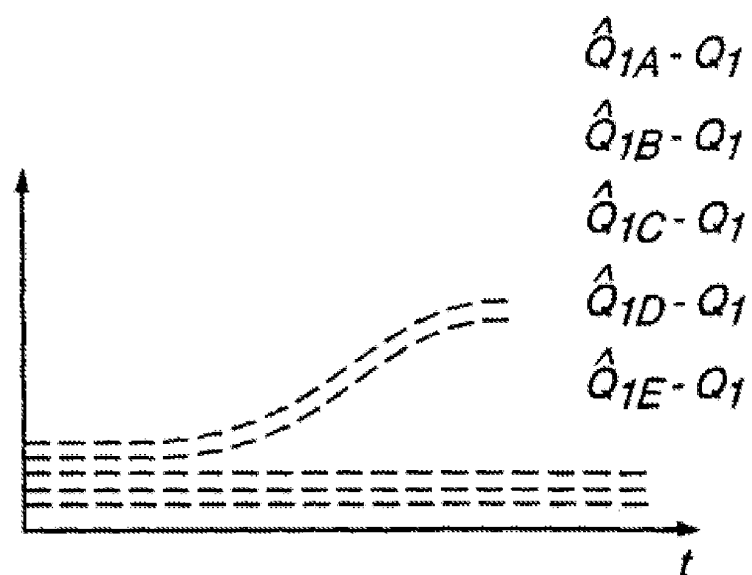


Fig. 3c

*Fig. 4*