



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

(11) PI 0104060-0 B1

(22) Data do Depósito: 13/09/2001

(45) Data de Concessão: 10/05/2016
(RPI 2366)



(54) Título: PROCESSO DE INCINERAÇÃO DE PRODUTOS DE EMISSÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

(51) Int.Cl.: F23G 5/50

(30) Prioridade Unionista: 15/09/2000 US 60/233205

(73) Titular(es): ROHM AND HAAS COMPANY

(72) Inventor(es): MAYRA RODRIGUEZ COCHRAN, CHARLES ANTHONY DAFFT, MICHAEL STANLEY DECOURCY, JAMES EDWARD ELDER, JOHN EDWARD HENDERSON, FREDERICK PAUL FENDT

"PROCESSO DE INCINERAÇÃO DE PRODUTOS DE EMISSÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS."

FUNDAMENTOS

[001] Esta invenção diz respeito ao campo da remoção de resíduos industriais e, mais especificamente, à incineração dos fluxos de resíduos industriais em oxidantes térmicos, fornos, combustores ou incineradores (daqui em diante individual e coletivamente referidos como “incineradores”), em combinação, com ou sem uma caldeira, nas indústrias de processamento industrial, tais como a indústria química (por exemplo, processos industriais pertencentes à produção de acrilonitrila, ácido acrílico e seus ésteres, ácido metacrílico e seus ésteres, e monômeros de cloreto de vinila), indústria de refinamento de petróleo, indústria petroquímica, indústria farmacêutica e a indústria de alimentos.

[002] Os fluxos residuais que são geralmente sujeitos à incineração podem ser produzidos em indústrias tais como a indústria química, a indústria de refinamento de petróleo, a indústria petroquímica, a indústria farmacêutica e a indústria de alimentos. Tais fluxos residuais podem ser sedimentos, lamas, gases, líquidos, óleos ou combinações destes. Por exemplo, processos químicos que produzem fluxos residuais que necessitam ser descartados incluem a produção de acrilonitrila, ácido metacrílico e seus ésteres, ácido acrílico e seus ésteres, monômero de cloreto de vinila, fenol, gás de síntese e etileno. Algumas fontes de refino de petróleo de fluxos residuais incluem: o gás de purga hidrotratador; gás suspenso reformador catalítico; e gás combustível da coluna estabilizadora. As fontes de instalações químicas, incluem: fluxos de hidrogênio residuais; fluxos coletores de suspiros; fluxos de óleo de lavagem; fluxos suspensos de coluna de absorvedores e removedores; e efluentes de sistemas de tratamento de águas servidas.

[003] Um processo de incineração é um processo de oxidação rápida que libera energia que pode, ou não, ser utilizado para fazer trabalho útil, tal

como produzir vapor em uma caldeira. Embora os processos de incineração possam atingir alta eficiência de destruição, estes sistemas são tipicamente dispendiosos de se operar, devido à energia envolvida. De forma mais importante, os sistemas de incineração têm emissões secundárias associadas com sua operação, que são intensamente reguladas por agências ambientais, tais como a Agência de Proteção Ambiental (a “EPA”) e a Comissão de Conservação dos Recursos Naturais do Texas (a “TNRCC”). As substâncias em emissões de incineração que tipicamente são reguladas são: CO e NO_x. O CO₂ é também uma preocupação, já que ele é um gás de estufas. Geralmente, os regulamentos ambientais limitam a quantidade destas substâncias que pode ser emitida de um processo de incineração de resíduos de companhias em uma base horária. Assim, o objetivo, quando do descarte de fluxos residuais através da incineração é, cumprir com os regulamentos ambientais aplicáveis, enquanto se minimiza o consumo de energia de modo que o processo seja de interesse quanto ao custo. Os sistemas convencionais de incineração para os fluxos residuais industriais têm falhado em atender a este objetivo.

[004] Nos sistemas de incineração até agora conhecidos, as especificações reguladoras ambientais limitam as condições de operação do processo de incineração a condições de operação específicas usadas durante um “teste de combustão”. Comumente, o “teste de combustão” é desenvolvido em um cenário do pior caso. Portanto, as condições de operação, tais como temperatura, combustível e ar que são impostas pelo teste de combustão não são suficientemente flexíveis para ajustarem-se às mudanças na composição, no índice de alimentação ou no valor do combustível dos fluxos residuais. As condições de operação, com base nesta abordagem única do “pior caso”, raramente são variadas, já que elas com frequência são impostas pelas exigências ambientais permissíveis. Além disso, existe pouca oportunidade para mudança, uma vez que os testes de combustão não são realizados frequentemente. Embora esta abordagem

assegure a observância das emissões, sua inflexibilidade também assegura que o incinerador seja sempre desenvolvido em suas condições de operação mais dispendiosas.

[005] Nos processos convencionais de incineração de resíduos industriais operados nas condições de operação do teste de combustão, um fluxo de resíduos é geralmente combinado em um forno com uma grande quantidade de combustível, tal como gás natural, e um excedente de ar. Tendo em vista que uma grande quantidade de combustível é usada, as emissões que são produzidas a partir deste processo convencional comumente cumprem com os regulamentos ambientais. No entanto, este processo não é interessante quanto ao custo, porque o gás natural, o combustível principal, é caro. Igualmente, tendo em vista que um excedente de combustível é usado, a temperatura do incinerador é muita elevada, comumente de cerca de 538°C a cerca de 1076°C. Estas altas temperaturas, em combinação com o nitrogênio na alimentação de ar ao sistema, criam uma quantidade indesejável de NO_x, uma substância de emissão rigorosamente regulada.

[006] Tradicionalmente, os esforços para minimizar as emissões de CO e NO_x dos sistemas de incineração, têm sido focalizados no ajuste de ar (por exemplo, temperatura, fluxo e distribuição) no sistema e otimização de sua distribuição. Isto tem sido feito mediante monitoração do teor de oxigênio das emissões.

[007] A medição e a monitoração do teor de oxigênio das emissões de incineração têm sido usadas nos sistemas convencionais como um controle de realimentação padrão, em que os ajustes à alimentação de ar no sistema de incineração no final das contas controlam a quantidade de CO nas emissões da incineração. Ar insuficiente torna o sistema rico de combustível, o que pode apresentar um risco de explosão. Embora um excesso de ar evite este problema e seja favorável à obtenção de combustão completa, ar demais resulta na formação de NO_x em excesso e requer maior consumo de energia.

Igualmente, usar mais ar significa ventiladores maiores, que são muito caros. Os sistemas até agora conhecidos não têm considerado a temperatura como a variável de controle para otimizar o sistema; portanto, o meio convencional para se alcançar a otimização do processo de incineração, isto é, mediante o controle da alimentação de ar através da monitoração do teor de oxigênio das emissões, resulta na sobrecarga do processo de incineração com excesso de ar, que deve ser aquecido, e uma formação excessiva de CO e NO_x nas emissões. Os custos de operação são altos e a eficiência é baixa quando o controle do processo de incineração é unicamente limitado a este método.

[008] Outro problema com alguns dos sistemas convencionais de incineração, usando o teor de oxigênio das emissões como um meio para otimizar o sistema, é que, se a condição do fluxo de resíduos muda, o sistema de incineração é incapaz de adaptar-se às mudanças ótimas e confiavelmente, resultando em desempenho do processo ineficiente e dispendioso e, possivelmente, no não cumprimento dos regulamentos. Os parâmetros do processo, tais como a temperatura nos sistemas convencionais, não são ajustados às mudanças no fluxo de resíduos. Além disso, nos sistemas convencionais, o único meio de tratar das mudanças no fluxo de resíduos tem sido historicamente o de adicionar-se um excesso de ar ao sistema, o que resulta nas desvantagens descritas acima.

[009] Entretanto, não obstante o conhecimento destes regulamentos, muitos dos processos convencionais de incineração não têm sido capazes de garantir o seu cumprimento em uma base vantajosa quanto ao custo. Em consequência, as indústrias de processamento industrial devem acolher com primazia um processo que não apenas controle as emissões dos processos de incineração de resíduos industriais, de tal modo que o atendimento aos regulamentos ambientais seja assegurado, mas que também proporcione um método de incinerar os resíduos em que os custos de capital e de operação sejam significativamente reduzidos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0010] Portanto, um objeto da presente invenção é prover novos métodos para otimizar um processo de incineração de resíduos industriais, de tal modo que as emissões do processo atendam aos regulamentos ambientais e o processo seja interessante quanto ao custo.

[0011] Outro objeto desta invenção é prover novos métodos que permitam que o processo de incineração se adapte rápida e precisamente às mudanças no fluxo de resíduos (por exemplo, mudanças em seu valor de combustível, na temperatura, no índice de alimentação, ou na composição), de uma maneira tal que as emissões permaneçam no nível alvo ou abaixo deste.

[0012] Estes e outros objetos que se tornarão evidentes àqueles versados na técnica após leitura deste relatório descritivo, baseiam-se, em parte, na surpreendente descoberta de que, modificando-se a temperatura de operação (daqui em diante referida como “a temperatura da fornalha”) do incinerador, em resposta às mudanças nos produtos das emissões e fluxos de resíduos, resulta na possibilidade de consistentemente controlar o processo de incineração e as emissões de incineração resultantes.

[0013] A presente invenção pertence aos novos métodos para incinerar resíduos industriais. Em uma modalidade, um método abrangido pela presente invenção inclui as etapas de:

(a) determinar se um fluxo de resíduos está sendo alimentado ao incinerador,

(b) avaliar um índice de emissão de CO para calcular o índice de emissões de CO menos um índice de CO alvo (daqui em diante “ ΔCO ”), e

(c) ajustar uma temperatura da fornalha de um incinerador em resposta ao cálculo do ΔCO .

[0014] Em outra modalidade, um método abrangido pela presente invenção inclui as etapas de:

(a) determinar se um fluxo de resíduos tendo um índice de alimentação e um teor de combustível está sendo alimentado a um incinerador,

(b) medir o índice de alimentação do fluxo de resíduos para calcular o índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos em um tempo t_1 , menos o índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos em um tempo t_0 , em que $t_1 > t_0$ (daqui em diante “ ΔM ”);

(c) ajustar uma temperatura da fornalha do incinerador, se ΔM for maior ou menor do que 0;

(d) analisar o conteúdo de energia do fluxo de resíduos para calcular o conteúdo de energia do fluxo de resíduos em um tempo t_1 , menos o conteúdo de energia do fluxo de resíduos em um tempo t_0 , em que $t_1 > t_0$ (daqui em diante referido como “ ΔE ”);

(e) ajustar a temperatura da fornalha do incinerador, se ΔE for maior ou menor do que 0;

(f) avaliar um índice de emissão de CO dos produtos de emissão, para calcular um ΔCO ; e

(g) ajustar a temperatura da fornalha do incinerador, se ΔCO for maior ou menor do que 0.

[0015] Uma das muitas vantagens da presente invenção é que menos combustível dispendioso é agora necessário para manter a eficiência desejável de destruição do resíduo. Conseqüentemente, menos energia é usada no processo de incineração; e, portanto, o produtor realiza uma economia de custos. Outra vantagem da presente invenção é que menos produtos de emissão indesejáveis são gerados, porque os aumentos na alimentação de ar são evitados. Assim sendo, os custos de capital e de operação, associados com o uso de uma grande quantidade de ar no sistema, podem ser economizados.

[0016] Outras vantagens da presente invenção serão evidentes

àqueles de experiência comum na técnica, em vista da seguinte especificação, reivindicações e desenhos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0017] Um entendimento mais completo das presentes modalidades e suas vantagens, pode ser adquirido por referência à seguinte descrição, considerada em combinação com os desenhos anexos, em que números de referência iguais indicam aspectos iguais, e em que:

[0018] A Figura 1 é uma representação de um oxidante, incinerador ou combustor térmicos convencionais, que podem ser usados quando da prática da presente invenção.

[0019] A Figura 2 é um fluxograma que descreve o Processo de Realimentação de controle da temperatura, para que se consiga a observância quanto ao CO, de acordo com uma modalidade da prática da presente invenção.

[0020] A Figura 3 é um fluxograma que descreve o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação de controle da temperatura para que se consiga a observância quanto ao CO, de acordo com uma modalidade da prática da presente invenção.

[0021] A Figura 4 é um gráfico da correlação entre a temperatura e o índice de fluxo da massa de resíduos, ilustrando um dos melhoramentos obtidos de acordo com uma modalidade da prática da presente invenção.

[0022] A Figura 5 é um gráfico da correlação entre a concentração de CO versus a temperatura, em um dado conjunto de condições de operação no incinerador.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0023] A presente invenção provê, entre outras coisas, novos métodos para otimizar os processos de incineração de resíduos, de tal modo que a observância dos regulamentos ambientais seja facilitada, e os custos de capital e de operação sejam reduzidos.

[0024] A Figura 1 é uma representação de uma modalidade de um oxidador térmico, forno, incinerador ou combustor (coletivamente, “incinerador”) abrangidos pela presente invenção. No incinerador 18, o processo começa com um fluxo de resíduos sendo ali alimentado através da fonte 10. O resíduo da fonte 10 pode ser um líquido, vapor, lama, sedimento, ou uma mistura destes. O fluxo de resíduos pode conter componentes orgânicos e inorgânicos, bem como oxigênio. É importante notar que o fluxo de resíduos geralmente tem um valor de combustível próprio.

[0025] Um fluxo de combustível é alimentado ao incinerador 18 da fonte 12. Este fluxo de combustível tipicamente inclui pelo menos uma das seguintes fontes de combustível: gás natural, óleo, ou um fluxo de resíduos adequado tendo valores de combustível adequados.

[0026] Um fluxo contendo oxigênio também é alimentado ao incinerador 18 da fonte 14. Este fluxo contendo oxigênio tipicamente inclui pelo menos uma das seguintes fontes de oxigênio: oxigênio puro, ar (que inclua aproximadamente 21% de oxigênio), ou alguma outra mistura gasosa que contenha oxigênio.

[0027] O conteúdo das fontes 10, 12 e/ou 14 podem ser pré-aquecidos antes de sua introdução no incinerador 18, se desejável.

[0028] Antes e durante o processo de incineração, a temperatura do incinerador é medida e monitorada. A temperatura do incinerador, que é a temperatura de incineração ou operação, é inicialmente estabelecida em um nível conhecido.

[0029] Os produtos de emissão resultantes do processo são retirados do incinerador através da corrente 20. Em um processo de incineração particular em uma instalação de fabricação química, a corrente 20 pode incluir N_2 , O_2 , NO_x , CO_2 , CO , VOCs e H_2O . Conforme estabelecido anteriormente, de preocupação principal por causa dos regulamentos ambientais são o NO_x e o CO . O CO_2 é de preocupação também, porque ele é

um gás de estufas.

[0030] Tradicionalmente, as condições de operação para o processo de incineração não têm sido ajustadas em relação às mudanças no fluxo de resíduos ou nas emissões. Assim, mais combustível e ar do que o necessário são usados. Como resultado, o processo de incineração é dispendioso.

[0031] Na presente invenção, este processo pode ser tornado eficaz quanto ao custo, pelos seguintes Processos de Realimentação e Combinados de Alimentação Dianteira/Realimentação de controle da temperatura aqui providos. Com estes processos, é agora possível correlacionar a temperatura mínima necessária em uma dada carga de resíduos para se obter a observância dos regulamentos ambientais através do uso mínimo de energia.

[0032] A Figura 2 é um fluxograma que descreve o Processo de Realimentação para otimização de um processo de incineração da presente invenção. A primeira etapa 30 do Processo de Realimentação da presente invenção é determinar se um fluxo de resíduos está sendo alimentado ao incinerador. Em caso negativo, então o processo termina ali. No entanto, se positivo, então a segunda etapa 32 é calcular a diferença no índice de emissões de CO ou " ΔCO ". ΔCO é igual ao índice de emissões de CO em 20 (Figura 1) menos o índice alvo, em que o índice alvo deve ser igual ao índice de permissão de CO mais ou menos um índice de confiabilidade de CO com base na variabilidade da medição, no desempenho histórico e em outros critérios.

[0033] O índice de confiabilidade é essencialmente uma salvaguarda ou uma margem de erro. Por exemplo, se o índice de permissão de CO for de 250 kg/h de emissões de CO, e uma margem de 10% de erro é suposta apropriada para um dado processo, o índice de confiabilidade de CO deve ser de 2,7 kg/h, com o índice alvo resultante igual a 227 kg/h de emissões de CO. Para determinar o índice de emissões de CO, os analisadores de CO ficam preferivelmente no processo da presente invenção, porém os analisadores de

O₂, possivelmente em combinação com observações visuais, também são indicadores indiretos adequados de CO. Outro indicador adequado pode ser um analisador de processo em linha, tal como um Cromatógrafo de Gás, um Espectrômetro de Massa ou uma combinação de Cromatógrafo de Gás/Espectrômetro de Massa.

[0034] É previsto que, em certos casos, dados de operação suficientes podem estar disponíveis, de tal modo que uma medição prognosticada pode ser usada como uma alternativa para a medição direta de emissões de CO ou O₂. Em essência, isto corresponde a um Processo de Realimentação virtual e é funcionalmente equivalente a uma das modalidades da presente invenção. A praticabilidade de uma tal abordagem é melhorada quando aos fluxos de resíduos de composição relativamente constante, índice de fluxo e conteúdo de energia, e é ainda intensificado quando um grande fator de confiabilidade seja empregado na seleção do valor alvo de CO.

[0035] A etapa 34 seguinte é avaliar o índice de emissão de CO real determinado na etapa 32, em comparação com o nível alvo de emissões de CO. Se a ΔCO estiver no nível desejado (ou “O” na Figura 2), então a etapa 36 seguinte é esperar um intervalo de tempo designado, t_z , e então repetir as etapas 30 e 32 mediante nova conferência do índice de emissão de CO e cálculo da ΔCO (Ver Figura 2 em 34, 36, 30 e 32).

[0036] Se o índice de emissão de CO não for igual ao índice alvo, então a etapa 38 seguinte é determinar se o índice de emissão de CO é maior ou menor do que o índice alvo. Se o índice de emissão de CO for maior do que o índice alvo ($\Delta\text{CO} > 0$), então a etapa seguinte 40 é elevar a temperatura da fornalha no ponto 18 em ΔX . ΔX é uma função de ΔCO : [$\Delta X = f_2(\Delta\text{CO})$].

[0037] Após a temperatura da fornalha ter sido elevada de ΔX , então a etapa seguinte 42 é esperar um intervalo de tempo designado, unidades de tempo t_x , e então repetir as etapas 30 e 32 novamente conferindo as emissões de CO e calculando ΔCO em 32, em que t_x é uma função de ΔX ou, em outras

palavras, é dependente do ajuste feito à temperatura: $[(t_x = f_3(\Delta X)]$; Se o índice de emissão de CO for ainda maior do que o nível alvo, a temperatura da fornalha é aumentada novamente por ΔX e o tempo, t_x , é deixado passar. Será evidente a uma pessoa da habilidade comum na técnica, que, como ΔX é uma função de ΔCO , ele não pode ser do mesmo valor ou quantidade em iterações sucessivas do processo; de forma semelhante, t_x , que é uma função de ΔX , pode ser diferente em iterações sucessivas.

[0038] Se o índice de emissão de CO for menor do que o nível alvo, ($\Delta CO < 0$), então energia demasiada está sendo consumida no processo. Nesse caso, a etapa seguinte 44 é reduzir a temperatura de fornalha por ΔY . ΔY é uma função de ΔCO ($\Delta Y = f_1(\Delta CO)$). A etapa 46 seguinte é esperar um intervalo de tempo designado, t_y , e então repetir a etapa 32 mediante nova conferência das emissões de CO, em que t_y é uma função de ΔCO : $[t_y = f_4(\Delta y)]$. ΔX e ΔY podem, ou não, ser iguais; t_x e t_y podem, ou não, ser iguais também. De forma semelhante, as funções que definem ΔX , ΔY , t_x e t_y podem, ou não, ter a mesma forma matemática.

[0039] A seleção de funções adequadas será evidente a uma pessoa de experiência comum, usando-se as vantagens obtidas pelo processo da presente invenção. O Processo de Realimentação de controle de temperatura para se obter a observância do CO é um processo contínuo até que o fluxo de resíduos seja despendido.

[0040] Dentro do Processo de Realimentação ilustrado na Figura 2, considera-se que possa ser benéfico incluir conferências ou limites à temperatura da fornalha, de modo tal que uma temperatura mínima da fornalha seja sempre mantida. Em algumas modalidades preferidas, um tal ponto de fixação da temperatura mínima variará entre 420°C e 649°C. Igualmente, pode ser benéfico limitar o ponto de fixação da temperatura máxima da fornalha, por exemplo para impedir danos mecânicos e/ou térmicos ao incinerador e ao equipamento associado. A seleção e a

implementação dos limites do ponto de fixação da temperatura são previstas situando-se dentro do escopo da presente invenção e dentro da capacidade de uma pessoa de experiência comum na técnica, após a leitura deste relatório específico.

[0041] O Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação para otimizar um processo de incineração da presente invenção, é descrito no fluxograma da Figura 3. O Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação possibilita que uma pessoa observe o fluxo de resíduos para controlar o ponto de fixação da temperatura inicial antes de prosseguir com o Processo de Realimentação de controle da temperatura da fornalha, para obter a observância quanto ao CO, da presente invenção. Em outra modalidade da presente invenção, o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação também pode ser usado simultaneamente com o Processo de Realimentação, para produzir um ajuste combinado para o ponto de fixação da temperatura da fornalha.

[0042] O índice de alimentação e o valor de combustível do fluxo de resíduos, como aqui referidos, são entendidos que significam a combinação dos fluxos de todos os resíduos que são alimentados ao sistema, uma vez que os fluxos de resíduos podem ser combinados antes da incineração. Na primeira etapa 50 do Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação, é determinado se um fluxo de resíduos está sendo ou não alimentado ao sistema. Em caso positivo, então a segunda etapa 52 é calcular ΔM , que corresponde a uma mudança no índice de alimentação do fluxo de resíduos. ΔM é igual ao índice de fluxo de massa ("MFR") do fluxo de resíduos no tempo t_1 , menos o MFR do fluxo de resíduos no tempo t_0 [$\Delta M = MFR_{t_1} - MFR_{t_0}$], em que $t_1 > t_0$. Se MFR tiver sido aumentado ($\Delta M > 0$), então a temperatura da fornalha é aumentada por ΔR em 56. ΔR é uma função de ΔM [$\Delta R = f_5(\Delta M)$].

[0043] Após a temperatura da fornalha ter sido aumentada por ΔR , o

processo de controle segue o Processo de Realimentação, começando na etapa 32 pela conferência de ΔCO e fazendo-se as mudanças correspondentes na temperatura, a saber, ΔX ou ΔY , até que o índice de emissão de CO esteja no índice alvo. Depois que o índice de emissão de CO esteja no índice alvo, o processo de controle começa novamente com o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação em 50.

[0044] Se o índice de alimentação do fluxo de resíduos, MFR, não tiver sido aumentado ($\Delta M < 0$, ver Figura 3 em 54), então o processo de controle observa para ver se o índice de alimentação do fluxo de resíduos foi reduzido na etapa 60. Se MFR tiver sido reduzido, então a temperatura da fornalha no ponto 18 (Figura 1) é reduzido por ΔL em 62. ΔL também é uma função de ΔM [$\Delta L = f_6(\Delta M)$]. Após reduzir a temperatura por ΔL , o processo de controle então retorna ao Processo de Realimentação em 32 como descrito acima e continua a ajustar a temperatura da fornalha (Figura 1) de acordo com o índice de emissão de CO. Uma vez o índice de emissão de CO esteja no índice alvo, então o processo de controle retorna novamente ao Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação e observa nas variáveis do fluxo de resíduos. Se MFR do fluxo de resíduos não tiver sido aumentado ou reduzido (em 54 e 60), então o processo de controle observa o conteúdo de energia, E, do fluxo de resíduos nas etapas 66, 68 e 74.

[0045] O conteúdo de energia, ou E, do fluxo de resíduos, pode variar devido a uma mudança na composição que aumente ou reduza o valor de combustível do fluxo de resíduos. Por exemplo, em um fluxo de resíduos que compreenda orgânicos e ar, um decréscimo no conteúdo de ar (com um aumento resultante no conteúdo de orgânicos) aumentará o valor de combustível do fluxo, dando-lhe um conteúdo de energia mais elevado. Um processo preferido para determinar as mudanças no valor de combustível do fluxo de resíduos é monitorar a composição do fluxo de resíduos através de análise direta do fluxo de resíduos, através de um analisador de processo em

linha, tal como uma Cromatógrafo de Gás, Espectrômetro de Massa, ou Cromatógrafo de Gás/Espectrômetro de Massa.

[0046] Em uma modalidade especialmente preferida, em que o fluxo de resíduos compreende oxigênio, o teor de oxigênio do fluxo de resíduos é monitorado, assim como o valor de combustível. Nesta modalidade, o índice de alimentação de ar ao incinerador pode, então, ser reduzido de uma quantidade igual ao índice do fluxo de massa de oxigênio fornecido pelo fluxo de resíduos, enquanto ainda se mantém a relação desejada de ar-para-combustível. Desta maneira, um excesso indesejavelmente elevado de oxigênio – e o consumo de combustível aumentado resultante e a geração de NO_x que o acompanha – podem ser evitados. Tipicamente, as vantagens de uma tal modalidade são maximizados durante as condições de operação em estado não-estacionário, tais como pode ocorrer durante o início, o encerramento ou desarranjo do(s) processo(s) que gera(m) o(s) fluxo(s) de resíduos ao processo de incineração.

[0047] É previsto que, em alguns casos, possa ser possível para o fluxo de resíduos compreender oxigênio apenas sob condições em estado não-estacionário, e para, de outra forma, ser substancialmente isenta de oxigênio sob condições de operação em estado estacionário. Os analisadores da composição do processo, tais como aqueles descritos acima, e/ou analisadores de oxigênio comercialmente disponíveis, são adequados para implementar o processo desta modalidade preferida. O uso desta abordagem pode ser benéficamente utilizado com qualquer um dos processos (a saber, o Processo de Realimentação ou o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação).

[0048] Alternativamente, monitorar as mudanças nas condições de operação, sob as quais o fluxo de resíduos foi gerado, quando se combina com o conhecimento do processo e/ou medições anteriores, pode ser suficiente para estimar as mudanças no valor de combustível do fluxo. Por

exemplo, o aumento da relação de hidrocarboneto para NH_3 na alimentação do reator de acrilonitrila, pode conduzir a teor de hidrocarboneto não reagido mais elevado no fluxo de resíduos do AOG (absorvedor isento de gás) do processo de acrilonitrila, o que aumenta o valor de combustível do fluxo de resíduos.

[0049] O conteúdo de energia do fluxo de resíduos pode também mudar devido a uma mudança na temperatura absoluta do fluxo de resíduos. Por exemplo, se a temperatura do fluxo aumentar em 100°F (38°C), o conteúdo de energia do fluxo aumenta. Um processo preferido para determinar mudanças na temperatura do fluxo de resíduos, é monitorá-la diretamente com um ou mais termopares.

[0050] O conteúdo de energia também pode mudar devido a uma mudança no estado físico do fluxo de resíduos. Por exemplo, se o fluxo compreende água líquida em seu ponto de ebulição e o fluxo é passado através de um trocador de calor quente, o conteúdo de energia do fluxo aumentará e pelo menos uma parte da água no fluxo de resíduos se tornará vapor de água. Mudanças no estado (por exemplo, de líquido para gás) do fluxo de resíduos, podem ser monitoradas através de uma combinação de análise da composição, medição da pressão/temperatura, e conhecimento do processo de uso.

[0051] No Processo Combinado de Alimentação Dianteira/ Realimentação, se o conteúdo de energia, E , tiver aumentado ($\Delta E > 0$), então a temperatura da fornalha (Figura 1) é reduzido por ΔB . ΔB é uma função de ΔE ($\Delta B = f_7(\Delta E)$). Uma vez a temperatura da fornalha tenha sido reduzida de ΔB , o processo de controle retorna ao Processo de Realimentação novamente e analisa o índice de emissão de CO ou ΔCO , em 32. Uma vez as emissões de CO estejam no índice alvo, o processo de controle então retorna ao Processo Combinado de Alimentação Dianteira/ Realimentação e analisa as variáveis do fluxo de resíduos.

[0052] Se o MFR não tiver sido aumentado ou reduzido, e E não tenha sido aumentado, então o processo de controle observa para ver se E foi reduzido, em 74. Se E tiver sido reduzido ($\Delta E < 0$), então a temperatura da fornalha no ponto 18 é aumentada por ΔA . ΔA é uma função de ΔE ($\Delta A = f_8(\Delta E)$). Uma vez o ajuste de ΔA tenha sido feito, o processo de controle continua com o Processo de Realimentação em 32 e analisa o índice de emissão de CO para ajustar a temperatura da fornalha no ponto 18, desta maneira.

[0053] O Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação de controle da temperatura para obter a observância do CO é um processo contínuo até que o fluxo de resíduos seja despendido. Embora descrito na ordem mostrada na Figura 3, será evidente a uma pessoa de experiência comum na técnica, após leitura deste relatório descritivo, que o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação não é significativamente mudado se a avaliação de ΔE for realizada primeiro, antes da avaliação de ΔM .

[0054] Em certas modalidades da presente invenção, o Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação pode ser simplificado na extensão em que ele opere como um processo puro Dianteiro de Alimentação. Uma pessoa de experiência comum na técnica reconhecerá, no entanto, que esta simplificação é equivalente ao Processo Combinado de Alimentação Dianteira/Realimentação em que a medição de realimentação é obtida através de um meio predizível, ao invés de direto (isto é, analisador do processo). Um exemplo da modalidade dianteira de alimentação da presente invenção é dado abaixo.

[0055] Por meio de exemplo, e não de limitação, um exemplo é dado. Em um processo de fabricação de ácido carboxílico, o produto gasoso não purificado compreendendo ácido carboxílico, hidrocarbonetos e nitrogênio, é alimentado a uma torre de absorção. A torre de absorção utiliza água para

absorver o ácido carboxílico proveniente do produto gasoso para gerar um fluxo do produto de ácido carboxílico aquoso diluído e um fluxo de resíduos gasosos, substancialmente isentos de ácido carboxílico. O fluxo de resíduos gasosos, compreendendo hidrocarbonetos e nitrogênio, é alimentada a um incinerador para descarte.

[0056] O incinerador utiliza ar como a fonte de alimentação de oxigênio e gás natural como a fonte de alimentação de combustível; os índices absolutos de alimentação de ar e de gás natural, bem como a relação de ar para gás natural, são controlados por controladores automáticos convencionais que manipulam válvulas de controle em cada linha de alimentação. O índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos gasosos varia proporcionalmente com as mudanças no índice de produção do processo de fabricação de ácido carboxílico. Adicionalmente, leves mudanças na composição do fluxo de resíduos gasosos ocorrem como um resultado da variação da eficiência do absorvedor, em relação ao índice de operação.

[0057] A linha horizontal na Figura 4 denota o ponto de fixação da temperatura da fornalha, que é utilizado no processo de operação da técnica anterior. Pode-se observar do gráfico, que o ponto de fixação de 1570°F (854°C) não é variável com as mudanças no índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos gasosos alimentados ao incinerador.

[0058] A curva no gráfico denota o ponto de fixação da temperatura da fornalha que é utilizado nos processos da presente invenção. Esta curva foi desenvolvida da seguinte maneira:

1. Com base nas considerações de segurança e operabilidade, e utilizando meios conhecidos da técnica anterior, o nível de oxigênio em excesso mais baixo para operação, foi determinado. Esta relação de alimentação de oxigênio para alimentação de combustível foi mantido constante na totalidade do teste.

2. Os índices de fluxo de massa de resíduos gasosos mínimo e

máximo foram então determinados.

3. Uma pluralidade de índices de fluxo de massa dentro da faixa foi identificada como condições de medições do teste.

4. Para cada condição de medição de teste, a composição efluente do incinerador foi monitorada e a temperatura da fornalha foi gradualmente reduzida, até a temperatura mínima, em que o índice alvo de emissões de CO pudesse ser encontrado, tivesse sido identificada. Um exemplo de dados que descrevem esta etapa é mostrado na Figura 5.

5. Processos matemáticos conhecidos daqueles de experiência comum foram então usados para determinar uma expressão polinômica que intimamente combinasse a temperatura específica da fornalha com os dados coletados do índice de fluxo de massa. Através do uso desta expressão polinômica, em que x denota o índice de fluxo de massa do resíduo gasoso, e y denota o ponto de fixação da temperatura da fornalha correspondente, o valor específico do ponto de fixação da temperatura da fornalha necessário em qualquer dado índice de fluxo de massa necessário para minimizar o consumo de combustível, enquanto permanecendo a observância das exigências quanto às emissões de CO, foi então determinado. A derivada polinômica específica neste exemplo foi:

$$y = 41,37x^2 - 57,45x + 1482,10$$

[0059] Pode ser observado do gráfico que o ponto de fixação da temperatura da fornalha varia de aproximadamente 802°C nos índices de fluxo de massa do fluxo gasoso baixo, a aproximadamente 838°C nos índices de fluxo de massa de fluxo gasoso elevado. Estas temperaturas são muito menores do que a ponto de fixação utilizado no processo da técnica anterior (isto é, 854°C), e representam um custo de operação significativamente menor para o processo de incineração, devido à redução no consumo de combustível proporcionada pela temperatura de operação mais baixa do incinerador.

[0060] Tendo em vista que uma expressão polinômica pode ser derivada das medições reais conteúdo de CO do teste de combustão no efluente do incinerador, não mais é necessário medir diretamente o conteúdo de CO do efluente do incinerador (realimentação através de meio direto). Em uma modalidade preferida do processo da presente invenção, este polinômico é incorporado em um algoritmo do sistema de controle automático para automaticamente monitorar o índice de fluxo de massa do resíduo gasoso e ajustar o ponto de fixação da temperatura da fornalha, de acordo com o processo da presente invenção.

[0061] Outras adições opcionais ao processo de incineração da presente invenção incluem, mas a estas não ficam limitadas, o pré-aquecimento da alimentação do afluente de resíduos, do combustível e/ou de ar ao incinerador, purificadores na combustão do incinerador, e filtros particulados na combustão do incinerador, unidades de redução catalítica (incluindo unidades seletivas e não seletivas) na combustão do incinerador, ou precipitadores eletrostáticos na combustão do incinerador. Estes intensificam a redução nas emissões realizadas como resultado dos processos da presente invenção.

[0062] Igualmente considerado na presente invenção é o uso de uma caldeira em combinação com o incinerador, em que a corrente produzida pela caldeira é recuperada e usada em outros processos como o processo de geração de eletricidade ou para aquecimento em outras operações do processo. Um resíduo para o sistema de energia, tal como este, aumenta a economia total de custos realizada pela presente invenção.

[0063] O resultado final da presente invenção é que as emissões ficam no nível alvo e o processo é conveniente quanto ao custo. Até agora, os sistemas conhecidos não têm atendido a estes ambos critérios. Além do mais, os processos da presente invenção permitem que o processo de incineração se adapte às mudanças no fluxo de resíduos, de modo que o consumo de energia

pelo processo seja otimizado e as emissões permaneçam no nível alvo.

[0064] Não obstante a presente invenção tenha sido descrita em detalhes, deve ficar entendido que várias mudanças, substituições e alterações podem a ela ser feitas, sem que se afaste do espírito e escopo da invenção, conforme definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de incineração de produtos de emissão da produção de resíduos industriais, o processo caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

(a) determinar se um fluxo de resíduos tendo um índice de alimentação e um teor de combustível está sendo alimentado a um incinerador,

(b) medir o índice de alimentação do fluxo de resíduos para calcular o índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos em um tempo t_1 , menos o índice de fluxo de massa do fluxo de resíduos em um tempo t_0 , em que $t_1 > t_0$ (ΔM);

(c) ajustar uma temperatura da fornalha do incinerador para uma faixa de 802°C a 838°C, se ΔM for maior ou menor do que 0;

(d) analisar o conteúdo de energia do fluxo de resíduos para calcular o conteúdo de energia do fluxo de resíduos em um tempo t_1 , menos o conteúdo de energia do fluxo de resíduos em um tempo t_0 , em que $t_1 > t_0$ (ΔE);

(e) ajustar a temperatura da fornalha do incinerador para uma faixa de 802°C a 838°C, se ΔE for maior ou menor do que 0;

(f) avaliar um índice de emissão de CO dos produtos de emissão, para calcular um ΔCO ; e

(g) ajustar a temperatura da fornalha do incinerador para uma faixa de 802°C a 838°C, se ΔCO for maior ou menor do que 0.

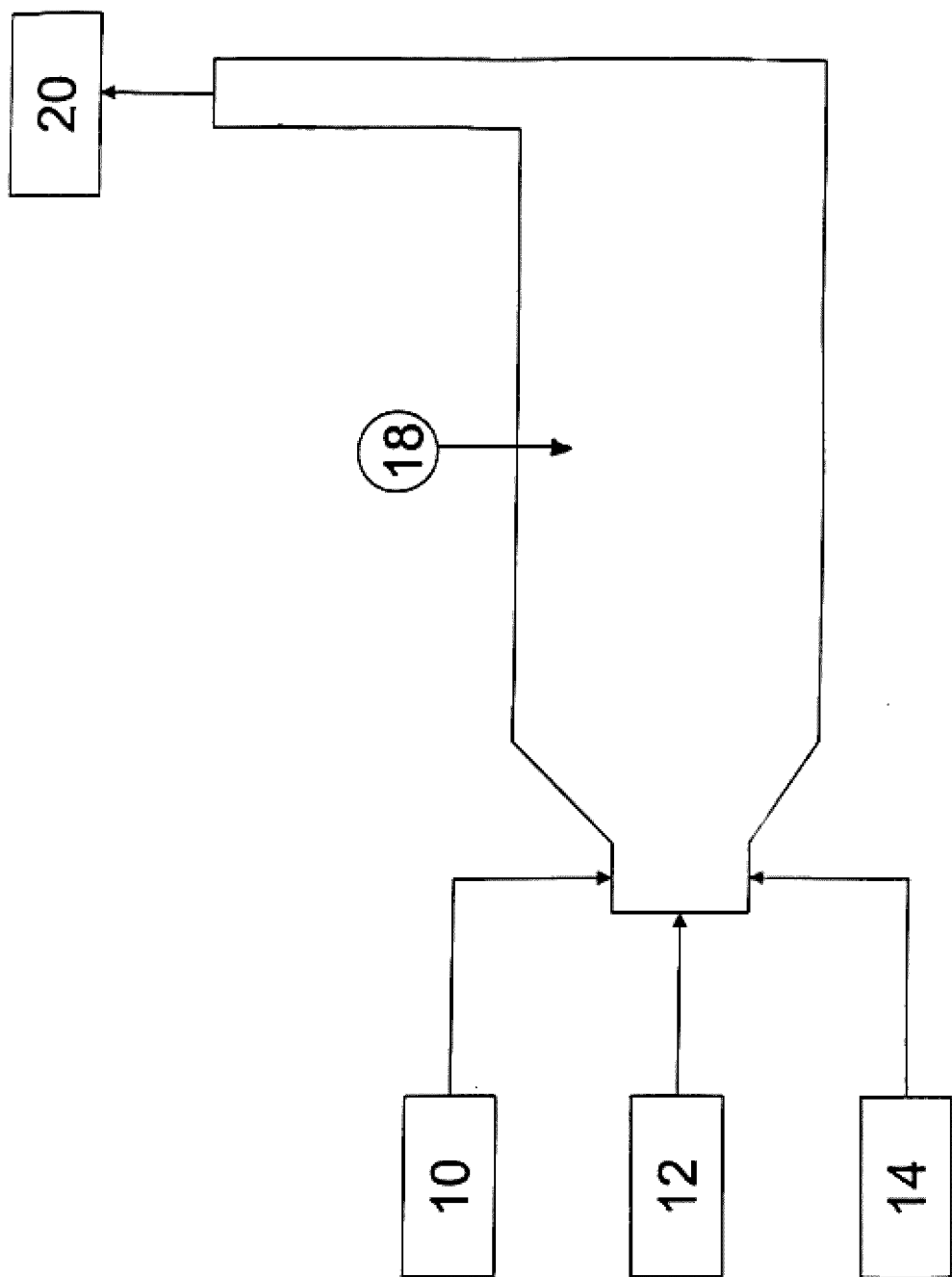
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o índice alvo de emissões de CO é menor do que 227 kg/h.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a avaliação do índice de emissão de CO é realizado pelo uso de um analisador de CO, um analisador de O₂, um cromatógrafo de gás, um espectrômetro de massa ou uma combinação de cromatógrafo de

gás/espectrômetro de massa.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a temperatura da fornalha do incinerador é aumentada se o índice de emissões de CO for maior do que 0.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a temperatura da fornalha do incinerador é diminuída se o índice de emissões de CO for menor do que 0.

**FIGURA 1**

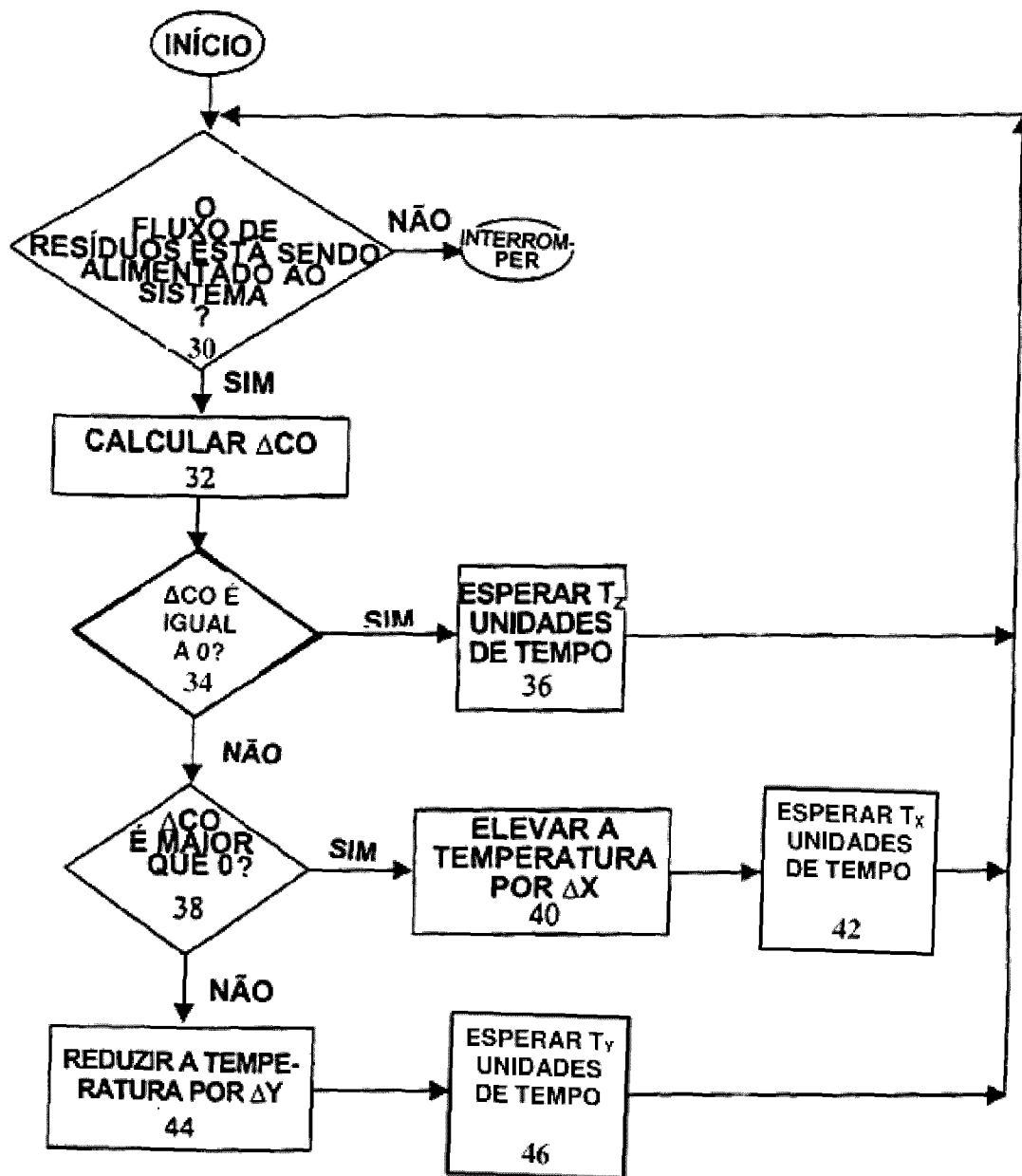


FIGURA 2

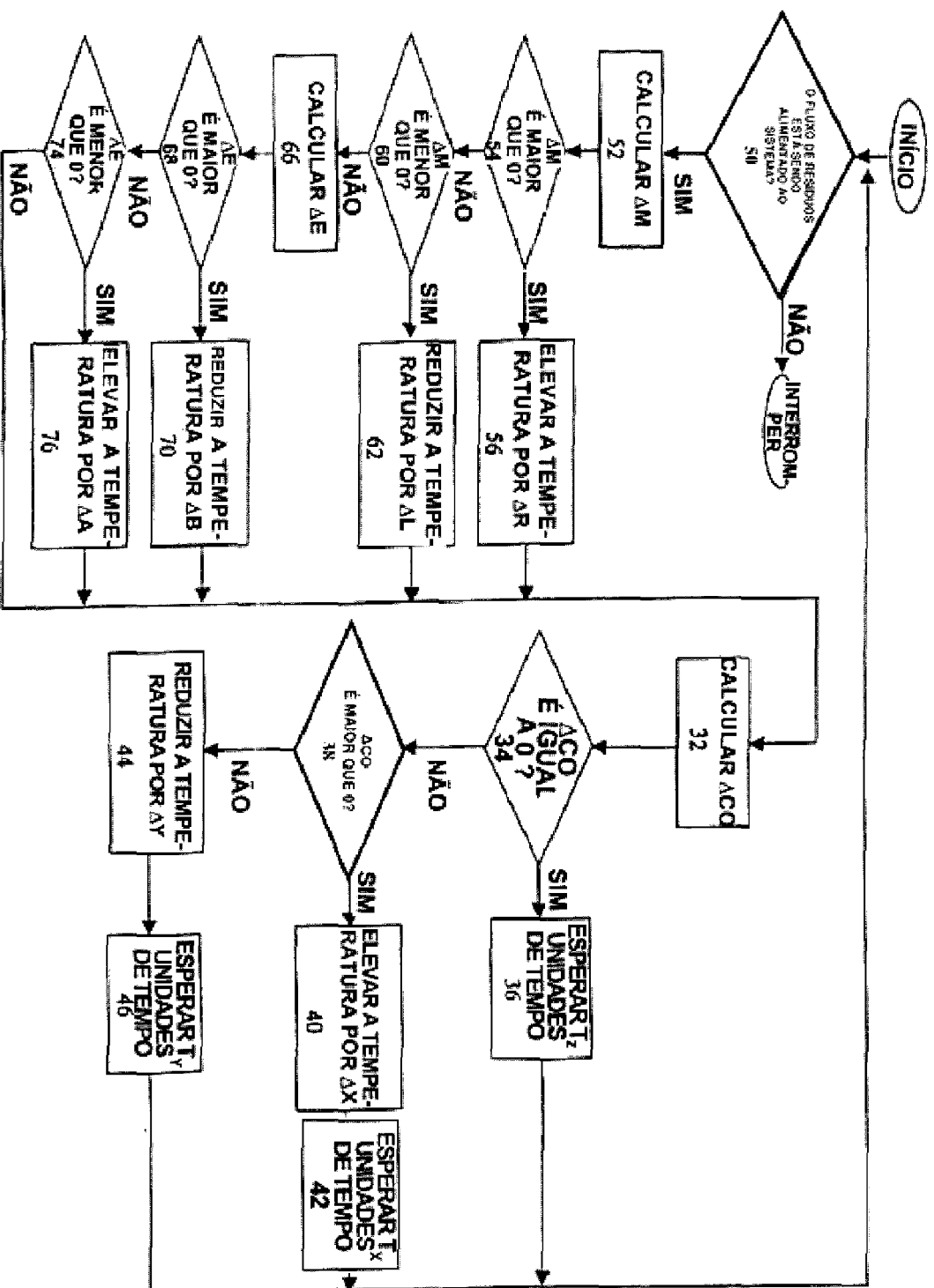


FIGURA 3

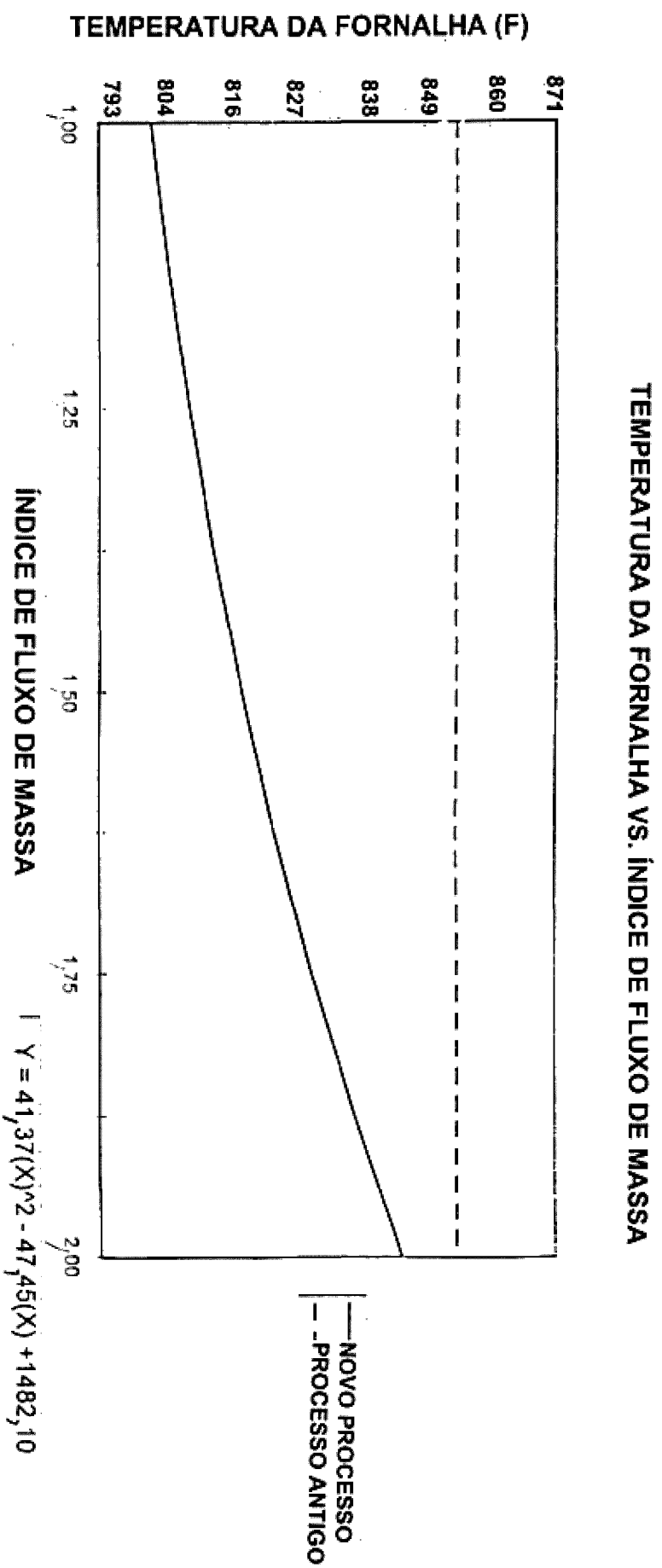


FIGURA 4

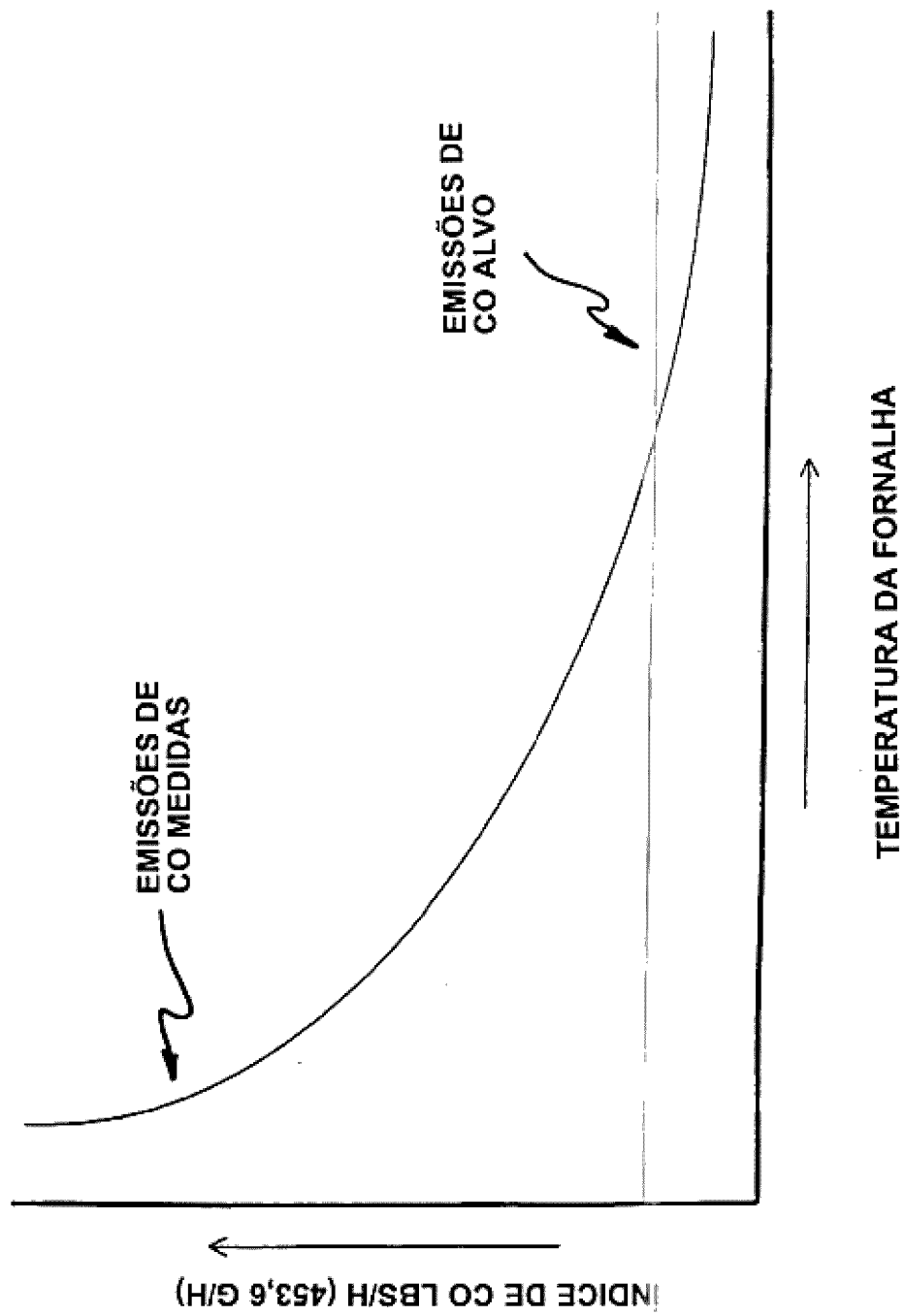


FIGURA 5

RESUMO

"PROCESSO DE INCINERAÇÃO DE PRODUTOS DE EMISSÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS".

A presente invenção provê um novo processo de controle da temperatura de incineração de processos de incineração de resíduos industriais, de tal forma que os produtos de emissão da incineração atendam aos regulamentos governamentais e que os custos de operação e de capital sejam mínimos. A modificação da temperatura de incineração em resposta às mudanças nos produtos de emissão e nos fluxos de resíduos resulta em controle ótimo e confiável do processo de incineração e das emissões da incineração resultantes. Os custos de capital e de operação são reduzidos significativamente, como um resultado.