



(11) *Número de Publicação:* PT 683883 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
F23D011/40 A F23C009/00 B

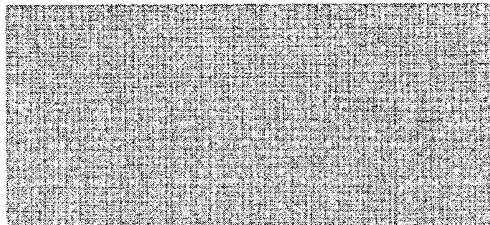
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) Data de depósito: 1994.12.17	(73) Titular(es): DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. SUDSTRASSE 125 53175 BONN DE
(30) Prioridade: 1993.12.18 DE 4343430 1994.08.31 DE 4430889	
(43) Data de publicação do pedido: 1995.11.29	(72) Inventor(es): BERNHARD KNAPP MANFRED BADER LUTZ MARDORF DE DE DE
(45) Data e BPI da concessão: 2001.02.28	(74) Mandatário(s): PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* QUEIMADOR COM CHAMA AZUL DE COMBUSTÃO OPTIMIZADA

(57) *Resumo:*

QUEIMADOR COM CHAMA AZUL DE COMBUSTÃO OPTIMIZADA





DESCRIÇÃO

"QUEIMADOR COM CHAMA AZUL DE COMBUSTÃO OPTIMIZADA"

A presente invenção refere-se a um queimador para meios fluidos compreendendo um corpo do queimador, que apresenta um tubo de suporte com uma antecâmara disposta no interior deste e um tubo de chama ligado ao primeiro, um porta-injector colocado dentro da antecâmara que produz um jacto de combustível, uma câmara de combustão situada no interior do tubo de chama, essencialmente não correspondendo a um tubo de mistura, no qual o jacto de combustível se expande, um elemento de separação com uma abertura central através da qual passa o jacto de combustível e se encontra disposto entre a antecâmara e a câmara de combustão, ficando a câmara de combustão ligada ao elemento de separação, um ventilador para gerar o fluxo de ar de combustão que entra na câmara de combustão que compreende um fluxo parcial próximo do jacto de combustível, sendo o combustível queimado na câmara de combustão sensivelmente nas condições estequiométricas de combustão ou próximo destas, as quais proporcionam uma chama azul.

A patente DE-OS 40 09 222 descreve um queimador para a queima nas condições estequiométricas de combustão de combustíveis líquidos ou gasosos provenientes de um injector de pulverização. Neste queimador faz-se passar o ar em torno do injector de pulverização e, através de um diafragma, para uma câmara de combustão na qual dá também entrada o combustível saído do injector.



Adicionalmente encontram-se previstas na parede da câmara de combustão aberturas em forma de rasgo, paralelas à direcção do fluxo, através das quais se gera uma recirculação de gases de combustão frios provenientes do exterior do tubo do queimador os quais se misturam com o combustível e com o ar que entra, passando em torno do injector de pulverização, com vista a atingirem-se, no espaço onde se dá a queima, as condições estequiométricas de combustão.

A patente EP-A-0 430 011 descreve também um queimador com chama azul no qual, em torno de um injector de pulverização, se introduz uma mistura de ar e gases de combustão recirculados que aí se misturam com o combustível proveniente do injector de pulverização antes de ter lugar a combustão em condições estequiométricas.

Em todos os exemplos de formas de realização dá-se uma mistura de ar de combustão e de gases de combustão recirculados antes do plano onde se encontra a abertura de saída do injector e, só depois, numa câmara de mistura, se dá a mistura do ar de combustão e dos gases recirculados com o combustível que, em seguida, entram na câmara de combustão propriamente dita. Em exemplos especiais de formas de realização a introdução do ar fresco faz-se por partes, por um lado uma primeira parte que se mistura directamente com os gases de combustão em recirculação e por outro lado uma segunda parte que passa em torno do injector de pulverização e que serve para refrigerar o injector de pulverização de modo a que a refrigeração do injector de pulverização, em especial no caso de injectores de óleo, possa ser regulada. Este ar fresco é, então, também introduzido numa câmara de mistura em conjunto com o restante do ar fresco e misturado com os gases de combustão em recirculação assim como com o combustível.



Através da patente DE-OS 27 12 564 ficou a conhecer-se um queimador regulável no qual existe um disco de barragem e, a jusante do disco de barragem, uma região de subpressão conseguida por uma coluna de ar rotativa oca, de modo que os gases são sugados de volta para esta região de subpressão. A coluna de ar rotativa oca é criada por rasgos radiais dispostos radialmente e cobertos por bossas.

Adicionalmente, no caso de potências elevadas, estão ainda previstas entradas de ar fresco do exterior.

Adicionalmente o injector de pulverização está, disposto em conjunto com eléctrodos de ignição, num espaço separado no qual apenas entra a quantidade de ar fresco que seja necessária para a deslocação das faíscas de ignição.

A patente DE-PS 29 08 427 descreve um queimador no qual, em primeiro lugar, com a adição de gases de combustão se faz uma combustão em condições subestequiométricas numa primeira zona de combustão com a introdução imediatamente a seguir de um fluxo de ar proveniente do manto que envolve o fluxo de combustível e em seguida, numa segunda zona de combustão secundária na qual é introduzido o ar restante, envolvendo a zona da periferia da zona de combustão primária, se dá uma combustão em condições sobreestequiométricas.

O ar restante é alimentado em pelo menos dois fluxos parciais reguláveis que envolvem o queimador os quais a partir da desembocadura do queimador, depois de terem passado por um determinado percurso de fluxo livre, atingem a chama.

Pela patente DE-OS 31 09 988 ficou a conhecer-se um queimador designado por queimador de chama azul no qual, por meio de um tubo misturador, se força a criação de uma



recirculação interna, sendo um jacto de combustível introduzido por um injector de pulverização, por um lado directamente introduzido no ar de combustão que o envolve, encontrando-se, por outro lado, previstos furos de passagem de ar que se encontram dispostos radialmente no interior do tubo misturador.

Num queimador com chama azul de acordo com este documento, o tubo misturador tem a função de assegurar que se verifique uma recirculação interna que garanta a característica chama azul do queimador.

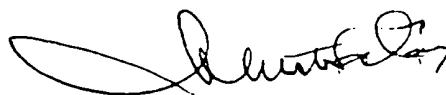
Pela patente EP-A-0 538 761 ficou a conhecer-se um queimador com uma recirculação no qual a recirculação exterior é gerada por efeito da direcção longitudinal dos rasgos, desenvolvendo-se estes rasgos, com os seus eixos longitudinais, ao longo da periferia.

Além disso é insuflado ar fresco, no espaço de combustão, sendo o injector banhado a toda a volta pelo ar que entra através de um diafragma.

Queimadores semelhantes são conhecidos por exemplo através das patentes DE-PS 27 00 671 ou DE-PS 39 01 681.

Nestes queimadores, para se formar um fluxo de recirculação estável é necessário um, assim designado, tubo misturador que estabelece um único fluxo de recirculação de gases quentes e, portanto, possibilita uma queima com chama azul.

Por chama azul da queima deve entender-se que na chama se dá a queima de um combustível completamente gaseificado o que, especialmente quando se utiliza óleo como combustível, torna necessário que as gotículas de óleo que saem do injector no



jacto de combustível fiquem praticamente completamente vaporizadas antes da sua queima na chama.

O problema destes queimadores conhecidos consiste em a concepção geral do queimador tornar necessária a concordância de todas as peças para uma única potência do queimador de modo que um queimador para outra potência exige uma construção inteiramente nova.

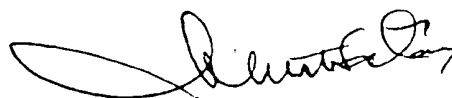
Partindo da patente DE-Os 40 09 222 constitui objectivo da presente invenção introduzir melhoramentos num queimador do tipo referido que permita uma combustão que, tanto quanto possível, não dê origem a produtos nocivos e se processe em condições estáveis e estequiométricas ou próximas destas.

Este objectivo atinge-se por um queimador com as características enunciadas na reivindicação 1.

A vantagem da solução preconizada pela invenção reside no facto de, pelo fluxo parcial adicional de ar que promove uma estabilização da recirculação, ser possível atingir uma estabilização do fluxo interno de recirculação no interior da câmara de combustão.

Deste modo, é possível dispor de um queimador em que, pela definição local da alimentação de ar de combustão é possível, essencialmente sem elementos de guiamento mecânicos do fluxo, assegurar que na câmara de combustão se verifiquem fluxos de recirculação estáveis e, assim, uma queima com chama azul.

Uma variante vantajosa da solução preconizada pela invenção prevê que, no corpo de queimador, existam aberturas através das quais passem fluxos de recirculação exteriores que conduzam gases de combustão frios que entram na câmara de



combustão, que o fluxo de recirculação exterior entre na câmara de combustão na proximidade do elemento de separação e seja tão grande que a raiz da chama fique a uma distância de pelo menos 1 cm do injector e que, entre o injector e a raiz da chama, exista uma parte do jacto de combustível em que se não verifica combustão e, por mistura com o ar de combustão, o jacto se expanda em cone.

A vantagem da solução preconizada pela invenção consiste em especial no facto de o fluxo de recirculação exterior que, de acordo com o estado actual da técnica só seria empregue para reduzir o teor em gases de combustão nocivos, em especial óxidos de azoto, que agora, de acordo com a invenção, são empregues para posicionar a raiz da chama a uma distância suficientemente grande, nomeadamente por, com o auxílio do fluxo de recirculação exterior se introduzirem, adicionalmente em quantidades suficientes na câmara de combustão, gases essencialmente não oxidantes, ou que o são apenas em pequena medida, de modo a aumentar o fluxo de massa que passa pela câmara de combustão e desse modo se conseguir o distanciamento entre a raiz da chama e o injector, que é necessário para se conseguir uma parte do jacto de combustível onde se não verifique combustão, o qual é, por sua vez, necessário para se atingir uma vaporização completa das gotículas de combustível.

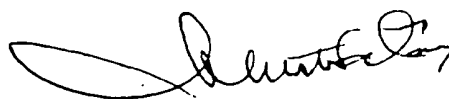
Em particular, neste exemplo de forma de realização, pelo comprimento suficiente da parte do jacto de combustível em que se não verifica combustão, tem-se a possibilidade de misturar os gases do fluxo de recirculação interior com o jacto de combustível e, com isso, de novo a possibilidade de vaporizar completamente as gotículas de combustível, seguramente antes de estas atingirem a base da chama, de modo que em última análise se obtém uma chama azul estável que em boa medida não é sensível a pequenas alterações dos parâmetros de regulação.



Uma variante vantajosa da solução preconizada pela invenção prevê que no corpo do queimador existam aberturas através das quais passe para a câmara de combustão um fluxo de recirculação exterior, que conduza gases de combustão frios e entre na proximidade do elemento de separação, e que este fluxo proteja o fluxo de recirculação interior em relação ao elemento de separação, fluxo esse que, no interior da câmara de combustão, toma a forma de um fluxo de retorno entre a chama azul e a parte do jacto de combustível na qual se não verifica combustão.

Nesta solução de acordo com a invenção, o fluxo de recirculação exterior, que normalmente se emprega para a redução de produtos nocivos, em especial dos óxidos de azoto, de acordo com a invenção é utilizado para proteger os gases de combustão, quentes, do fluxo de recirculação interior em relação ao elemento separador frio e, assim, evitar uma arrefecimento forte destes gases de combustão, quentes, por influência do elemento de separação, frio. Acresce que estes gases de combustão, quentes, são levados ao contacto com o jacto de combustível praticamente sem serem arrefecidos ou o tenham sido muito pouco a fim de, pela quantidade de calor aduzida se assegurar uma vaporização, tanto quanto possível optimizada, das gotículas de combustível.

A solução de acordo com a invenção, em conjugação com a utilização de um fluxo de recirculação exterior tem ainda a grande vantagem de, dada a ausência de elementos mecânicos de guiamento do fluxo na câmara de combustão, em especial a ausência de um tubo misturador, não se provocarem emissões de produtos nocivos na altura do arranque do queimador que levem a que a recirculação exterior tenha que ser regulada de forma variável. Acresce ainda que a solução de acordo com a invenção oferece a grande vantagem de, logo no arranque do queimador, a



combustão se fazer com um óptimo teor baixo em produtos nocivos, de modo que a regulação trabalhosa da recirculação exterior, como a que, por exemplo, se descreve na patente DE-PS 39 06 854, pode efectivamente ainda ser feita mas, no entanto, em virtude dos bons valores referentes a produtos tóxicos sem esta regulação, esta última não é necessária.

No que respeita ao desenvolvimento do fluxo de recirculação interior dentro da câmara de combustão não foram até ao momento fornecidos quaisquer dados de pormenor. Assim a presente invenção prevê, num exemplo vantajoso de forma de realização, que o fluxo de recirculação interior, partindo da chama, flua ao longo do lado interior do tubo de chama em direcção ao elemento de separação. Nesta situação, o fluxo de recirculação interior pode ser estabilizado, de forma particularmente fácil e duradoura, pelo fluxo parcial do ar de combustão que promove a estabilização.

No caso de um exemplo de forma de realização especialmente conveniente, com fluxo de recirculação interior, o fluxo de recirculação interior apresenta-se com chama amarela.

Um efeito particularmente vantajoso do fluxo de recirculação interior, em especial no que respeita à transmissão de calor para o combustível, com o fim de vaporizar as gotículas de óleo, pode ser atingido quando o fluxo de recirculação interior passe através do fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação.

No que respeita à direcção sob a qual o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação entra na câmara de combustão, não se deram até agora quaisquer explicações relativas aos exemplos de formas de realização. Por exemplo, o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação



poderia ser paralelo à superfície exterior cônica do jacto de combustível. É, no entanto, especialmente conveniente que o fluxo parcial que promove a estabilização do fluxo seja, ao entrar na câmara de combustão, essencialmente paralelo ao jacto de combustível.

É especialmente vantajoso, nestas circunstâncias, que os fluxos parciais sejam independentes da quantidade de ar para que se faz a regulação nos mesmos pontos de entrada na câmara de combustão.

Pela fixação local da entrada dos fluxos parciais na câmara de combustão pode-se conseguir de, forma especialmente vantajosa, a estabilização dos fluxos de recirculação para cada regulação das quantidades de ar e de combustível, recorrendo a meios simplicíssimos.

No que diz respeito às explicações até agora prestadas sobre os exemplos individuais de formas de realização, não se entrou em pormenores sobre quais fluxos parciais em que se faz a regulação da quantidade de ar.

Do cálculo do processo de combustão seria possível, de forma puramente teórica, estabelecer a forma por que seriam reguláveis as quantidades de ar introduzidas pelo fluxo parcial nas proximidades do jacto de combustível ou introduzidas pelo fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação ou de ambos.

Por razões de simplificação e a fim de se conseguir uma solução adequada no que se refere aos fluxos é, no entanto, vantajoso que, para regulação da quantidade de ar, apenas um dos fluxos parciais seja regulável, para se conseguir a necessária adaptação à quantidade de combustível introduzido.



Para estabilização dos fluxos de recirculação para cada regulação das quantidades de ar e de combustível, mostrou-se ser particularmente vantajoso que o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação seja regulável no que respeita à quantidade de ar. Pela possibilidade de regulação do fluxo parcial que promove a estabilidade da recirculação consegue-se atingir, em especial, uma estabilização vantajosa do fluxo de recirculação para cada regulação da potência do queimador, visto que o fluxo parcial actua directamente sobre a formação dos fluxos de recirculação e, desse modo, se consegue efectuar uma regulação dos mesmos de tal forma que o fluxo de recirculação seja directamente estabilizável em resultado da posição do ponto de entrada deste fluxo parcial na câmara de combustão.

Com vantagem, o fluxo que promove a estabilização da recirculação entra na câmara de combustão sob a forma de um fluxo anelar interrompido que se estabelece em torno do respectivo jacto de combustível, pelo que a estabilização do fluxo de recirculação pode ainda ser melhorada visto que, nos pontos de interrupção, se torna possível de forma muito fácil introduzir um "fluxo de atravessamento" do fluxo anelar numa direcção radial, enquanto entre as interrupções se criam turbilhões estabilizadores.

Dado que para a quantidade máxima de combustível se verifica uma velocidade máxima dos gases na chama é, além disso, especialmente conveniente que a quantidade de ar no fluxo parcial que promove a recirculação seja a máxima para a quantidade máxima de combustível e a mínima para a quantidade de combustível mínima, de modo a que a quantidade de ar do fluxo parcial que promove a recirculação, para uma quantidade máxima de combustível, e portanto, para uma maior velocidade dos gases da chama na câmara de combustão, o fluxo de



recirculação seja o suficiente para que a combustão se mantenha com chama azul.

No que respeita à possibilidade de regulação do fluxo de recirculação, verificou-se, ainda, ser vantajoso que a quantidade de ar no fluxo parcial próximo do jacto de combustível se mantenha constante para todas as regulações da quantidade de combustível de modo que o fluxo parcial próximo do jacto de combustível assegure permanentemente um fornecimento base de ar ao jacto de combustível. No limite, a quantidade de ar no fluxo parcial próximo do jacto de combustível será dimensionado de modo que, para a quantidade máxima de combustível a quantidade de ar no fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação seja máxima e para a quantidade mínima de combustível o fluxo de ar de combustão seja apenas formado pelo fluxo parcial próximo do jacto de combustível.

Num exemplo vantajoso de forma de realização do queimador de acordo com a invenção, prevê-se que a quantidade de ar no fluxo parcial próximo do jacto de combustível se situe aproximadamente entre 0,6 vezes e 0,2 vezes a quantidade de ar do fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação, prevendo-se que este campo de regulação seja variável para um queimador especial cuja potência possa variar até à resultante da aplicação de um factor 5.

No que respeita ao tipo de formação do jacto de combustível não se prestaram, nas descrições dos exemplos de formas de realização anteriores, quaisquer esclarecimentos pormenorizados. Assim, num exemplo de forma de realização, prevê-se uma solução especialmente simples e eficaz em que o jacto de combustível saído da abertura do injector e dependendo da forma desta, se abre em cone, em particular um cone



completo, no qual se encontram dispersas, numa distribuição tão homogénea quanto possível, gotículas de óleo de dimensões tão homogéneas quanto possível.

No que se refere à direcção do fluxo parcial próximo do jacto de combustível à entrada na câmara de combustão não se fizeram também quaisquer considerações pormenorizadas. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa, prevê-se que o fluxo parcial próximo do jacto de combustível entre na câmara de combustão segundo uma direcção essencialmente paralela à direcção do jacto de combustível.

Com vantagem, o fluxo parcial próximo do jacto de combustível entra na câmara de combustão envolvendo o jacto de combustível a fim de possibilitar uma boa mistura desta parte do ar de combustão com o jacto de combustível, no interior da câmara de combustão.

Isto consegue-se, de modo especialmente vantajoso, quando o fluxo parcial próximo do jacto de combustível e o jacto de combustível entrem na câmara de combustão pela abertura central de passagem prevista no elemento de separação.

No que respeita ao ponto de entrada do fluxo parcial próximo do jacto de combustível na câmara de combustão não foram até agora feitas quaisquer observações pormenorizadas. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa, prevê-se que o fluxo parcial próximo do jacto de combustível, entre na câmara de combustível passando por uma região das periferias da cabeça do injector.

Mais vantajosamente ainda é que, em especial em função das disponibilidades de espaço na zona do injector, o fluxo parcial próximo do jacto de combustível flua ao longo de um perfil



exterior definido da cabeça do injector e, assim, entre na câmara de combustão na proximidade imediata do jacto de combustível.

No caso mais simples a secção transversal necessária para a passagem do fluxo parcial próximo do jacto de combustível consegue-se quando o fluxo parcial próximo do jacto de combustível atravesse uma passagem entre a cabeça do injector e um bordo de uma abertura na câmara de combustão, prevista para a passagem do fluxo próximo do jacto de combustível, de modo a que o tamanho da abertura de passagem defina a área livre da secção de passagem para o fluxo parcial próximo do jacto de combustível.

Um grau de mistura especialmente vantajoso do combustível com o fluxo parcial próximo do jacto de combustível, já no interior da câmara de combustão, consegue-se quando a abertura de entrada para o fluxo próximo do jacto de combustível seja configurada de modo a imprimir turbulência ao mesmo.

No caso mais simples prevê-se que, para tal, que a abertura de entrada do fluxo esteja provida de arestas indutoras de turbulência ou de facas que proporcionem o mesmo efeito.

No que respeita à construção do corpo do queimador, em correlação com os exemplos de formas de realização, não se deram quaisquer pormenores. Neste contexto prevê-se, num exemplo de forma de realização vantajosa, que o corpo do queimador compreenda uma antecâmara na qual se encontra disposto o injector e se encontra separada da câmara de combustão por um elemento de separação. Uma construção deste tipo do corpo do queimador tem a vantagem de ser de grande facilidade e flexibilidade construtiva.



Em correlação com os exemplos de formas de construção até agora descritos não se entrou em pormenores sobre a forma como o fluxo de ar de combustão entra na câmara de combustão.

É especialmente vantajoso que a totalidade do ar de combustão seja conduzida através da antecâmara dado que, deste modo, se assegura uma construção especialmente simples do queimador.

Para este efeito, igualmente por razões de facilidade de construção, prevê-se que o fluxo de ar de combustão entre na câmara de combustão passando através do elemento de separação.

No que respeita ao guiamento do ar de combustão ao atravessar o elemento de separação prevê-se, convenientemente, que o elemento de separação apresente, no lado voltado para o injector, uma abertura de passagem para o fluxo parcial próximo do jacto de combustível.

Além disso prevê-se, convenientemente, que, para deixar entrar o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação no ponto desejado da câmara de combustão, o elemento de separação apresente, em relação à abertura de entrada do fluxo parcial próximo do jacto de combustível, pelo menos uma abertura radial, do lado de fora, para o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação.

No que respeita à configuração da câmara de combustão, não foram até agora feitas, em correlação com os exemplos de formas de realização já descritas, quaisquer observações pormenorizadas. Assim, num exemplo de forma de construção vantajosa, prevê-se que a câmara de combustão seja envolvida por um tubo de chama do queimador de modo a que este tubo de chama do queimador permita estabelecer uma geometria definida



para o espaço circundante da câmara de combustão e, portanto, em especial uma forma definida do fluxo de estabilização da recirculação.

Este tubo de chama está provido de aberturas para formação do fluxo de recirculação exterior, com vista à diminuição das emissões de óxidos de azoto.

No que respeita à configuração da câmara de combustão propriamente dita não foram, até agora, dados, em correlação com as descrições feitas anteriormente, quaisquer observações pormenorizadas. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa, prevê-se que a câmara de combustão se estenda a partir de um determinado plano situado na proximidade da abertura do injector. Uma construção deste tipo da câmara de combustão proporciona um guiamento óptimo dos fluxos individuais de recirculação, em especial dos fluxos de recirculação interior e exterior, em direcção à parte do jacto de combustível que se não encontra a arder.

Uma construção especialmente simples e eficiente da câmara de combustão prevê que esta tenha uma secção transversal essencialmente constante entre o elemento separador e a zona onde se encontra a raiz da chama. Isto proporciona a vantagem de se dispor de espaço suficiente para o guiamento e formação dos fluxos de recirculação, em especial do fluxo de recirculação interior. No que respeita ao elemento de separação, não foram feitas quaisquer observações. O elemento de separação pode ser feito como se encontra descrito na patente EP 0 430 011. Especialmente fácil do ponto de vista construtivo é a solução de o elemento de separação ser constituído por um diafragma.



O diafragma poderá, por seu lado, ser abaulado como a seguir se refere. Por exemplo como se descreve na patente DE-OS 40 09 222. Especialmente vantajoso é, no entanto, que o diafragma se estenda sobre um plano porquanto uma forma deste tipo permite também um guiamento óptimo dos fluxos de recirculação até à zona onde se situa a parte do jacto de combustível que não está a arder, na vizinhança do diafragma.

É especialmente vantajoso que a câmara de combustão apresente um espaço de recirculação que seja atravessado pela parte do jacto de combustível que não se encontra a arder e que envolva essa mesma parte do jacto de combustível, espaço esse que proporciona possibilidades óptimas para introdução dos fluxos individuais de recirculação em direcção à parte do jacto de combustível que se não encontra a arder.

Convenientemente, nessas circunstâncias, o espaço de recirculação é configurado de tal modo que se estenda, no mínimo, até à raiz da chama a fim de se conseguir espaço suficiente para a passagem do fluxo de recirculação interior.

A fim de se conseguir a estabilização dos fluxos de recirculação de uma forma otimizada, prevê-se que o fluxo parcial de estabilização da recirculação entre no espaço de recirculação.

Com vantagem, o fluxo de estabilização da recirculação é formado de tal modo que se apresente simétrico em relação a um eixo da câmara de combustão e, portanto, dê entrada no espaço de recirculação simetricamente em relação a um eixo do mesmo.

De preferência o fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação é formado de tal modo que entre na câmara de combustão com um perfil de fluxo cilíndrico deitado. Esta forma



do fluxo parcial que promove a estabilização da recirculação permite que se dê uma estabilização otimizada do fluxo de recirculação interior.

Nesse caso, o cilindro é especialmente um cilindro recto circular que fica definido por uma circunferência primitiva situada a meio do mesmo.

No que respeita ao perfil do fluxo não se fizeram ainda quaisquer observações pormenorizadas. Por exemplo, seria possível configurar o perfil do fluxo como um fluxo anelar fechado com a forma do cilindro. É, no entanto, especialmente vantajoso que o perfil do fluxo seja composto por fluxos individuais paralelos visto que estes fluxos individuais proporcionam a possibilidade de, de uma forma particularmente vantajosa, fazer passar os fluxos de recirculação através do fluxo de estabilização da recirculação, na zona onde se situa a parte do jacto de combustível que se não encontra a arder.

Isto é possível de conseguir, de uma forma particularmente vantajosa, quando os fluxos individuais se encontrem distribuídos de modo a terem distâncias angulares constantes entre si, com vista a estabelecerem-se espaços intermédios definidos através dos quais os fluxos de recirculação possam passar.

No que respeita ao dimensionamento dos fluxos individuais em relação às distâncias angulares entre os mesmos, mostrou-se ser particularmente vantajoso que a relação entre as distâncias angulares entre dois fluxos individuais e a largura angular das secções transversais de entrada de cada fluxo individual se situe aproximadamente entre 10 e 0,1.



É mais vantajoso que esta relação se situe aproximadamente entre 3 e 0,1 ou, melhor, aproximadamente entre 2 e 0,1 e, ainda melhor, aproximadamente entre 1 e 0,1, tendo-se mostrado como especialmente otimizados os resultados obtidos com uma relação situada aproximadamente entre 1,5 e 0,3.

Além disso não foram ainda apresentados quaisquer dados referentes ao dimensionamento do espaço de recirculação. Com vantagem, prevê-se que a zona anelar circular apresente um diâmetro da circunferência primitiva que se situe em valores aproximadamente entre 0,2 e 0,7 do diâmetro exterior da câmara de combustão ou da câmara de recirculação.

Consegue-se um efeito óptimo do fluxo parcial de estabilização da recirculação quando o espaço de recirculação tem, por exemplo, um diâmetro exterior correspondente ao diâmetro interior do tubo de chama, apresentando o diâmetro exterior referido um valor 1,5 a 3 vezes o diâmetro da circunferência primitiva do cilindro recto circular.

Mais vantajoso ainda é o caso em que o espaço de recirculação apresenta um diâmetro exterior igual aproximadamente a 1,8 a 2,6 vezes, ou melhor, 2 a 2,5 vezes o diâmetro da circunferência primitiva do cilindro recto circular. Resultados especialmente otimizados obtêm-se quando o diâmetro do espaço de recirculação é aproximadamente igual a $2,4 \pm 10\%$, ou melhor ainda, aproximadamente 2,5 vezes o diâmetro da circunferência primitiva.

Em especial, a fim de otimizar a estabilização da chama e evitar que a chama bruxuleie no espaço, mostrou-se ser especialmente conveniente que, a seguir ao espaço de recirculação, se encontre um espaço de chama.



Este espaço de chama pode, no caso de potências elevadas, apresentar o mesmo diâmetro que o espaço de recirculação mas, em especial nos casos de pequenas potências, no que se refere à estabilização no espaço, revelou-se ser vantajoso que o espaço de chama apresente um diâmetro que seja, no máximo, igual ou menor que o do espaço de recirculação.

Os valores particularmente preferíveis verificam-se quando o diâmetro do tubo de chama seja aproximadamente 0,6 a 0,9 vezes o diâmetro do espaço de recirculação. Especialmente vantajoso mostrou-se ser o caso em que o diâmetro interior do espaço de chama é aproximadamente 0,8 vezes o diâmetro interior do espaço de recirculação.

No que respeita à dilatação da câmara de combustão também se não apresentaram dados concretos. Também, com vista a manter a chama o mais possível estável, revelou-se ser vantajoso que a chama apresente uma raiz dentro da câmara de combustão.

No que respeita à criação do fluxo de recirculação exterior na câmara de combustão não se fizeram até agora observações pormenorizadas. Assim, por exemplo, a criação do fluxo de recirculação exterior na câmara de combustão pode ser conseguida conforme se descreve na patente EP 0 430 011. É no entanto especialmente vantajoso que o fluxo de recirculação exterior entre na câmara de combustão, separado do fluxo de ar de combustão.

Este exemplo de forma de realização tem a grande vantagem de se poder, por um lado conduzir de forma definida o fluxo de recirculação exterior e, por outro lado se poder fazer uma regulação definida no que respeita ao fluxo de massa, o que para os aspectos de caracterização da invenção é importante, em especial no que respeita à condução do fluxo de recirculação



exterior para efeitos de protecção do fluxo de recirculação interior em relação ao elemento de separação e ao dimensionamento do fluxo de massa, o que é importante com vista a atingir-se uma parte suficientemente grande da zona do jacto de combustível que se não encontra a arder. Deste modo, fica também definido o volume do fluxo de recirculação interior.

Com meios particularmente simples pode-se conseguir esta construção quando o fluxo de recirculação exterior entre directamente na câmara de combustão, passando por aberturas de recirculação previstas no tubo de chama.

No que respeita ao dimensionamento do fluxo de recirculação exterior não foram até agora apresentados quaisquer dados quantitativos. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa, prevê-se que a área da abertura para entrada do ar de combustão na câmara de combustão seja, no máximo, aproximadamente igual à área das aberturas de recirculação previstas no tubo de chama para o fluxo de recirculação exterior. Com este dimensionamento fica assegurado um fluxo de massa suficientemente grande no fluxo de recirculação com vista a obter-se uma parte do jacto de combustível que se não encontra a arder com um comprimento suficiente no interior da câmara de combustão.

Além disso, é possível prever, no tubo de chama, um elemento de estabilização de fluxo que se estenda a partir do diafragma, em direcção à zona da raiz da chama, por um comprimento máximo de cerca de um quarto da distância entre o diafragma e a chama. Este elemento de estabilização do fluxo não tem nada a ver com o tubo misturador conhecido nas técnicas actuais, visto que o tubo misturador permite, apenas, configurar um único fluxo de recirculação, enquanto o elemento de estabilização da recirculação está previsto de tal modo que



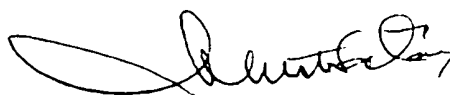
permite que a configuração de vários fluxos de recirculação seja definida pelo fluxo parcial de estabilização da recirculação, em especial a configuração dos fluxos de recirculação necessários para cada um dos conjuntos de quantidades de combustível e de ar de combustão.

Por esta razão, é particularmente vantajoso que o elemento de estabilização do fluxo se estenda ao longo de um comprimento máximo de aproximadamente um sexto da distância entre o diafragma e a zona da raiz da chama.

Os pormenores anteriores sobre o elemento de estabilização do fluxo não têm obrigatoriamente que ser respeitados para se conseguir uma estabilização suficiente dos fluxos de recirculação mas asseguram, sempre, que não exista o risco de formação de depósitos de fuligem no queimador.

Em especial no caso de se ter que, tanto quanto possível, evitar a formação de depósitos de fuligem na câmara de combustão, com vantagem, prevê-se que a câmara de combustão seja construída de forma a que tenha o seu interior livre de quaisquer elementos de estabilização de fluxo.

Quanto à questão da regulação da quantidade de ar do fluxo de ar de combustão não foram, até agora, referidos quaisquer pormenores. Assim, num exemplo de forma de realização prevê-se que para a regulação da quantidade de ar no fluxo de ar de combustão seja utilizado um dispositivo de regulação. O dispositivo de regulação é, de preferência, construído de tal maneira que, para a regulação da quantidade de ar, o ponto de entrada do fluxo de ar de combustão na câmara de combustão se mantenha inalterado na direcção radial em relação ao jacto de combustível. Isto tem a grande vantagem de, pela fixação do ponto de entrada do fluxo de ar de combustão, se conseguir uma



estabilização óptima da recirculação para todas as regulações das quantidades de combustível e de ar de combustão.

Mostrou-se ser especialmente vantajoso que o dispositivo de regulação apresente aberturas locais fixas para o fluxo de ar de combustão as quais possam ser reguladas de modo a terem diferentes áreas de passagem na secção transversal.

Este pormenor resolve-se construtivamente, de forma conveniente, quando o dispositivo de regulação tenha um elemento de regulação rotativo apoiado no diafragma, por meio do qual se possa regular a área de passagem livre da secção transversal de uma abertura prevista no diafragma.

No caso mais simples, o elemento de regulação é construído como um disco de regulação apoiado de modo a poder rodar no diafragma e que pode assumir várias posições em relação ao mesmo e, portanto, em relação a aberturas existentes no diafragma. Este elemento de regulação pode ser feito de modo a poder tomar posições de regulação com pequenas variações.

Em alternativa, é também vantajoso que o elemento de regulação possa permitir regulações de modo contínuo, de forma a que se possa fazer variar continuamente a área de passagem entre um valor máximo e um valor mínimo.

O dispositivo de regulação pode ser feito de modo que a regulação se efectue manualmente, por exemplo por meio de uma ferramenta adequada.

No caso de comando variável da quantidade de ar, apresenta-se como especialmente vantajosa a solução de o dispositivo de regulação ser actuado por um accionamento de variação de posicionamento comandável.



No que respeita à possibilidade de regulação do injector não foram até agora dados quaisquer pormenores. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa prevê-se que o injector seja um injector com retorno de combustível.

Um injector do tipo com retorno de combustível pode ser facilmente regulado quando a este esteja associada uma válvula de retorno regulável, a qual possibilita fazer a regulação por variação do caudal de retorno do injector e, deste modo, fazer a regulação da quantidade de combustível que sai do injector.

No caso mais simples, a válvula de retorno é construída de modo a que, por meio dela, se possam estabelecer regulações fixas para várias quantidades de combustível fornecidas pelo injector. Mais vantajosa é, no entanto, a solução em que a válvula de retorno tenha uma regulação contínua, de modo a que seja possível fazer uma regulação e um ajustamento contínuos da quantidade de combustível.

Em especial quando a quantidade de combustível deva ser comandada prevê-se, de forma vantajosa, que a válvula de retorno seja regulada por meio de um accionamento com posicionamentos variáveis.

Num exemplo de forma de realização vantajosa para aplicação da solução preconizada pela presente invenção, prevê-se que o queimador tenha um comando por meio do qual se possam afinar a quantidade de combustível e a quantidade de ar do fluxo de ar de combustão. Com um comando deste tipo pode-se, de modo especialmente fácil, conseguir uma regulação óptima tanto da quantidade de combustível como da quantidade de ar de combustão, tendo em vista, especialmente, atingir uma combustão nas condições estequiométricas ou próximas destas.



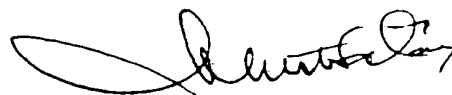
Com vantagem, nesse caso, pode prever-se que o sistema de comando comande o accionamento de variação de posições do dispositivo de regulação.

No caso de um comando de apenas um ou dos dois accionamentos de variação de posições é concebível fixar-se, à partida, a regulação da quantidade de combustível ou da quantidade de ar e utilizar o outro accionamento de posições variáveis para a outra grandeza, com vista à regulação fina. É especialmente vantajoso, no entanto, que o sistema de comando comande os accionamentos de posições variáveis tanto da válvula de retorno como do dispositivo de regulação.

Além disso é vantajoso, em especial para assegurar uma combustão completa do combustível, que o comando esteja associado a uma sonda que detecte se a combustão se está a fazer completamente.

Deste modo tem-se ainda a possibilidade de o comando da quantidade de ar e da quantidade de combustível efectuar as regulações necessárias para a combustão se fazer nas condições estequiométricas ou próximas destas.

No que respeita às potências do queimador previamente estabelecidas, ao aplicar um comando de acordo com o preconizado pela presente invenção podem imaginar-se várias possibilidades. Assim, num exemplo de forma de realização vantajosa, prevê-se que o comando da potência do queimador possa ser previamente regulado para um valor fixo. Em alternativa pode também pensar-se em realizar o comando das potências do queimador com base em valores estabelecidos previamente.



Num exemplo de forma de realização vantajosa prevê-se que o comando regule, por um lado, as quantidades de combustível e de ar para uma dada potência preestabelecida e, por outro lado, regule, a combustão de modo a proporcionar uma combustão nas condições estequiométricas ou próximas das mesmas.

Nos exemplos de formas de realização de acordo com a invenção partia-se do princípio de que a possibilidade de regulação da quantidade de combustível era possível por meio do próprio injector.

Em alternativa prevê-se, num exemplo de forma de realização vantajosa da invenção, que a quantidade de combustível seja regulável por meio de um queimador construído como um jogo de elementos de montagem ("kit") instalados no mesmo corpo de queimador e com diferentes injectores. A regulação da quantidade de combustível efectua-se pela entrada em funcionamento do injector correspondente instalado no queimador.

Com vantagem prevê-se que os injectores tenham todos o mesmo perfil de pulverização e, em especial, um contorno exterior do fluxo de ar essencialmente igual e apenas forneçam quantidades de combustível diferentes.

Além disso, prevê-se, num exemplo de forma de realização vantajosa, que no que respeita à regulação da quantidade de ar esta seja regulável de tal modo que o queimador, composto por um jogo de injectores, seja construído de modo a que, no corpo de queimador comum, possam ser instalados peças permutáveis de regulação da quantidade de ar do fluxo de ar de combustão. Pelo facto de estarem previstas as diferentes peças de regulação torna-se possível fazer a regulação do fluxo de ar de combustão.



Neste caso é especialmente vantajoso que, por meio das peças de regulação, a entrada pontual do ar de combustão na câmara de combustão seja também regulável.

Com vantagem prevê-se, neste caso, que em todas as peças de regulação pelo menos um fluxo parcial do fluxo de ar de combustão possa ser regulado.

É especialmente vantajoso que o ponto de entrada do fluxo seja o mesmo para todas as peças de regulação.

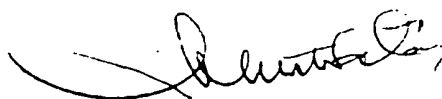
Num exemplo de forma de realização vantajosa prevê-se que, nas peças de regulação, o fluxo parcial próximo do jacto de combustível seja constante, enquanto que o fluxo parcial de estabilização da recirculação possa ser regulado para vários valores por meio de peças de regulação diferentes.

No que respeita à solução construtiva, num exemplo de forma de realização especialmente vantajoso, prevê-se que o jogo de peças de montagem, para todas as potências do queimador, inclua um corpo de queimador idêntico.

Em especial prevê-se que o jogo de peças de montagem inclua para todas as potências do queimador um ventilador idêntico.

Além disso, é vantajoso que o conjunto de peças de montagem inclua para todos os casos uma câmara de combustão idêntica.

Finalmente, é vantajoso que o jogo de peças de montagem, para todas as potências inclua um mesmo porta-injector.



Outras características e vantagens da solução preconizada pela invenção são objecto da descrição seguinte assim como dos desenhos referentes a alguns exemplos de formas de realização.

Além disso, o objectivo proposto à partida atinge-se pela adopção de um processo de funcionamento de um queimador de fluidos que corresponda às características enunciadas na reivindicação 53.

Uma versão melhorada do processo de funcionamento preconizado pela invenção prevê que se encontrem previstas aberturas no corpo do queimador através das quais passe um fluxo de recirculação exterior que entra na câmara de combustão e inclui gases de combustão frios, que o fluxo de recirculação exterior entre na câmara de combustão na proximidade do elemento de separação e se mantenha num valor tal que obrigue a raiz da chama, de uma chama azul, a manter-se a uma distância de pelo menos 1 cm em relação ao injector, e em que, entre o injector e a raiz da chama, se encontre uma zona em que o jacto de combustível se não encontre a arder e, por acção do ar de combustão, se expanda em forma de cone.

Uma outra forma melhorada e vantajosa do processo de funcionamento de um queimador, preconizada pela invenção, prevê que, no corpo do queimador se encontrem aberturas através das quais passe um fluxo de recirculação que contenha gases de combustão frios e entre na câmara de combustão na proximidade do elemento de separação, que, por meio desse fluxo, o fluxo de recirculação interior fique protegido em relação ao elemento de separação, fluxo esse que, no interior da câmara de combustão, tome a forma de um fluxo que retrocede da zona de chama azul para a parte onde o jacto de combustível se não encontra a arder.



Os desenhos mostram:

a Fig. 1, um corte longitudinal de um queimador exemplificativo de uma das formas de realização da presente invenção,

a Fig. 2, um corte longitudinal parcial de um injector de acordo com a presente invenção,

a Fig. 3, uma ampliação da zona frontal do injector representado na Fig. 2,

a Fig. 4, um corte pela linha IV-IV da Fig. 3,

a Fig. 5, um corte pela linha V-V da Fig. 1, no caso de fluxo parcial de estabilização da recirculação máximo ou nulo, com o disco de regulação parcialmente visto em arrancamento,

a Fig. 6, um corte semelhante ao da Fig. 5 com um fluxo de estabilização da recirculação reduzido, com o disco de regulação parcialmente visto em arrancamento,

a Fig. 7, um corte semelhante ao da Fig. 5 no caso de um fluxo parcial de estabilização da recirculação mínimo,

a Fig. 8, uma perspectiva das proporções na câmara de combustão, com o tubo de chama parcialmente arrancado,

a Fig. 9, uma ampliação, do corte representado na Fig. 1, feito na zona do diafragma no caso de fluxo parcial máximo de estabilização da recirculação,

a Fig. 10, uma ampliação de um pormenor do corte representado na Fig. 1 na zona do diafragma, no caso de fluxo máximo de estabilização da recirculação, na metade inferior.

a fig. 10, um corte semelhante ao da Fig. 1 de um queimador de acordo com um segundo exemplo de forma de realização da invenção,

a Fig. 11, um corte semelhante ao da Fig. 1 de um queimador de acordo com uma terceira forma de realização da invenção,

a Fig. 12, um corte semelhante ao da Fig. 1 de um quarto exemplo de forma de realização da invenção,



a Fig. 13, um corte semelhante ao da Fig. 1 de um quinto exemplo de forma de realização da invenção,

a Fig. 14, um corte semelhante ao da Fig. 1 de um queimador de acordo com um sexto exemplo de forma de realização da invenção,

a Fig. 15, um corte pela linha XII-XII da Fig. 14 no caso de um fluxo parcial máximo de estabilização da recirculação e do diafragma previsto para a regulação do mesmo,

a Fig. 16, um corte semelhante ao representado na Fig. 15 com um diafragma aplicado de modo a proporcionar um fluxo reduzido de estabilização da recirculação,

a Fig. 17, um corte semelhante ao representado na Fig. 15 com um diafragma aplicado de modo a proporcionar uma fluxo parcial de estabilização da recirculação reduzido a zero.

Um primeiro exemplo de forma de realização do queimador de acordo com a invenção representado na Fig. 1 compreende um corpo do queimador genericamente assinalado pela referência 10, com um tubo de suporte 12 e um tubo de chama 14 ligado ao primeiro.

No tubo de suporte 12, numa extremidade do lado oposto àquele onde se encontra o tubo de chama, encontra-se disposto um ventilador assinalado genericamente pela referência 16 o qual tem um accionamento 18 e um rotor 20. Este ventilador 16 gera um fluxo de ar 22 que passa ao longo do tubo de suporte 12 e se dirige para o tubo de chama 14.

Além disso, no interior do tubo de suporte 12, encontra-se um porta-injector assinalado genericamente por 24 o qual engloba um suporte de injector 26 com um injector aí enroscado. O injector está construído como um injector com retorno, como a seguir se explicará em pormenor, e é alimentado com um combustível líquido, em especial óleo, por intermédio de uma

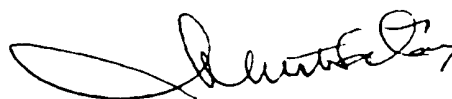


tubagem de alimentação 30 enquanto, por intermédio de uma tubagem de retorno 32, uma parte do combustível passado pela tubagem de alimentação 30 retorna, podendo o caudal de retorno ser regulado por um estrangulamento no retorno comandado por uma válvula de retorno 34 instalada na tubagem de retorno da tubeira 32.

A alimentação de combustível na tubagem 30 de alimentação da tubeira é feita por meio de uma bomba de combustível 36 que, de preferência, é accionada em conjunto pelo accionamento 18 do ventilador 16, em especial pelo mesmo veio. Esta bomba de combustível 36 é alimentada com combustível através de uma tubagem de entrada de combustível 38 e, além disso, encontra-se ligada a uma tubagem de retorno 40 na qual flui o combustível em excesso fornecido pela bomba de combustível 36. Nesta tubagem de retorno 40 desemboca também a tubagem de retorno 32 que se encontra instalada a jusante da válvula de retorno 34.

A cabeça 50 da tubeira está também, por sua vez, enroscada no porta-tubeira 26 de modo que o corpo da tubeira 52 fica colocado numa reentrância do porta-injector 56, formando a reentrância 56 uma zona de condução 58 do combustível que se encontra ligada à entrada 30 do injector e uma zona de retorno 60 que se encontra ligada à tubagem de retorno 32 do injector.

O combustível que entra na zona de alimentação de combustível 58 passa, de preferência por um filtro 62 e flui, em seguida, através de dois canais de entrada 64, situados em pontos diametralmente opostos, abertos no corpo do injector 52, passando para canais de entrada subsequentes 64 abertos no corpo de vórtice 54 e deste, como se mostra na Fig. 3, para uma câmara de entrada anelar 68 do corpo de vortex 54 que está tapada por uma platina 70 que fecha o topo do corpo de vortex 54. Da câmara anelar de entrada 68 o combustível passa através



de canais turbilionares 72 para uma câmara de entrada turbilionar 74, situada dentro da câmara de entrada anelar 68, na qual se formam fluxos turbilionares concordantes com a direcção dos canais turbilionares e, a partir desta câmara turbilionar 72, o combustível passa através de uma fenda periférica anelar 76 para um furo de pulverização 78 do qual sai um jacto de combustível 80 de forma cónica.

Em frente do furo de pulverização 78 encontra-se, no corpo turbilionar 54, um canal de retorno 82 que atravessa o corpo turbilionar 54 e está em comunicação com um canal de retorno 84 previsto no corpo do injector 52 que, finalmente, vai desembocar na zona de retorno 60 da reentrância 56 que, por sua vez, se encontra em comunicação com a tubagem de retorno do injector 32.

Outros pormenores do injector 28 aplicado na presente invenção podem depreender-se da patente alemã 42 15 122 à qual, neste contexto, se faz inteiramente referência.

O porta-injector 24, incluindo o injector 28, está disposto no interior de uma antecâmara 48 que faz parte do tubo de suporte 12, antecâmara essa que é igualmente percorrida pelo fluxo de ar 22.

A antecâmara 48 está tapada por um diafragma, assinalado genericamente pela referência 90 que se encontra instalado no tubo de suporte, encontrando-se a jusante do injector 28 uma câmara de combustão 92 envolvida pelo tubo de chama 14. O tubo de chama 14 é, de preferência, também suportado pelo tubo de suporte 12.

O diafragma 90 está disposto de tal modo que o furo de pulverização 78 fique na proximidade ou mesmo no plano 89 de



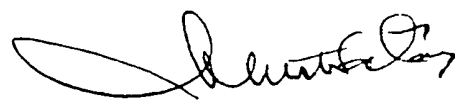
uma abertura de passagem do jacto, aberta no diafragma, a partir da qual o jacto de combustível 80, que sai do injector 28, se expande de forma praticamente completa no interior da câmara de combustão 92.

Para este efeito, o diafragma 90 está provido de uma abertura de entrada 94, coaxial com o eixo longitudinal do injector. A abertura de entrada 90 tem, além disso, uma dimensão escolhida de tal modo que, entre um bordo 96 da abertura de entrada e um lado de fora 98 da cabeça do injector 50, voltado para este bordo 96, fica aberta uma passagem 100 através da qual passa um fluxo parcial 102, semelhante a um jacto de combustível, que se junta a um fluxo de ar de combustão que passa da antecâmara 48 para a câmara de combustão 92.

Para reduzir a velocidade do fluxo parcial 102, o bordo 96 da entrada de fluxo 94 tem uma aresta 104 que introduz uma perturbação turbilionar, a qual provoca a formação de turbilhões no fluxo parcial 102 e está configurada, por exemplo, como um degrau previsto na abertura de entrada 94.

Um outro fluxo parcial 106 de ar de combustão sai da antecâmara 48 e entra na câmara de combustão 92 através de aberturas 110, dispostas numa zona anelar 108 que envolve a abertura de entrada 94, cujos centros se encontram sobre uma circunferência primitiva 109 e dividem a zona 108 em sectores com um ângulo constante, deixando espaços intermédios 111, equidistantes do centro da zona anelar 108.

De preferência, as aberturas 110 distribuem-se ao longo da circunferência primitiva 109 com uma direcção azimutal que corresponde a um ângulo de grandeza igual a uma a duas vezes o comprimento dos espaços intermédios 111.



As aberturas 110 podem estender-se, no entanto, na direcção azimutal, ao longo de um ângulo que seja de 0,1 a 9 vezes, aproximadamente, o ângulo abrangido pelos espaços intermédios 111.

As aberturas 110 estão, então, dispostas de tal modo que o fluxo parcial 106 do fluxo de ar de combustão, por efeito dos espaços intermédios 111 entre as aberturas de entrada 110, tomam a forma de um fluxo periférico interrompido que entra na câmara de combustão 92, criando um fluxo de recirculação interior 112 e um fluxo de recirculação exterior 119 estabilizados na câmara de combustão 92 de modo a que se forma base de chama 114 da chama 116 que se forma no interior da câmara de combustão 92, sensivelmente à mesma distância do diafragma 90, independentemente da quantidade de combustível introduzida pelo jacto de combustível 80 e da correspondente quantidade de ar de combustão introduzida pelos fluxos parciais 102 e 106 na câmara de combustão 92.

Os fluxos que, de acordo com a invenção, se verificam no interior da câmara de combustão 92, representados na Fig. 8, compreendem, assim, o jacto de combustível 80 com a forma de um cone completo, fluxos parciais 102, cilíndricos, envolventes, próximos do jacto de combustível, que entram na câmara de combustão 92 segundo uma direcção 103, que é paralela à direcção 79 do jacto de combustível 80. Além do fluxo parcial 106 de estabilização da recirculação que tem uma direcção 107 paralela à direcção 79 do fluxo, entram na câmara de combustão 92, fluxos individuais 105, distribuindo-se os fluxos individuais 105 sobre um cilindro de base circular que, em secção transversal, na zona do diafragma 90, tomam a forma de uma zona anelar circular 108 e se mantêm fixos em consequência do posicionamento da circunferência primitiva 109, concêntrica com o manto.



A raiz da chama 114 liga-se, por sua vez, a uma parte não acesa 81 do jacto de combustível 80 que tem um comprimento de cerca de 1 a 4 cm, de preferência 1 a 3 cm, e, a partir desse ponto, a chama 116 expande-se ao longo da parede interior 15 do tubo de chama 14, à qual se encosta antes de sair daí para o exterior.

A zona 92 da câmara de combustão, entre o diafragma 90 e a zona 15 da parede interior, à qual a chama se encosta, forma um assim designado espaço de recirculação 91. Neste espaço flui, por um lado uma recirculação interior 112 de gases quentes que se dá entre o tubo de chama 14 e o fluxo parcial 106, que retrocede em direcção ao diafragma e, em frente ao diafragma 90, flui para o lado de dentro, passando através do fluxo 105 em direcção à parte não acesa 81 do jacto de combustível 80 a fim de aquecer a parte não acesa do combustível, a caminho da raiz da chama 115, e, também, o ar de combustão.

Adicionalmente, a seguir ao diafragma 90 entram também no tubo de chama 14 gases de combustão frios admitidos na câmara de recirculação 91 através de aberturas de recirculação 118, provenientes de uma caldeira, sob a forma de fluxo de recirculação 119 que impedem de forma importante um contacto entre os gases quentes do fluxo de recirculação interior 112 e o diafragma 90, frio.

O fluxo de recirculação exterior 119 encontra-se com o fluxo individual 105 um pouco à frente do diafragma e mistura-se, nessa altura, com o fluxo de ar de combustão 102, 106 a fim de aumentar o fluxo de massa que percorre o tubo de chama 14 até um ponto em que a raiz da chama 114 se mantenha a uma distância constante de pelo menos 2 cm em relação ao diafragma 90 e, deste modo, fique também imóvel em relação ao injecto 28 de modo que a parte não acesa 81 do jacto de combustível 90



fique suficientemente comprida para que as gotículas de combustível que aí se encontrem sejam completamente vaporizadas.

Com vantagem, a soma das áreas das superfícies das aberturas para entrada do ar de combustão na câmara de combustão, em especial a soma das áreas das aberturas de entrada 110 com a das aberturas de entrada 94 é tal que, no máximo, seja igual à soma das áreas das aberturas de recirculação par a recirculação exterior e ,em especial, corresponda à soma das áreas dos rasgos abertos longitudinalmente na periferia que constituem as aberturas de recirculação 118.

A relação entre a área das aberturas de recirculação 118 e a área da abertura central de entrada 94 situa-se entre cerca de 0,3 e cerca de 19,2, de preferência entre cerca de 0,9 e 5,1. À câmara de recirculação 91 encontra-se então ligado o tubo de chama 117.

Com vantagem, nos primeiros exemplos de formas de realização, representados nas Figs 1 a 9, o fluxo parcial 102 próximo de um jacto de combustível, é construído de tal modo que esse fluxo, mesmo para a potência de queima mais baixa, a correspondente recirculação, sem que o fluxo de recirculação de estabilização 106, se mantenha estável (Fig. 9 metade inferior) e para grandes potências de queima o fluxo parcial 106 de estabilização da recirculação assuma o papel da estabilização (Fig. 9, metade superior) para a qual o fluxo parcial 102 próximo de um jacto de combustível já não tem capacidade de satisfazer.

Com outros dimensionamentos do queimador é também possível, no caso de baixa potência de queima, preverem-se



tanto fluxos parciais 102 próximos de jactos de combustível como também um fluxo de recirculação 106 mínimo.

Uma estabilização dos fluxos de recirculação 112, 119 deste tipo, pode conseguir-se quando, por exemplo, o diâmetro exterior da câmara de recirculação 91 da câmara de combustão 92 seja aproximadamente 1,5 a 3,9 vezes o diâmetro interior do tubo de chama 92 ou ainda melhor duas a três vezes o diâmetro da circunferência primitiva 109 da zona anelar 108 ou ainda melhor que o diâmetro interior da câmara de recirculação 91 da câmara de combustão 92 seja aproximadamente 2,2 a 2,6 vezes ou ainda melhor cerca de 2,2 a 2,5 vezes o diâmetro do fluxo parcial 109.

A relação entre o diâmetro da circunferência primitiva 109 e o diâmetro da abertura central de entrada 94, situa-se entre cerca de 1,0 e 4,2, d preferência entre cerca de 2,6 e 4,0 ou ainda melhor entre cerca de 2,8 e 3,5 e preferencialmente entre cerca de 1,82 e 2,0.

Além disso, é vantajoso que o diâmetro da abertura de entrada do fluxo 94 seja dimensionado de tal modo que o diâmetro exterior da câmara de recirculação 91 da câmara de combustão 92 seja aproximadamente 3,4 a 8,5 vezes ou melhor cerca de 4 a 6 vezes ou melhor ainda 4,4 a 5,9 vezes o diâmetro da abertura central de entrada 94.

A relação entre os diâmetros em que o queimador de chama azul é regulável de acordo com a invenção, e pode manter-se ainda em funcionamento para todos os intervalos de potência encontram-se resumidos na tabela I onde o diâmetro exterior da câmara de recirculação 91 correspondente ao diâmetro interior do tubo de chama se encontra designado por "tubo de chama (14)" o diâmetro da circunferência primitiva designado por



"circunferência primitiva (109) e o diâmetro da abertura de entrada do fluxo se encontra designado por "abertura de entrada (94)".

Gamas preferidas da relação entre diâmetros escalonadas conforme as potências de queima de queimadores individuais estão apresentadas na tabela II, trabalhando o queimador com estas relações de diâmetros com uma emissão muito reduzida. Os valores óptimos da emissão conseguem-se quando se adoptem aproximadamente os valores das relações entre diâmetros que constam das tabelas III e IV.

Para ajustar a quantidade de ar de combustão no fluxo de ar de combustão a diferentes potências do queimador, está previsto um dispositivo de regulação genericamente assinalado pela referência 120 nas Figs. 5 a 7, compreendendo esse dispositivo de regulação um disco de regulação 122 de forma circular que apresenta aberturas 124 iguais às aberturas 110 e que estão distribuídas segundo as mesmas distâncias angulares que as aberturas 110 e à mesma distância do centro da circunferência de implantação 108 dessas aberturas. O disco de regulação 122, de forma circular, situa-se por sua vez, como se pode ver em ampliação na Fig. 9, dentro de uma cavidade 126, cilíndrica, prevista no diafragma 90, aberta do lado da antecâmara 48. O guiamento em rotação do disco de regulação faz-se pelo assentamento do seu bordo exterior 128 sobre um bordo interior 130, cilíndrico, da cavidade 126.

O disco de regulação 122 pode ser regulado de tal modo que, como se mostra nas Figs. 5 a 7, ou as aberturas 124 se encontram alinhadas com as aberturas 110 de modo a que se disponha do máximo de secção transversal do fluxo parcial 106 que passa por cada uma das aberturas 110, ou estão rodados de modo a que as aberturas 124 deixem de estar alinhadas com as

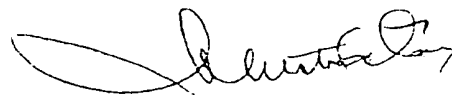


aberturas 110 e apenas as partes das aberturas 110 e 124 que se encontram sobrepostas deixem passar o fluxo parcial 106, dando lugar a que a quantidade de ar do fluxo parcial 106 fique reduzido, como se vê na Fig. 6. O fluxo parcial 106, pode ser completamente interrompido, como se mostra na Fig. 7, ou seja quando as aberturas 124 estão fechadas, ficarem tapadas pelos espaços entre as aberturas 110.

Para fazer rodar o disco de regulação este tem, numa parte da sua periferia, um denteado 132 no qual vai engrenar o denteado 134 de um carroto de regulação assinalado genericamente pela referência 136, que faz parte do dispositivo de regulação 120. Este carroto de regulação, por seu lado, está apoiado no diafragma 90 de modo a poder rodar e, no caso mais simplificado, fica colocado numa outra cavidade de apoio 138, cilíndrica, prevista no diafragma 90, fazendo-se o apoio do denteado 134 por encosto na parede cilíndrica 140 da cavidade de apoio 138. Neste caso, a cavidade de apoio tem uma abertura de passagem 138 que fica em comunicação com a antecâmara 48.

Tanto o disco de regulação 122 como o carroto de regulação 136 estão suportados nas correspondentes cavidades 126 ou 138 por meio de elementos, não representados na Fig. 9 o que significa que se encontram assentes no fundo das cavidades.

No caso do primeiro exemplo de realização, o carroto de regulação 136 está auto-sustentado na cavidade de apoio 138 e, por exemplo, está provido de um rasgo 142 que permite, por meio de uma chave de parafusos normal, fazer rodar o carroto de regulação 136 de modo que por esse processo se possa fazer a regulação do disco de regulação 122, ficando a regulação do disco de regulação em cada caso particular assegurada pela posição ocupada pelo carroto de regulação 136.



O funcionamento do primeiro exemplo de forma de realização é tal que, com um fluxo parcial 106, interrompido, a quantidade de ar de queima é apenas a que é fornecida pelo fluxo parcial 102 que atravessa a passagem 100 existente na câmara de combustão 92. Correspondendo a esta quantidade de ar faz-se a regulação da quantidade de combustível fornecido pelo injector 28 ao jacto de combustível 80, sendo a quantidade de combustível regulada de tal modo que a chama 116 arda com uma cor azul, fazendo-se esta regulação de modo a que a queima se efectue nas condições estequiométricas ou próximo das mesmas. Esta regulação da quantidade de combustível faz-se pela regulação da válvula de retorno 34 e, portanto, por meio da regulação do fluxo de combustível que retorna do injector 28, passando pela tubagem de retorno 32 em direcção à tubagem de retorno 40.

No caso de potências maiores pode-se, por regulação do disco de regulação 122, fazer uma entrada adicional de ar de combustão para o fluxo parcial 102 que irá auxiliar o fluxo parcial de ar 106, ficando este fluxo parcial 106, no caso de potências mais elevadas, adicionalmente estabilizado pelo fluxo de recirculação 112. No caso da máxima quantidade de ar de combustão no fluxo parcial 106 dispõe-se, na passagem da pré-câmara 48 para a câmara de combustão 92, de uma área de entrada para o fluxo de ar de combustão que é aproximadamente a quintupla da que se encontra disponível quando o fluxo parcial 106 está completamente impedido de se formar.

Uma nova regulação da quantidade de combustível que é introduzida pelo injector 28 no jacto de combustível faz-se pela regulação já referida da válvula de retorno 34, variando o estrangulamento da passagem do combustível que retorna do injector 28.



Em todas as regulações da potência do queimador de acordo com a invenção, a distância entre a raiz da chama 114 da chama 116 e o diafragma 90 é sensivelmente constante e em todas as afinações da potência do queimador pode-se conseguir sempre uma combustão nas condições estequiométricas ou próximo destas.

Num segundo exemplo de forma de realização do queimador de acordo com a invenção, representado na Fig. 10, as partes idênticas às do primeiro exemplo estão assinaladas com as mesmas referências numéricas. No que respeita a estas partes poderá, portanto, fazer-se inteiramente reporte ao primeiro exemplo de forma de realização.

Ao contrário do primeiro exemplo de forma de realização, que não apresenta qualquer elemento de guiamento do fluxo adicional na câmara de combustão 92, neste segundo exemplo de forma de realização está previsto um anel de guiamento do fluxo 150 que se encontra disposto a uma certa distância do diafragma 90, tendo a sua aresta 152 a uma distância máxima de até um quarto da distância entre o diafragma 90 e a raiz 114 da chama 116. Além disso o anel de guiamento de fluxo 150 tem, do lado do diafragma 90, uma aresta inferior 154 disposta a uma certa distância do diafragma 90 de modo que o fluxo de recirculação 112 possa entrar pelo espaço entre a aresta 154 e a parte dianteira 156 do diafragma, passando pelo diafragma 90, e entrando então no anel de guiamento do fluxo 150.

O anel de guiamento do fluxo 150 serve ao mesmo tempo para, adicionalmente, estabilizar o fluxo de recirculação 112, sendo para este efeito necessário manter uma distância significativa entre a aresta dianteira 152 e a raiz 114 da chama 116 e, para diferentes regulações da potência do queimador de acordo com a invenção, assegurar um forte fluxo de



recirculação 112 e proteger a eficácia do fluxo parcial 106 que faz a estabilização da recirculação.

De preferência, o anel de guiamento do fluxo 150 está apoiado no diafragma 90 por meio de pés 158.

Num terceiro exemplo de forma de realização do queimador de acordo com a invenção, representado na Fig. 11, as peças idênticas às utilizadas no primeiro exemplo de forma de realização estão assinaladas pelas mesmas referências pelo que, no que respeita a estas peças se pode também fazer inteiramente reporte à construção do primeiro exemplo de forma de realização. Ao contrário do primeiro exemplo de forma de realização, neste caso, para a regulação da válvula de retorno 34 está previsto um accionamento de regulação 160 e para a actuação do carreto de regulação 136 está previsto um accionamento de regulação 162, os quais são ambos comandados por um comando comum 164.

A este comando 164 estão associados, através da entrada 166 regulações da potência do queimador de acordo com a invenção, recebendo o comando 164 através da entrada 166 os dados para cada regulação da válvula de retorno 34 e do accionamento de regulação 162 do dispositivo de regulação 120. Por exemplo, isto pode ser conseguido por meio de armazenamento no comando 164 de condições previamente escolhidas dos accionamentos de regulação 160 e 162.

A fim de adicionalmente se assegurar que a chama 116 está a corresponder às condições estequiométricas de queima do combustível ou próximo destas representadas por uma combustão com chama azul, está prevista ainda uma sonda Lambda 168 no fluxo de saída dos gases de combustão provenientes da chama 116 a qual, por sua vez, se encontra ligada ao comando 164 de modo



a que o comando, depois de feita uma regulação grosseira da potência através dos accionamentos de regulação 160, 162 esteja adicionalmente, ainda, em condições de fazer uma regulação fina da quantidade de ar de combustão ou da quantidade de combustível a fim de manter as condições estequiométricas da combustão ou próximas destas.

O comando 164, no caso mais simplificado, é construído de modo que através de um comando de regulação, por exemplo manual, proporcione a potência desejada no queimador de acordo com a invenção.

Numa forma de realização melhorada do terceiro exemplo de forma de realização, o comando 164 é construído de modo que, através do comando geral de uma instalação, por exemplo uma instalação de aquecimento em que está integrado o queimador de acordo com a invenção, existam dados previamente escolhidos para as potências necessárias no queimador de acordo com a invenção de modo que o comando 164, conforme a potência requerida no queimador de acordo com a invenção, faça actuar correspondentemente os accionamentos de regulação 160, 162 e faça uma regulação fina com base nos valores medidos na sonda Lambda 168.

Num quarto exemplo de forma de realização, representado na Fig. 12, as peças idênticas às de outras formas de realização já descritas estão assinaladas pelas mesmas referências numéricas de modo que, quanto à descrição das mesmas, se faz inteiramente reporte a essas formas de realização.

Ao contrário dos outros exemplos de forma de realização o tubo de chama 14, do espaço de chama 117 que se situa à frente do espaço de recirculação 91, vai-se adelgaçando radialmente ao longo de um dado comprimento, até atingir o diâmetro da



extremidade dianteira 170 de modo que a zona 15 da parede interior à qual a chama 116 se encosta já se encontra reduzida radialmente no que respeita à sua dimensão interior.

Este tubo de chama permite conseguir-se, em especial no caso de potências de queimador reduzidas, de preferência menores que 20 kW, uma chama 116 estável no tubo de chama 14. Além disso esta geometria evita uma sucção indesejável de gases de combustão a partir da extremidade dianteira do tubo de chama 14.

Num quinto exemplo de forma de realização, representado na Fig. 13, do mesmo modo, peças idênticas às existentes nas formas de realização anteriores são assinaladas pelas mesmas referências, fazendo-se igualmente reporte às descrições já feitas.

Ao contrário dos exemplos de formas de realização anteriores, o fecho das aberturas 110 faz-se por meio de tampões cónicos 172 que estão suportados por barras 174 e se podem deslocar axialmente ao longo do eixo do tubo de suporte 12 com o auxílio de guias 176 que deslizam sobre o porta-injector 24, situado no interior do tubo de suporte 12. Conforme os tampões 172 estejam mais introduzidos nas aberturas 110, poderá fazer-se a redução da área livre da secção transversal de cada abertura 110.

Num sexto exemplo de forma de realização do queimador de acordo com a invenção, representado na Fig. 14, peças idênticas às utilizadas no primeiro exemplo de forma de realização são assinaladas pelas mesmas referências de modo que quanto à descrição dessas peças se pode fazer inteiramente reporte à descrição do primeiro exemplo de forma de realização.

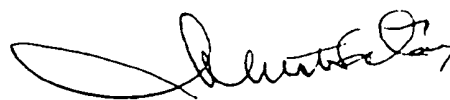


Ao contrário do primeiro exemplo de forma de realização, no sexto exemplo de forma de realização, representado nas Figs. 14 a 17, embora também seja possível fazer uma regulação da potência, neste exemplo de forma de realização do queimador de acordo com a invenção, a construção está concebida como jogo de peças de montagem (kit). Em vez de um injector 28 construído com uma tubagem de retorno 32 com retorno de combustível do injector e uma válvula de retorno 34, destinada a regular o fluxo de combustível, encontra-se, neste caso, previsto um jogo de vários injectores 228 os quais têm a mesma forma de pulverização e o mesmo contorno exterior no que respeita ao fluxo de ar e, portanto, têm formas iguais às dos jactos de combustível 80 mas, no entanto, fornecem diferentes quantidades de combustível. Nestes injectores 228 a alimentação de combustível faz-se por meio de uma bomba de alimentação de combustível 36 e da tubagem de alimentação de combustível 30, tendo-se, no entanto, prescindido de uma tubagem de retorno 32.

Os diferentes injectores 228 correspondem, neste caso, às várias potências requeridas do queimador de acordo com a invenção.

Para ajustar o fluxo de ar de combustão às diferentes quantidades de combustível dos vários injectores 228 estão previstos vários diafragmas 290a a 290c correspondendo o diafragma 290a à maior quantidade de combustível fornecida pelo injector 228 e o diafragma 290c à menor quantidade de combustível fornecido pelo injector e o diafragma 290b a um injector 228 cuja quantidade de combustível fornecido se situa entre as quantidades máxima e mínima.

Os diafragmas 290a a 290c diferenciam-se pela secção transversal prevista das aberturas 210 do fluxo parcial 106, sendo as aberturas 210a idênticas às aberturas 110 no que



respeita às áreas das secções transversais enquanto as aberturas 210b têm uma área total da secção transversal representativa de uma posição intermédia apresentada, por exemplo, na Fig.6 e, deste modo, também de uma potência intermédia do injector 228 correspondente. No caso do diafragma 290c desapareceram completamente as aberturas 210 de modo que corresponde a uma posição do dispositivo de regulação 120 representada na Fig. 7 na qual o fluxo parcial 106 está completamente impedido de se formar e o fluxo de ar de combustão é formado apenas pelo fluxo parcial 102.

A cada injector 228 montado no porta-injector 24 corresponde uma diafragma 290a a 290c a montar no tubo de suporte 12, sendo o diafragma 190 do quarto exemplo de forma de realização suportado pelo tubo de suporte de forma desmontável. Para este efeito, um tripé 294 é suportado pelo porta-injector 24 por intermédio de uma anel de suporte 292, sendo o diafragma 290 escolhido, impelido em direcção ao tubo de chama e ficando, portanto, apertado pelo tripé pelo seu lado 296, voltado para a antecâmara 48, e pelo outro lado por um anel de vedação 298. Assim, o porta-injector 26 pode deslizar como um conjunto segundo o eixo longitudinal 300 do tubo de suporte 12 e pode ser pressionado por uma mola, não representada na Fig. 14, em direcção ao tubo de chama 114. Deste modo, pode-se retirar o diafragma 290 em direcção à antecâmara enquanto o diafragma 290 se encontra pressionado em direcção ao tubo de chama 14 e se encontra fixado a um contra-apoio constituído, por exemplo por uma anel de vedação 298.

Além disso, a câmara de combustão 92, como é vantajoso e se mostrou em correlação com o primeiro exemplo de forma de realização tem uma construção livre de quaisquer elementos mecânicos de guiamento de fluidos de modo que, ao instalar-se um injector 228 correspondente à potência requerida e o



respectivo diafragma 290, se assegura a estabilidade do fluxo de recirculação 112, adequada, e do mesmo modo se assegura que a chama 116 seja formada por uma combustão com as características de uma chama azul, ou seja formada nas condições estequiométricas ou próximas destas. Além disso, pelas áreas livres da secção transversal das aberturas 210 postas à disposição para a formação de um fluxo parcial 106, assegura-se um funcionamento correspondente ao da forma de realização exemplificada no primeiro exemplo de forma de realização.

Tabela I

Potência	
1	<u>Circunferência primitiva (109)</u> Abertura de entrada (94) 1,0 - 4,2
2	<u>Tubo de chama (14)</u> Circunferência primitiva (109) 1,7 - 3,9
3	<u>Tubo de chama (14)</u> Abertura de entrada (94) 3,4 - 8,5
4	<u>Área dos rasgos (118)</u> Abertura de entrada (94) 0,3 - 19,2

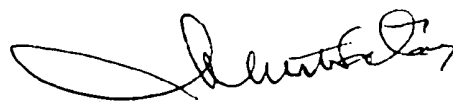


Tabela II

Potência	4-10 kw	10-20 kw	20-30 kw	30-40 kw	40-50 kw	50-60 kw	60-70 kw	70-80 kw	80-90 kw	90-100 kw
1 <u>Circunferência primitiva (109)</u> Abertura de entrada (94)	1,8±20 %	1,8±20 %	2,3±20 %	2,30±20 %	2,3±20 %	2,0±20 %	2,0±20 %	1,8±20 %	1,8±20 %	1,8±20 %
2 <u>Tubo de chama (14)</u> Circunferência primitiva (109)	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %	2,4±15 %
3 <u>Tubo de chama (14)</u> Abertura de entrada (94)	4,4±20 %	4,4±20 %	5,9±20 %	5,5±20 %	5,5±20 %	4,4±20 %	4,4±20 %	3,5±20 %	3,5±20 %	3,3±20 %
4 <u>Área dos rasgos (118)</u> Abertura de entrada (94)	0,9±20 %	2,0±20 %	5,0±20 %	5,7±20 %	4,1±20 %	4,3±20 %	3,8±20 %	3,8±20 %	3,5±20 %	3,5±20 %

Tabela III

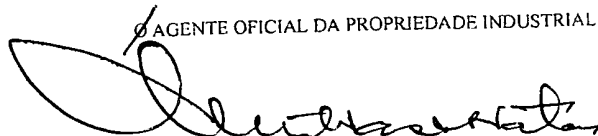
Potência	4-10 kw	10-20 kw	20-30 kw	30-40 kw	40-50 kw	50-60 kw
1 <u>Circunferência primitiva (109)</u> Abertura de entrada (94)	1,8	1,8	2,5	2,5	2,0	2,0
2 <u>Tubo de chama (14)</u> Circunferência primitiva (109)	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2
3 <u>Tubo de chama (14)</u> Abertura de entrada (94)	4,4	4,4	5,9	5,9	4,4	4,4
4 <u>Área dos rasgos (118)</u> Abertura de entrada (94)	0,9	2,1	5,0	5,8	4,1	5,0

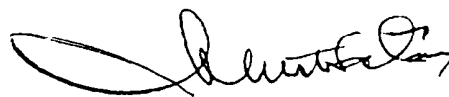
Tabela IV

Potência	4-10 kw	10-20 kw	20-30 kw	30-40 kw	40-50 kw	50-60 kw
1 <u>Circunferência primitiva (109)</u> Abertura de entrada (94)	1,82	1,82	2,69	2,69	2,00	2,0
2 <u>Tubo de chama (14)</u> Circunferência primitiva (109)	2,47	2,47	2,20	2,20	2,20	2,20
4 <u>Tubo de chama (14)</u> Abertura de entrada (94)	4,48	4,48	5,92	5,92	4,40	4,40
4 <u>Área dos rasgos (118)</u> Abertura de entrada (94)	0,93	2,09	5,00	5,83	4,17	5,08

Lisboa, 14 de Maio de 2001.

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





REIVINDICAÇÕES

1. Queimador para meios fluidos compreendendo um corpo de queimador (10) que inclui um tubo de suporte (12) com uma antecâmara (48) e um tubo de chama (14) ligado a ela, um porta-injector (24) disposto no interior da antecâmara (48) com um injector (28) que produz um jacto de combustível (80), uma câmara de combustão (92) disposta no interior do tubo de chama (14) dentro da qual o jacto de combustível (80) se expande, um elemento de separação (90) com uma abertura central (94) através do qual passa um jacto de combustível (80) e se encontra situado entre a antecâmara (48) e a câmara de combustão (92), encontrando-se a câmara de combustão (92) ligada ao elemento de separação (90), um ventilador (16) destinado a gerar um fluxo de ar de combustão que entra na câmara de combustão (92) e do qual faz parte um fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível, em que na câmara de combustão (92) o combustível é queimado com uma chama azul (116) nas condições de combustão estequiométricas ou próximas destas, caracterizado por, na câmara de combustão (92), além do fluxo parcial (102) do jacto de combustível entrar, também, a uma determinada distância do primeiro, um fluxo parcial (106) de ar de combustão exterior, radial de estabilização de recirculação, por o fluxo parcial de estabilização de recirculação (106) entrar na câmara de combustão (92), com um perfil de fluxo correspondente à forma de um fluxo anelar interrompido na periferia, por na câmara de combustão (92) se formar um fluxo de

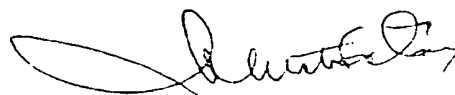


recirculação (112) que retrocede da zona de chama azul (116) para a parte que se não encontra a arder (81) do jacto de combustível (80) e por o fluxo de estabilização da recirculação (106) do ar de combustão estabilizar o fluxo de recirculação interior (112).

2. Queimador de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por, no corpo do queimador, se encontrarem previstas aberturas (118) através das quais passa um fluxo de recirculação (119) que contém gases de combustão frios e entra na câmara de combustão (92), por o fluxo de recirculação exterior (119) entrar na câmara de combustão (92) nas proximidades do elemento de separação (90) e ter uma dimensão tal que a raiz da chama (114) da chama azul (116) fica a uma distância do injector (28) de pelo menos 1 cm e por entre o injector (28) e a raiz da chama (114) existir uma parte (81) que se não encontra a arder do jacto de combustível (80) e, misturando-se com o ar de combustão (102, 106), se expande sob a forma de um cone.
3. Queimador de acordo com as reivindicações 1 ou 2 caracterizado por no corpo do queimador (10) se encontrarem previstas aberturas (118) através das quais um fluxo de recirculação exterior (119,) que inclui gases de combustão frios, entra na câmara de combustão (92), por o fluxo de recirculação exterior (119) entrar na câmara de combustão (92) na proximidade do elemento de separação (90) e por esse fluxo proteger o fluxo de recirculação interior (112) em relação ao elemento de separação (90), formando um fluxo que, no interior da câmara de combustão (92), retrocede da chama azul (116) para a parte (81) que se não encontra a arder do jacto de combustível (80).



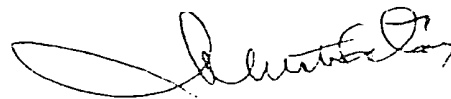
4. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo de recirculação interior (112), partindo da chama (116) se escoar sobre o lado interior do tubo de chama (14) em direcção ao elemento de separação (90).
5. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo de recirculação interior (112) ter chama amarela.
6. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo de recirculação interior (112) atravessar o fluxo parcial de estabilização da recirculação (106).
7. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo parcial de estabilização da recirculação (106) entrar na câmara de combustão (92) segundo uma direcção essencialmente paralela à direcção do fluxo (79) do jacto de combustível (80).
8. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por os fluxos parciais (102, 106) entrarem, qualquer deles, na câmara de combustão (92) sempre no mesmo ponto, independentemente das regulações das quantidades de ar.
9. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por, para regulação da quantidade de ar, pelo menos um dos fluxos parciais (102, 106) ser regulável com vista ao ajustamento do sistema à quantidade de combustível.



10. Queimador de acordo com a reivindicação 9 caracterizado por o fluxo parcial (106) ser ajustável no que respeita à quantidade de ar.
11. Queimador de acordo com a reivindicação 10 caracterizado por a quantidade de ar no fluxo de estabilização da recirculação (106) ser máxima para a máxima quantidade de combustível e mínima para a quantidade mínima de combustível.
12. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a quantidade de ar no fluxo parcial (102), próximo do jacto de combustível, ser constante para todas as regulações da quantidade de combustível.
13. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o jacto de combustível se expandir em cone consoante a abertura do injector.
14. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível entrar na câmara de combustão (92) segundo uma direcção paralela à direcção (79) do jacto de combustível (80).
15. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível entrar na câmara de combustão (92) envolvendo o jacto de combustível (80).
16. Queimador de acordo com a reivindicação 15 caracterizado por o fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível entrar na câmara de combustão por uma zona de uma

periferia de uma cabeça de injeção (50) do injector (28, 228).

17. Queimador de acordo com a reivindicação 16 caracterizado por o fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível fluir ao longo de um perfil exterior (98), definido, da cabeça do injector (50).
18. Queimador de acordo com a reivindicação 15 caracterizado por o fluxo parcial (102) e o jacto de combustível (80) entrarem na câmara de combustão (92) através da mesma abertura de entrada (94).
19. Queimador de acordo com a reivindicação 18 caracterizado por o fluxo parcial (102) entrar na câmara de combustão (92) através de uma passagem (100) entre a cabeça do injector (28, 228) e o bordo de uma abertura de entrada (94) para entrada do fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível.
20. Queimador de acordo com as reivindicações 18 ou 19 caracterizado por a abertura de entrada (94) para o fluxo parcial (102) ser configurada de modo a criar turbulência.
21. Queimador de acordo com a reivindicação 20 caracterizado por a abertura de entrada (94) estar provida de uma aresta (104) que dá lugar à formação de turbulência.
22. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo total de ar de combustão (102, 106) passar ao longo de uma antecâmara (48).



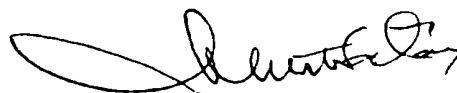
23. Queimador de acordo com a reivindicação 22 caracterizado por o fluxo de ar (102, 106) entrar na câmara de combustão (92) atravessando um elemento de separação (90).
24. Queimador de acordo com a reivindicação 23 caracterizado por o elemento de separação (90, 290) apresentar uma abertura de entrada (94), voltada para o injector (28, 228), para passagem do fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível.
25. Queimador de acordo com uma das reivindicações 22 a 24 caracterizado por o elemento de separação (90, 290) em relação à abertura de entrada (94) para o fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível apresentar uma abertura exterior (110, 210) posicionada radialmente para passagem do fluxo parcial de estabilização da recirculação (106).
26. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a câmara de combustão (92) se prolongar a partir de um plano (89) que se encontra nas imediações da abertura do injector.
27. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a câmara de combustão (92) ter uma secção transversal essencialmente constante entre o elemento de separação (90) e a zona da raiz da chama.
28. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o elemento separador ser um diafragma
29. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o diafragma (90) se encontrar sobre um plano (89).



30. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a câmara de combustão (92) ter um espaço de recirculação (91) que envolve uma parte (81) do jacto de combustível (80) que se não encontra a arder e é atravessado por este.
31. Queimador de acordo com a reivindicação 30 caracterizado por o espaço de recirculação (91) se estender, no mínimo, até à raiz da chama (114).
32. Queimador de acordo com as reivindicações 30 ou 31 caracterizado por o fluxo parcial (106), que promove a estabilização da recirculação, entrar no espaço de recirculação (91).
33. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo parcial (106), que promove e estabilização da recirculação, ser simétrico em relação a um eixo de simetria da câmara de combustão (92).
34. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo parcial (106), que promove a estabilização da recirculação, entrar na câmara de combustão (92) com um perfil de fluxo com a forma de um cilindro deitado.
35. Queimador de acordo com a reivindicação 34 caracterizado por o perfil do fluxo ser composto por fluxos individuais (105), paralelos.
36. Queimador de acordo com a reivindicação 35 caracterizado por os fluxos individuais (105) estarem dispostos a distâncias angulares (111), constantes uns em relação aos outros.



37. Queimador de acordo com a reivindicação 36 caracterizado por a relação entre a distância angular (111) entre dois fluxos individuais (105) e a largura angular da secção transversal (110) de cada fluxo individual (105) se situar aproximadamente entre 10 e 0,1.
38. Queimador de acordo com a reivindicação 37 caracterizado por a relação entre a distância angular (111) entre dois fluxos individuais (105) e a largura angular da secção transversal da entrada (110) de cada fluxo individual (105) se situar aproximadamente entre 1,5 e 0,1.
39. Queimador de acordo com a reivindicação 38 caracterizado por a relação entre a distância angular (111) entre os fluxos individuais (105) e a largura angular da secção transversal (110) de cada fluxo individual (105) se situar aproximadamente entre 0,7 e 0,25.
40. Queimador de acordo com as reivindicações 33 a 39 caracterizado por o cilindro ser um cilindro circular definido por uma circunferência primitiva (109) situada a meio do mesmo.
41. Queimador de acordo com a reivindicação 40 caracterizado pelo facto de o espaço de recirculação (91) ter um diâmetro exterior igual a 1,5 a 3 vezes o diâmetro da circunferência primitiva (109) do cilindro circular.
42. Queimador de acordo com a reivindicação 41 caracterizado por o espaço de recirculação (91) ter um diâmetro interior aproximadamente 2 a 2,5 vezes o diâmetro da circunferência primitiva (109) do cilindro circular.

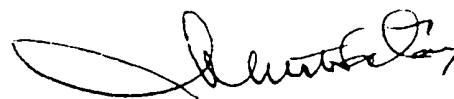


43. Queimador de acordo com a reivindicação 42 caracterizado por o espaço de recirculação (91) ter um diâmetro interior aproximadamente igual 2,4 vezes o diâmetro da circunferência primitiva (109) do cilindro circular.
44. Queimador de acordo com as reivindicações 30 a 43 caracterizado por ao espaço de recirculação (91) se ligar o espaço de chama (117).
45. Queimador de acordo com a reivindicação 44 caracterizado por o espaço de chama (117) ter um diâmetro interior menor que o do espaço de recirculação (91).
46. Queimador de acordo com a reivindicação 45 caracterizado por o diâmetro interior do espaço de chama (117) ser 0,6 a 0,9 vezes o diâmetro interior do espaço de recirculação (91).
47. Queimador de acordo com a reivindicação 46 caracterizado por o diâmetro interior do espaço de chama (117) ser aproximadamente 0,8 vezes o diâmetro interior do espaço de recirculação (91).
48. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a chama (116) ter uma raiz de chama (114) no interior da câmara de combustão (92).
49. Queimador de acordo com a reivindicação 48 caracterizado por a câmara de combustão (92) se prolongar para além da raiz da chama (114).
50. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por o fluxo de recirculação exterior (119)



entrar na câmara de combustão (92) separado do fluxo de ar de combustão (102, 106).

51. Queimador de acordo com a reivindicação 50 caracterizado por o fluxo de recirculação exterior (119) entrar directamente na câmara de combustão (92) através de aberturas (118) existentes no tubo de chama (14).
52. Queimador de acordo com uma das reivindicações anteriores caracterizado por a área das aberturas (94, 110), previstas na câmara de combustão (92) para entrada do fluxo de ar de combustão (102, 106), ser, no máximo, aproximadamente igual à área das aberturas de recirculação (118) previstas no tubo de chama (14) para o fluxo de recirculação exterior (119).
53. Processo de funcionamento de um queimador para meios fluidos compreendendo
um corpo de queimador (10) que apresenta um tubo de suporte (12) com uma antecâmara (48), disposta no seu interior e um tubo de chama ligado ao tubo de suporte,
um porta-injector (24) com um injector (28) que produz um jacto de combustível (80),
uma câmara de combustão (92), situada no interior do tubo de chama (14), essencialmente sem as características de tubo misturador, dentro da qual o jacto de combustível (80) se expande,
um elemento de separação (90) com uma abertura central (94) através da qual passa o jacto de combustível (80) e se encontra situado entre a antecâmara (48) e a câmara de combustão (92), encontrando-se a câmara de combustão (92) ligada ao elemento de separação,



um ventilador (16) para gerar um fluxo de ar de combustão que entra na câmara de combustão (92) e que inclui um fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível, em que o combustível arde na câmara de combustão com uma chama azul (116), essencialmente nas condições estequiométricas de combustão ou próximas das mesmas, caracterizado por na câmara de combustão (92), além do fluxo parcial (102) próximo do jacto de combustível, entrar adicionalmente um fluxo de estabilização da recirculação (106) situado, radialmente, a uma determinada distância e numa determinada posição exterior em relação ao primeiro fluxo parcial, por o fluxo parcial de estabilização da recirculação entrar na câmara de combustão com uma estrutura de fluxo correspondente a um fluxo anelar interrompido, por na câmara de combustão (92) se criar um fluxo de recirculação interior (112) que retrocede da chama azul (116) para a parte (81), que se não encontra a arder, do jacto de combustível (80) e por, com o auxílio do fluxo parcial de estabilização da recirculação (106), que faz parte do ar de combustão, o fluxo de recirculação interior (112) ficar estabilizado.

54. Processo de funcionamento de um queimador de acordo com a reivindicação 53 caracterizado por no corpo de queimador se encontrarem previstas aberturas (118) através das quais entra na câmara de combustão (92) um fluxo de recirculação (119) que arrasta gases de combustão frios, por o fluxo de recirculação exterior (119) entrar na câmara de combustão (92) próximo do elemento de separação (90) e ser mantido com uma grandeza tal que a raiz da chama (114) da chama azul (116) é mantida a uma distância de pelo menos 1 cm do injector (28), e por, entre o injector (28) e a raiz da chama (114), uma parte (81), que se não encontra a arder,

do jacto de combustível (80), se expandir em cone, misturando-se com o ar de combustão (102, 106).

55. Processo de funcionamento de um queimador de acordo com as reivindicações 53 ou 54 caracterizado por, no corpo de queimador (10), estarem previstas aberturas (118) através das quais entra na câmara de combustão (92) um fluxo de recirculação exterior (119) que arrasta gases de combustão frios, fazendo-se essa entrada na câmara de combustão (92) na proximidade do elemento de separação (90) e, por meio desse fluxo, se proteger uma recirculação interior (112) em relação ao elemento de separação (90), formando-se, assim, um fluxo de recirculação que retrocede no interior da câmara de combustão, da chama azul (116) para a parte (81) que se não encontra a arder do jacto de combustível (80).

Lisboa, 14 de Maio de 2001.

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

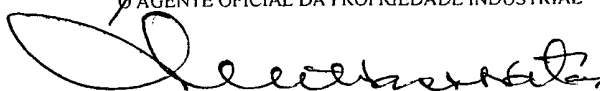
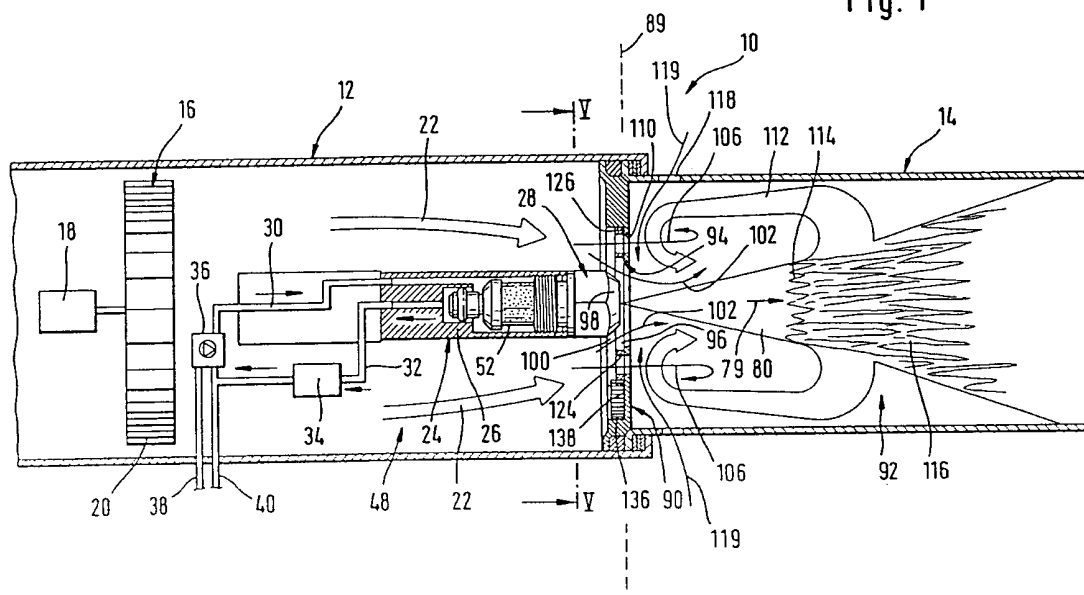


Fig. 1



Handwritten signature

Fig. 2

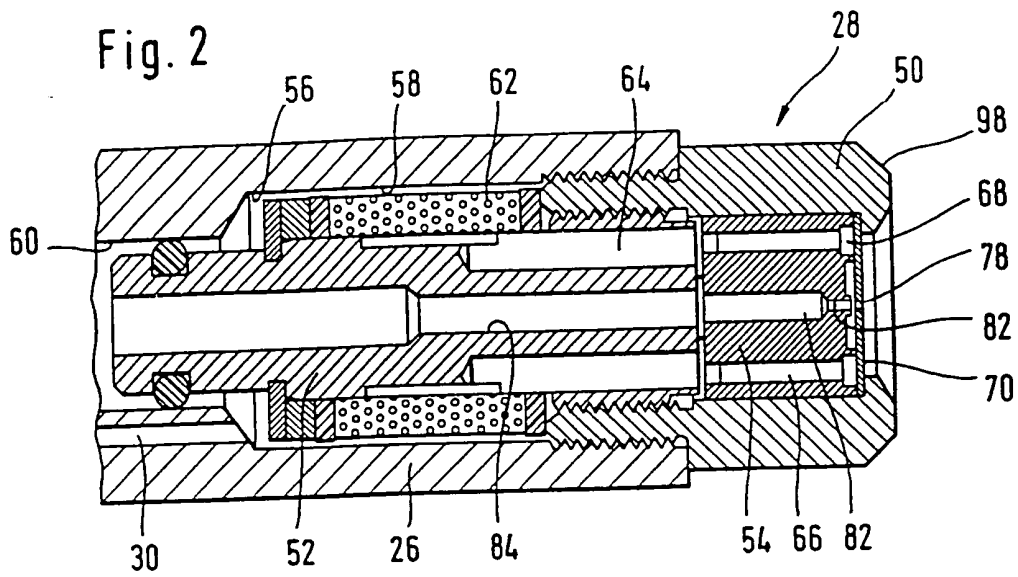


Fig. 4

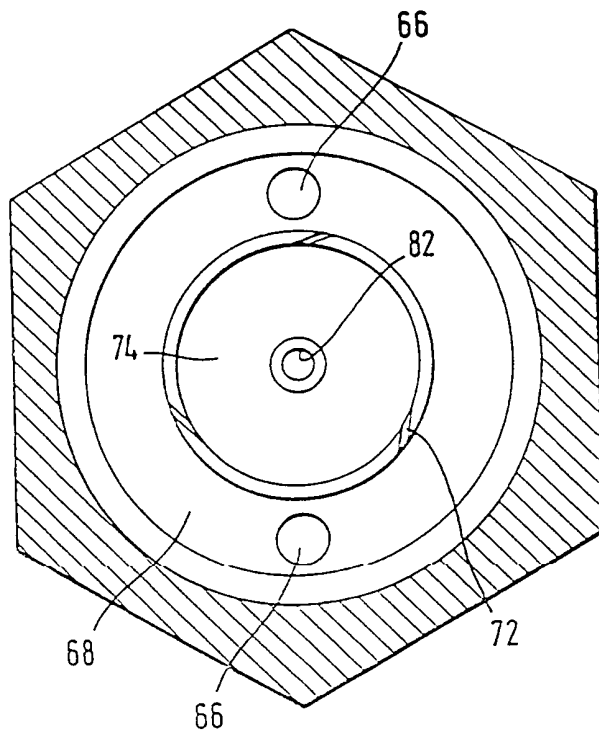
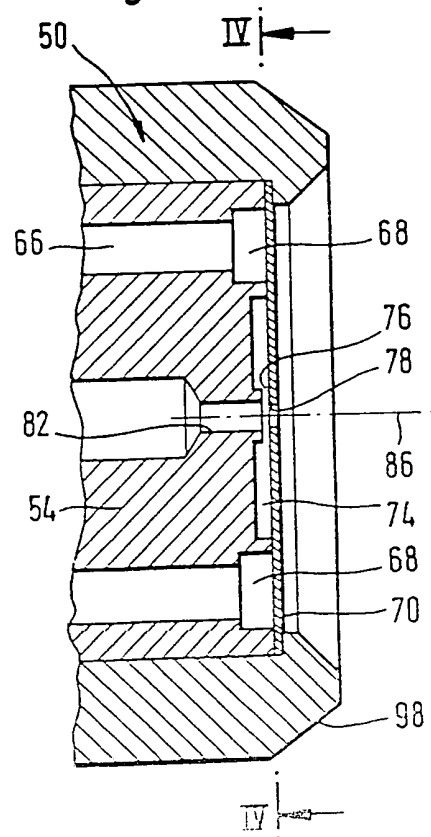


Fig. 3



Handwritten signature

Fig. 5

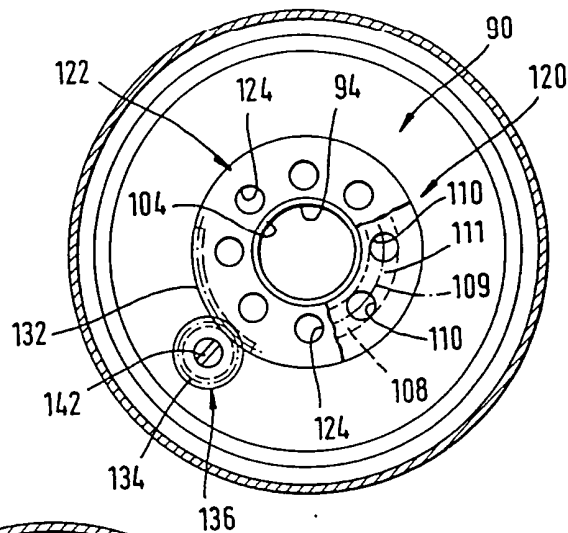


Fig. 6

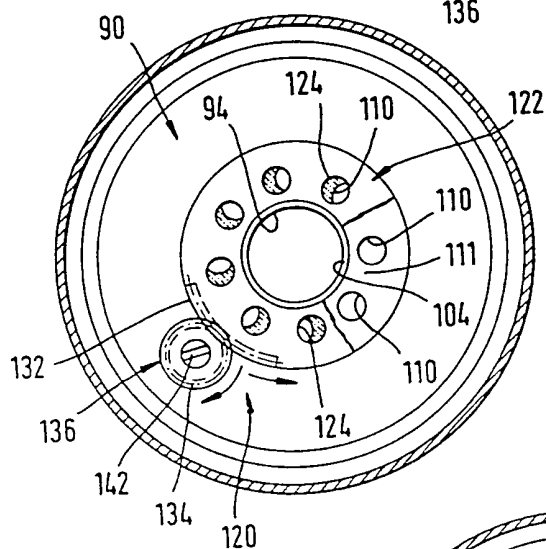
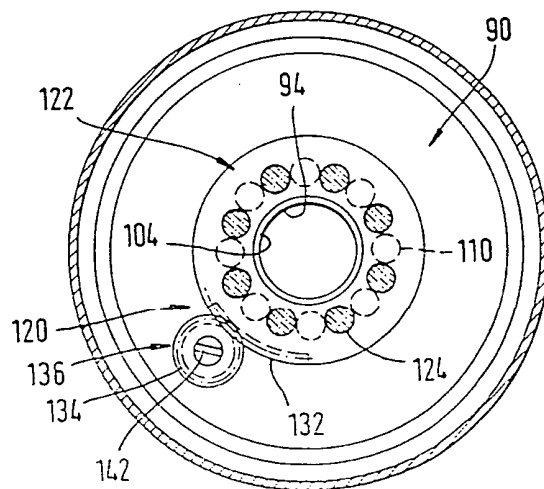
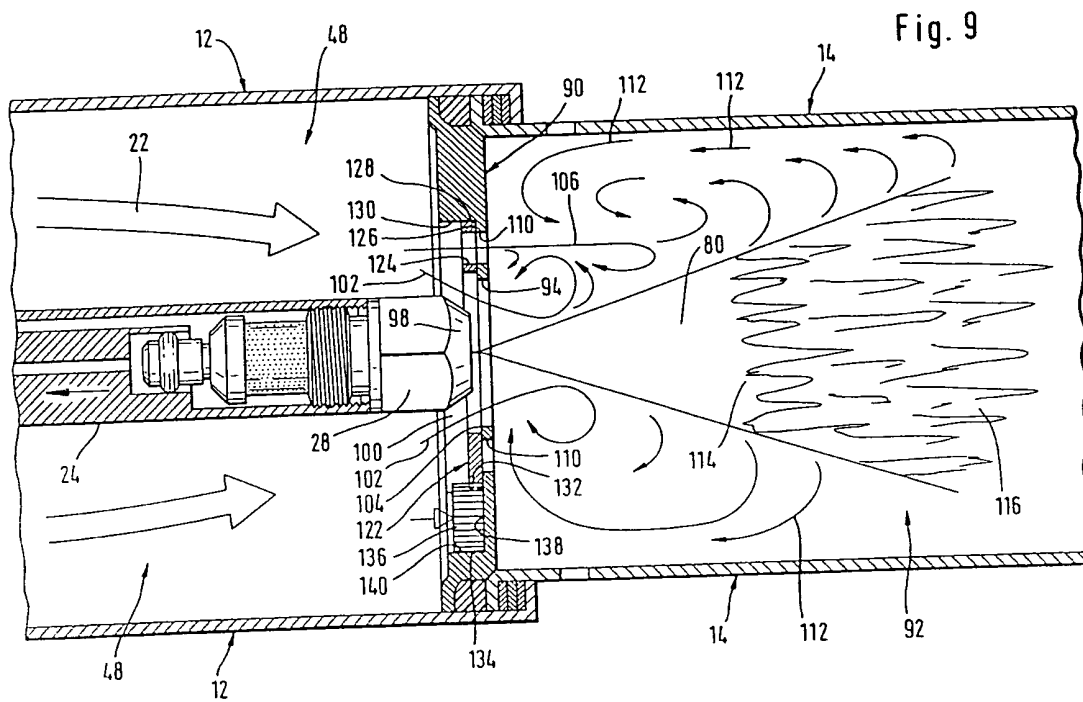


Fig. 7

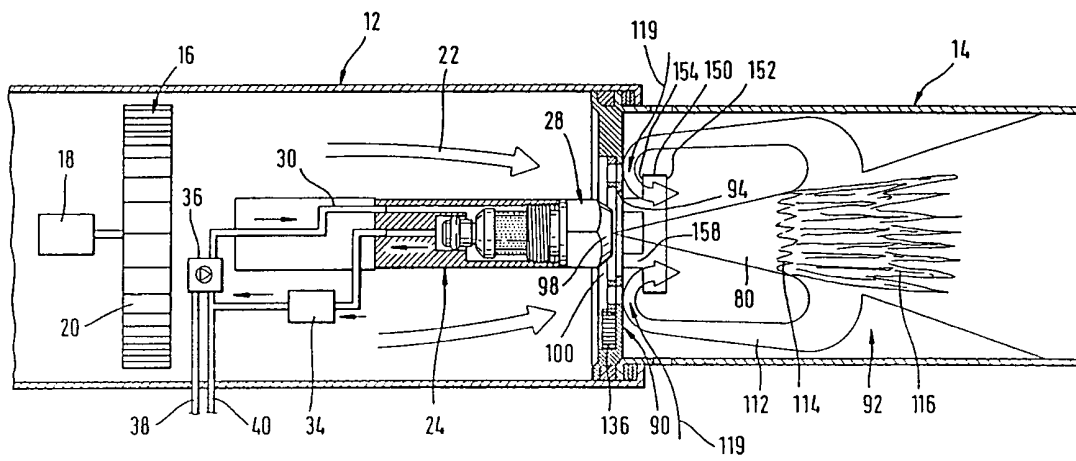


Deventer



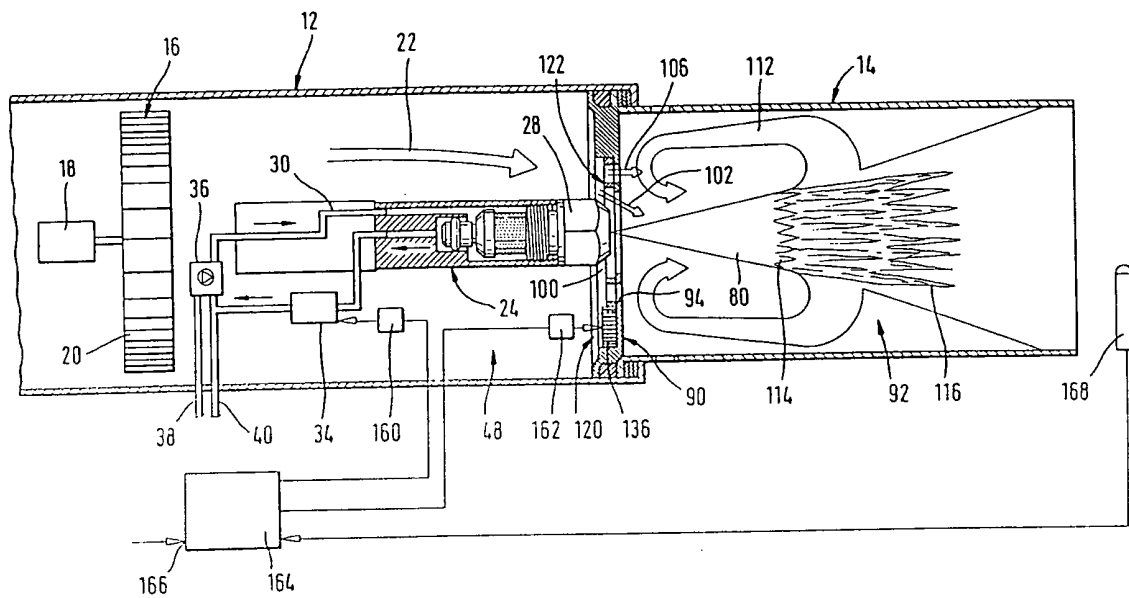
Handwritten signature

Fig. 10



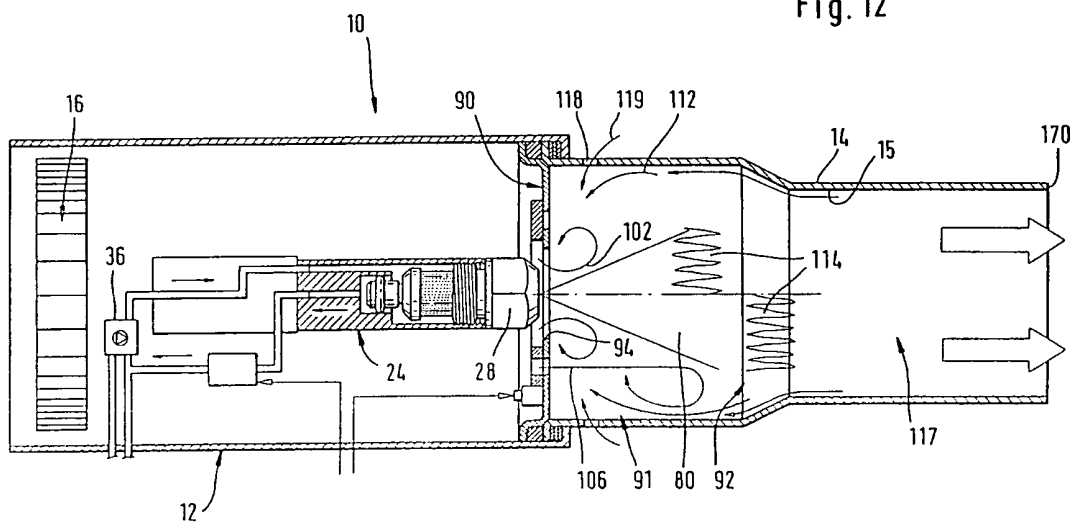
Handwritten signature

Fig. 11



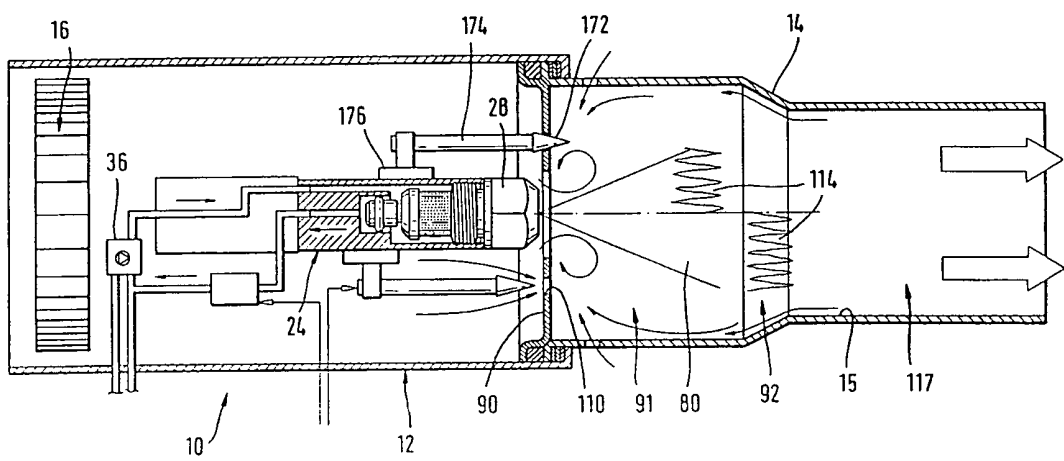
Deutsche

Fig. 12



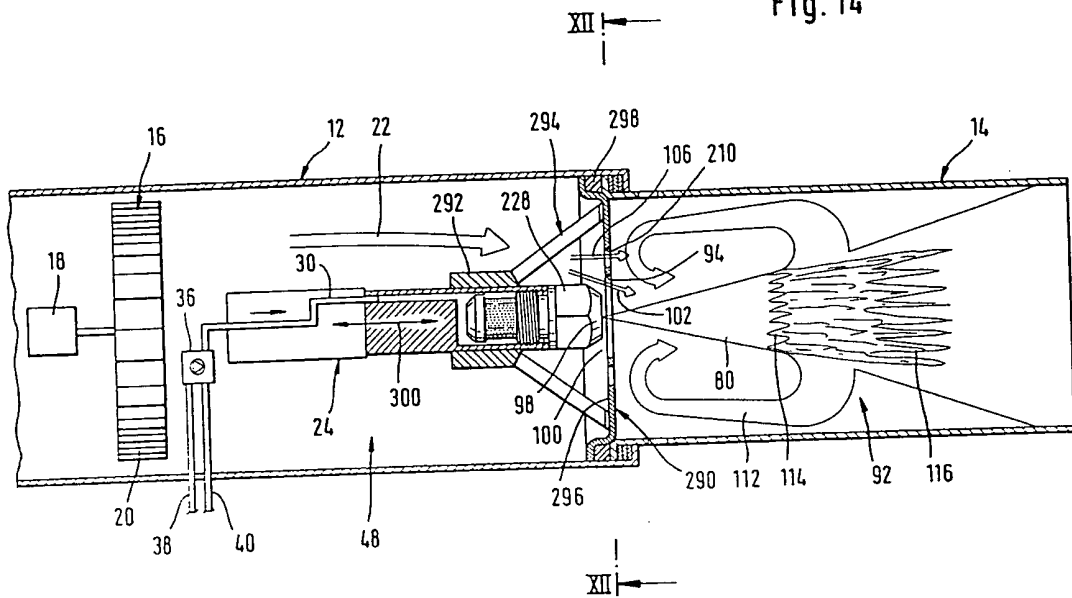
Handwritten signature

Fig.13



Quintanilla

Fig. 14



Handwritten signature

Fig. 15

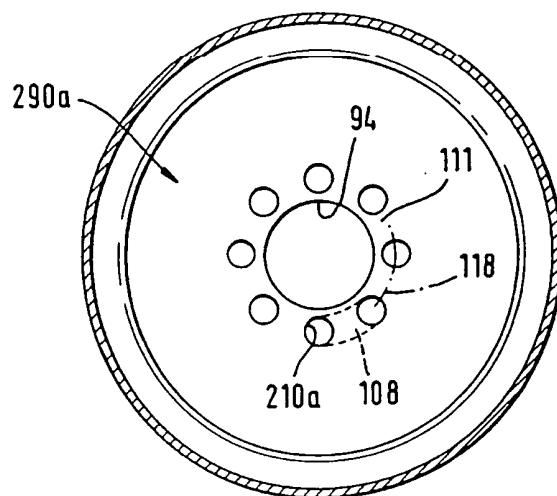


Fig. 16

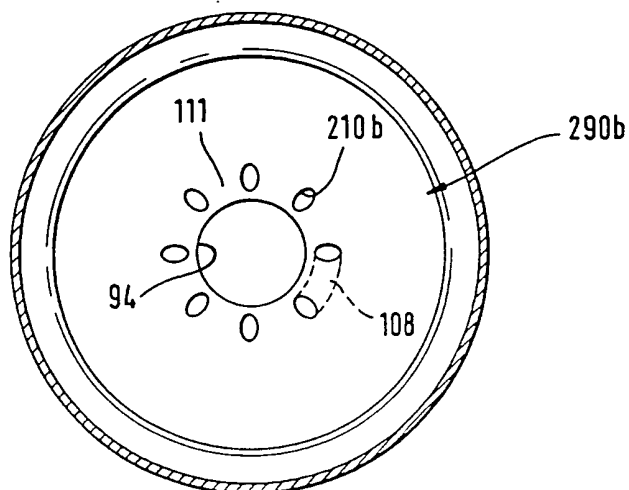


Fig. 17

