



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

(21) C1 0903727-6 E2

(22) Data do Depósito: 04/11/2011

(43) Data da Publicação: 09/10/2018



(54) Título: MÓDULO COMBUSTOR DE MASSA SÓLIDA PELLETIZADA

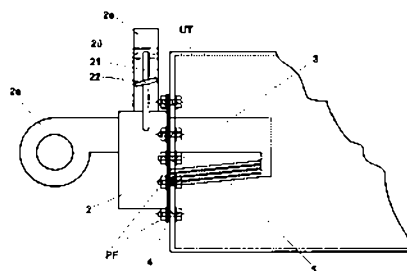
(51) Int. Cl.: F23B 60/02

(73) Titular(es): THIERRY CONSTANT EDDY FRANÇOIS MARIE GAUTHIER

(72) Inventor(es): CARLOS ALBERTO LEÔNIO DE OLIVEIRA; THIERRY CONSTANT EDDY FRANÇOIS MARIE GAUTHIER

(85) Data do Início da Fase Nacional: 04/11/2011

(57) Resumo: MÓDULO COMBUSTOR DE MASSA SÓLIDA PELLETIZADA. O presente certificado de adição de invenção se refere a um módulo combustor (1) de massa sólida pelletizada, do tipo destinado ao acoplamento modular em unidades térmicas (UT) pré-existent, instaladas ou novas, dotado de caixa difusora de ar (2), câmara cilíndrica de combustão (3), face flangeada central (4) e grelha tubular (5), caracterizado pelo fato de que compreende um anel soprador (20) disposto na tubulação de alimentação (2e), um labirinto defletor formado por defletor de grelha (50a), defletor intermediário (50b) e defletor final (50c), disposto no interior da câmara de combustão (3), uma caixa difusora de ar (2) subdividida por subdivisão (40a) e dotada de comportas (40b) e tampas de serviço (40d, 40e), um cone de concentração de chama (50d) disposto na saída da chama da câmara de combustão (3) e um desvio de alimentação (40f) disposto na face flangeada central (4).



MÓDULO COMBUSTOR DE MASSA SÓLIDA PELLETIZADA

Certificado de adição de invenção do pedido de patente de invenção PI0903727-6, depositado em 01/09/2009.

Campo de aplicação

- 5 O presente certificado de adição de invenção pertence aos campos da engenharia mecânica e química, notadamente em ciclos termodinâmicos e tecnologia de exploração térmica de biomassa.

Introdução

- 10 O presente certificado de adição de invenção se refere a um módulo combustor de massa sólida pelletizada, do tipo destinado ao acoplamento modular em unidades térmicas pré-existentes, instaladas ou novas, dotado de caixa difusora de ar, câmara cilíndrica de combustão, face flangeada central e grelha tubular, compreendendo (a) anel soprador, (b) labirinto defletor, (c) caixa difusora de ar subdividida e dotada de comportas e tampas de serviço, (d) cone
15 de concentração de chama e (e) desvio de alimentação.

Estado da técnica

- Queimadores de massa sólida pelletizada são conhecidos, por exemplo, do pedido de patente de invenção de número PI0903727-6. Esse documento revela um módulo combustor constituído por uma câmara de
20 combustão de chama aberta, dotada de um berço de tubos cilíndricos perfurados longitudinalmente e dispostos em forma de grelha inclinada, em que os tubos são insuflados com ar proveniente de uma turbina de descarga tangencial, formando-se sobre a grelha, por meio da vazão de ar através dos furos dispostos em linha ao longo dos tubos, um colchão de ar capaz de manter a matéria combustível
25 queimada suspensa em sentido ascendente, em leito fluidizado mínimo, enquanto matéria combustível nova é repostada sobre a grelha verticalmente e em sentido descendente, formando-se, juntamente com a ação de uma corrente de ar horizontal proveniente de uma divisão do fluxo de ar proveniente da turbina, um movimento contínuo de circulação e reposição de matéria comburente. Essa
30 solução possibilita a retirada eficaz de toda a cinza gerada durante a combustão por percolação entre os vãos da matéria nova e entre os vãos dos tubos da grelha, permitindo ciclos intermitentes de queima de maior rendimento e maior potência final gerada, provendo uma unidade combustora mais flexível também com relação ao teor de cinzas e ao teor de umidade da matéria combustível
35 empregada, no caso biomassa pelletizada.

Dito módulo combustor revelado em PI0903727-6 provê um incremento significativo da potência gerada durante a queima (atingindo valores superiores a 3.000kW), volumes de queima próximos a 17 kg/min de matéria sólida pelletizada queimada e atinge valores de rendimento de queima superiores a 97%.

Dito módulo combustor do estado da técnica supracitado apresenta, entretanto, algumas deficiências reveladas em testes práticos e aplicações de campo, a começar pela construção de sua caixa difusora e respectiva tubulação de alimentação. A disposição desses componentes revelou, na prática, significativas perdas de calor e instabilidades na alimentação da matéria combustível em certas situações de operação. O fluxo ascendente de ar advindo da caixa difusora, causado pela contrapressão da turbina de descarga tangencial e do escape ascendente de ar quente, principalmente nos casos de usos extremos do queimador, por exemplo, durante a queima de materiais combustíveis de alto poder calorífico ou de materiais providos muito secos, além de ocasionar a perda de calor através da tubulação de alimentação, que se torna uma espécie de chaminé, se opõe ao fluxo descendente de combustível, gerando inconstâncias e oscilações de queima.

Ainda em situações extremas de queima como, por exemplo, durante a queima de materiais combustíveis com alto teor de umidade, pode ocorrer, por conta da queima incompleta desses combustíveis úmidos, a projeção de fagulhas e até mesmo de resíduos de queima para fora do módulo combustor. Além disso, o turbilhonamento do combustível sólido na entrada da câmara de combustão, por meio do cruzamento do fluxo de material sólido com o fluxo de ar advindo da turbina, apesar de eficaz nem sempre é adequado para todas as situações de combustão, sendo desaconselhado também, e principalmente, para os casos em que o material combustível estiver muito seco ou com granulação muito reduzida. Nesses casos, o dito turbilhonamento apenas aumenta a quantidade de material suspenso no interior da câmara de combustão e, com isso, a possibilidade da projeção de fagulhas ou de resíduos de queima para fora da câmara de combustão.

Outra desvantagem do módulo combustor do estado da técnica advém da limitada possibilidade de se controlar a divisão do fluxo de ar proveniente da turbina de descarga tangencial além dos volumes de passagem providos pela coroa de furos, furos laterais e diâmetro interno dos tubos da grelha.

Carece ainda o módulo combustor do estado da técnica de uma solução que facilite a remoção da grelha para limpeza e de uma melhor adaptação do formato da chama na saída da chama às condições de aplicação do dito módulo combustor.

5 **Objeto do certificado de adição de invenção**

Considerando as deficiências do estado da técnica descritas, é, portanto, objeto do presente certificado de adição de invenção o provimento de aperfeiçoamentos e desenvolvimentos introduzidos em um módulo combustor de acordo com o pedido de patente de invenção brasileiro de número PI0903727-6, sendo dito objeto compreendido pelo mesmo conceito inventivo do referido pedido de patente.

Tais aperfeiçoamentos e desenvolvimentos compreendem:

- a) anel soprador disposto na tubulação de alimentação;
- b) labirinto defletor disposto no interior da câmara cilíndrica de combustão, próximo à saída da chama;
- c) caixa difusora de ar subdividida e dotada de comportas de dosagem de fluxo de ar e de duas tampas de manutenção;
- d) cone de concentração de chama disposto na saída da chama da câmara de combustão; e
- e) desvio de alimentação para a matéria combustível disposto na face flangeada central.

Breve apresentação das figuras

Para melhor entendimento e visualização do objeto do presente certificado de adição de invenção, o mesmo será agora descrito com referência às figuras anexas, nas quais:

Fig. 1: representa uma vista posterior em perspectiva de um módulo combustor do estado da técnica, conforme revelado no pedido de patente de invenção brasileiro de número PI0903727-6, evidenciando seus elementos componentes principais;

Fig. 2: representa uma vista anterior em perspectiva de um módulo combustor do estado da técnica, conforme revelado no pedido de patente de invenção brasileiro de número PI0903727-6, evidenciando a câmara cilíndrica de combustão e a grelha tubular;

Fig. 3: representa uma vista posterior da caixa difusora de ar de um módulo combustor do estado da técnica, conforme revelado no pedido de

patente de invenção brasileiro de número PI0903727-6, evidenciando as furações, disposição dos tubos da grelha e chapa defletora de alimentação de combustível;

Fig. 4: representa uma vista ínfero-anterior em perspectiva de um módulo combustor do estado da técnica, conforme revelado no pedido de patente de invenção brasileiro de número PI0903727-6, evidenciando a câmara de combustão e seus componentes internos;

Fig. 5: representa uma vista lateral parcial de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção, evidenciando o anel soprador disposto na tubulação de alimentação;

Fig. 6: representa uma vista lateral parcial de um anel soprador de acordo com a figura 5;

Fig. 7: representa uma vista superior de um anel soprador de acordo com a figura 5;

Fig. 8: representa uma vista lateral parcial de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção, evidenciando a disposição do labirinto defletor disposto no interior da câmara de combustão;

Fig. 9: representa uma vista frontal parcial da disposição do labirinto defletor de acordo com a figura 8;

Fig. 10: representa uma vista posterior em perspectiva de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção, evidenciando a caixa difusora de ar subdividida, dotada de comportas de dosagem de fluxo de ar e de duas tampas de manutenção;

Fig. 11: representa uma vista superior parcial esquemática da subdivisão da caixa difusora de ar e das respectivas comportas de dosagem de fluxo de ar de acordo com a figura 10;

Fig. 12: representa uma vista lateral parcial de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção, evidenciando o cone de concentração de chama disposto na saída da chama da câmara de combustão;

Fig. 12a: representa uma vista frontal em detalhe de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção, evidenciando a conexão rápida de fixação do cone de concentração de chama na saída da chama da câmara de combustão em um detalhe A da figura 12;

Fig. 13: representa uma vista ínfero-anterior em perspectiva de um módulo combustor objeto do presente certificado de adição de invenção,

evidenciando a disposição do desvio de alimentação para a matéria combustível disposto na face flangeada central;

Fig. 14: representa uma vista lateral de um desvio de alimentação de acordo com a figura 13;

5 Fig. 15: representa uma vista frontal de um desvio de alimentação de acordo com a figura 13; e

Fig. 16: representa uma vista superior de um desvio de alimentação de acordo com a figura 13.

10 Para fins de clareza e maior facilidade no entendimento dos aperfeiçoamentos e desenvolvimentos objeto do presente certificado de adição de invenção, além das figuras de 5 a 16, serão apresentadas também as figuras 1 a 4, as quais representam um módulo combustor do estado da técnica, mais especificamente o módulo combustor de acordo com o pedido de patente de invenção de número PI0903727-6.

15 Igualmente para fins de clareza, as referências numéricas foram mantidas em relação ao referido documento do estado da técnica, tendo os elementos característicos dos aperfeiçoamentos e desenvolvimentos do presente certificado de adição de invenção recebido uma nova numeração.

Referências numéricas dos desenhos

20 A) de acordo com o estado da técnica (PI0903727-6)

- | | |
|-------|----------------------------|
| 1 | módulo combustor; |
| 2 | caixa difusora de ar; |
| 2a | turbina; |
| 2b | motor; |
| 25 2c | plataforma de apoio; |
| 2d | duto de entrada; |
| 2e | tubulação de alimentação; |
| 3 | câmara de combustão; |
| 3a | manto externo; |
| 30 3b | manto interno; |
| 3c | furos de passagem; |
| 3d | saída da chama; |
| 4 | face flangeada central; |
| 4a | borda perimétrica externa; |
| 35 4b | coroa de furações; |
| 4c | furo central; |

	4d	furos laterais;
	4e	chapa defletora;
	5	grelha;
5	5a	tubos;
	5b	furos;
	5c	centro de origem;
	5d	semi-elipsóide;
	5e	linhas centrais; e
	5f	vãos;
10	PF	parafuso(s)
	UT	unidades térmicas

B) de acordo com o certificado de adição de invenção do pedido de patente de invenção PI0903727-6

	20	anel soprador;
15	20a	elemento circular;
	20b	elemento circular;
	20c	furação de entrada de ar;
	20d	canal;
	20e	furos;
20	21	tubo;
	22	registro;
	40a	subdivisão;
	40b	comporta(s);
	40c	eixo de comporta;
25	40d	tampa de serviço;
	40e	tampa de serviço;
	40f	desvio de alimentação;
	40g	chapa dobrada;
	40h	paredes;
30	50a	defletor de grelha;
	50b	defletor intermediário;
	50c	defletor final;
	50d	cone de concentração de chama;
	50e	conexão rápida fechada/travada; e
35	50e'	conexão rápida aberta/destravada.

Descrição detalhada do certificado de adição de invenção

Como pode ser inferido das figuras 5, 6 e 7, o presente certificado de adição de invenção provê um anel soprador 20, disposto no interior da tubulação de alimentação 2e. Dito anel soprador 20 é dotado de dois elementos preferencialmente circulares 20a e 20b, ambos dotados de uma furação em forma de semi-círculo que, com o conjunto montado (elementos 20a e 20b unidos), formam uma furação de entrada de ar 20c. Dita furação de entrada de ar 20c está ligada à caixa difusora de ar 2 por meio de um tubo 21 dotado, por exemplo, de um registro 22. A pressão (excesso de pressão) gerada pelo excesso de ar advindo da turbina 2a no interior da caixa difusora de ar 2, é conduzida pelo interior do tubo 21 até o dito anel soprador 20, dentro do qual o ar é respectivamente distribuído através do canal 20d até os respectivos furos 20e do anel soprador 20, em que ditos furos 20e são, preferencialmente, voltados para baixo, ou seja, paralelamente ao eixo longitudinal vertical da tubulação de alimentação 2e e para dentro da caixa difusora de ar 2. Essa configuração e disposição permite que o excesso de ar gerado pela turbina 2a seja utilizado para auxiliar na condução do fluxo de matéria combustível através da tubulação de alimentação 2e, se opondo à contra-pressão gerada pelo excesso de ar do interior da caixa difusora de ar 2, reduzindo as perdas de calor e as instabilidades na alimentação da matéria combustível. O registro 22 serve à regulação da alimentação do ar subministrado ao anel soprador 20, melhorando, assim, ainda mais a adaptabilidade do módulo combustor 1 às diferentes condições de operação (tipo e teor de umidade do combustível, umidade relativa do ar, pressão atmosférica etc.). Além disso, testes práticos demonstraram uma significativa redução de inconstâncias e oscilações de queima, especialmente nos casos extremos de queima, conforme descrito acima.

Como pode ser inferido das figuras 8 e 9, o presente certificado de adição de invenção provê um labirinto defletor disposto no interior da câmara de combustão 3. Dito labirinto defletor se compõe de um defletor da grelha 50a, fixado na extremidade ascendente da grelha 5, de um defletor intermediário 50b que, por exemplo, libera a chama através de uma área de passagem de pouco menos que a metade do diâmetro da câmara de combustão 3, na parte inferior da mesma, e de um defletor final 50c que, por exemplo, libera a chama através de uma área de passagem de pouco menos que a metade do diâmetro da câmara de combustão 3, na parte superior da mesma. Essa configuração praticamente elimina a projeção de fagulhas e até mesmo de resíduos de queima para fora do

módulo combustor, especialmente em situações extremas de queima como as descritas acima, sem, no entanto, comprometer o rendimento da chama.

Como pode ser inferido das figuras 10 e 11, o presente certificado de adição de invenção provê uma caixa difusora de ar 2 subdividida através de uma subdivisão 40a dotada de comportas 40b acionadas por um eixo de comporta 40c. Dita subdivisão 40a é disposta no interior da caixa difusora de ar 2 de tal modo que possa dividir com precisão o fluxo de ar proveniente da turbina 2a entre as passagens compreendidas (i) pela coroa de furos 4b, (ii) furos laterais 4d e (iii) tubos 5a da grelha 5, ou seja, através do movimento de giro do eixo de comporta 40c é possível regular a passagem do fluxo de ar advindo da turbina 2a para os elementos acima citados, garantindo uma maior adaptabilidade do módulo combustor 1 às diferentes condições de operação (tipo e teor de umidade do combustível, umidade relativa do ar, pressão atmosférica etc.). A quantidade e o tamanho das comportas 40b poderão ser definidos de acordo com a necessidade de aplicação do módulo combustor 1. É evidente que também é possível estabelecer uma configuração padrão, por exemplo, de pelo menos duas comportas que, somadas, possuem uma área (equivalente à seção de passagem de ar) de pelo menos 20% da área total da subdivisão 40a. Além disso, as figuras 10 e 11 mostram as duas tampas de serviço 40d e 40e que, além de facilitarem o acesso às partes internas da caixa difusora de ar 2, possibilitam a retirada para limpeza, por exemplo, da grelha 5, como um todo, sem que haja a necessidade de desmontar o conjunto inteiro, como era o caso do módulo combustor 1 de acordo com o estado da técnica.

A figura 12 mostra uma modalidade do presente certificado de adição de invenção na qual um cone de concentração de chama 50d é disposto na extremidade da câmara de combustão 3 aonde se localiza a saída da chama 3d. O objetivo do cone de concentração de chama 50d, o qual poderá ser de diversos comprimentos e ângulos de conicidade (isto é, diâmetro de saída), de acordo com as necessidades impostas pela aplicação, é o de concentrar a chama após a saída da chama 3d, retardando a difusão natural gerada pela resistência do ar ambiente e/ou do ambiente interno, por exemplo, de uma caldeira a ser aquecida. Dito cone de concentração de chama 50d pode, por exemplo, ser fixo à extremidade da câmara de combustão 3 por meio de uma conexão rápida 50e, em forma de algema, disposta próxima à saída da chama 3d, conforme mostrado em detalhe na figura 12a. Na figura 12a a conexão rápida 50e pode também ser vista em sua posição aberta/destravada 50e'.

Como pode ser inferido das figuras 13, 14, 15 e 16, o presente certificado de adição de invenção provê um desvio de alimentação 40f para a matéria combustível disposto na face flangeada central 4, no interior da câmara de combustão 3. Dito desvio de alimentação 40f é dotado, por exemplo, de uma chapa dobrada em formato de "V" 40g disposta entre suas paredes 40h. Sobre essa chapa dobrada 40g deslizará o combustível sólido, evitando (desviando) o contato direto com o fluxo de ar advindo da turbina 2a. Dessa forma, o turbilhonamento do combustível sólido na entrada da câmara de combustão 3 é reduzido significativamente.

Será facilmente compreendido por aqueles versados na técnica que modificações podem ser realizadas na invenção sem com isso se afastar dos conceitos expostos na descrição precedente. Essas modificações devem ser consideradas como incluídas dentro do escopo da invenção. Conseqüentemente, as concretizações particulares descritas em detalhe anteriormente são somente ilustrativas e não limitativas quanto ao escopo da invenção, ao qual deve ser dada a plena extensão das reivindicações em anexo e de todos e quaisquer equivalentes das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Módulo combustor de massa sólida pelletizada, para acoplamento modular em unidades térmicas (UT) pré-existent e instaladas ou novas, dotado de caixa difusora de ar (2), tubulação de alimentação (2e),
5 câmara cilíndrica de combustão (3), face flangeada central (4) e grelha tubular (5), **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda:
- a) um anel soprador (20) disposto na tubulação de alimentação (2e);
 - b) um labirinto defletor formado por um defletor de grelha (50a),
10 um defletor intermediário (50b) e um defletor final (50c), disposto no interior da câmara de combustão (3);
 - c) uma subdivisão (40a) subdividindo a caixa difusora de ar (2) dotada de comportas (40b) e tampas de serviço (40d, 40e);
 - d) um cone de concentração de chama (50d) disposto na saída da
15 chama da câmara cilíndrica de combustão (3); e
 - e) um desvio de alimentação (40f) disposto na face flangeada central (4).
2. Módulo combustor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o anel soprador (20) está ligado à caixa
20 difusora de ar (2) através de um tubo (21) dotado de um registro (22).
3. Módulo combustor, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o dito anel soprador (20) é dotado de furos (20e) cujos eixos centrais são paralelos ao eixo longitudinal vertical da tubulação de alimentação (2e) e que ditos furos (20e) são voltados para baixo.
- 25 4. Módulo combustor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o defletor de grelha (50a) está disposto na extremidade ascendente da grelha (5).
5. Módulo combustor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as comportas (40b) da subdivisão (40a) são
30 pelo menos duas e que possuem uma área de pelo menos 20% da área total da subdivisão (40a).
6. Módulo combustor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o desvio de alimentação (40f) é dotado de uma chapa dobrada (40g) que desvia o fluxo de combustível ao redor do furo central
35 (4c) e da coroa de furos (4b) da face flangeada central (4).

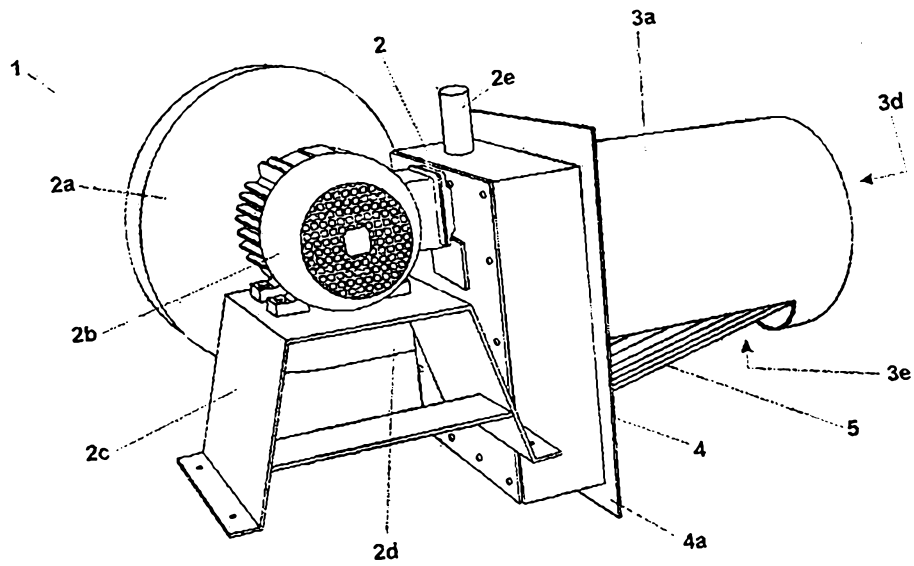


Fig. 1 ESTADO DA TÉCNICA

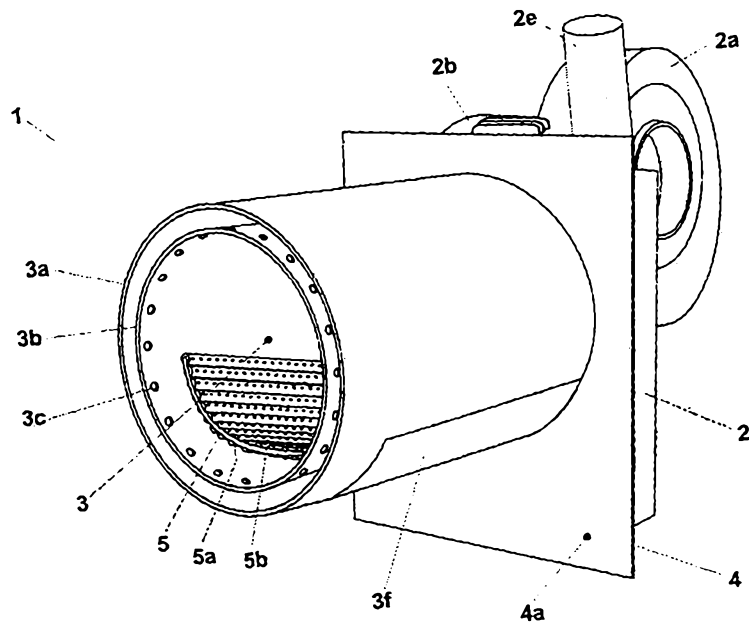


Fig. 2 ESTADO DA TÉCNICA

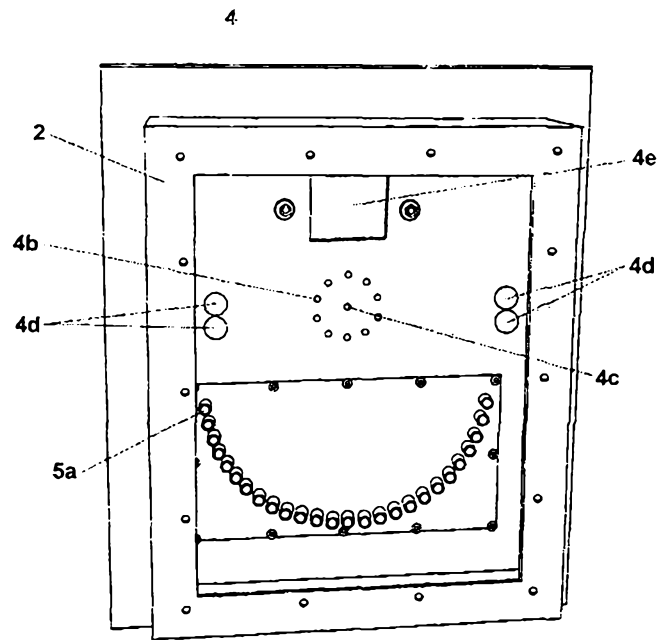


Fig. 3 ESTADO DA TÉCNICA

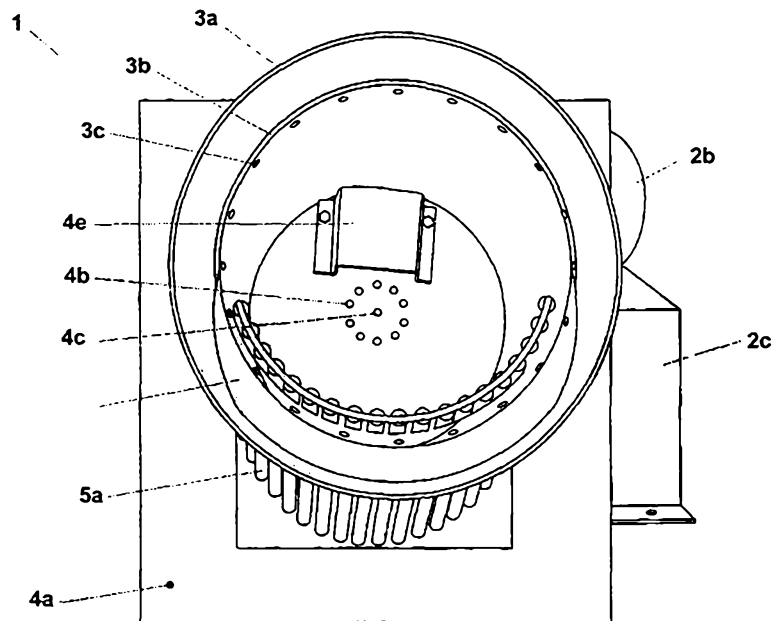


Fig. 4 ESTADO DA TÉCNICA

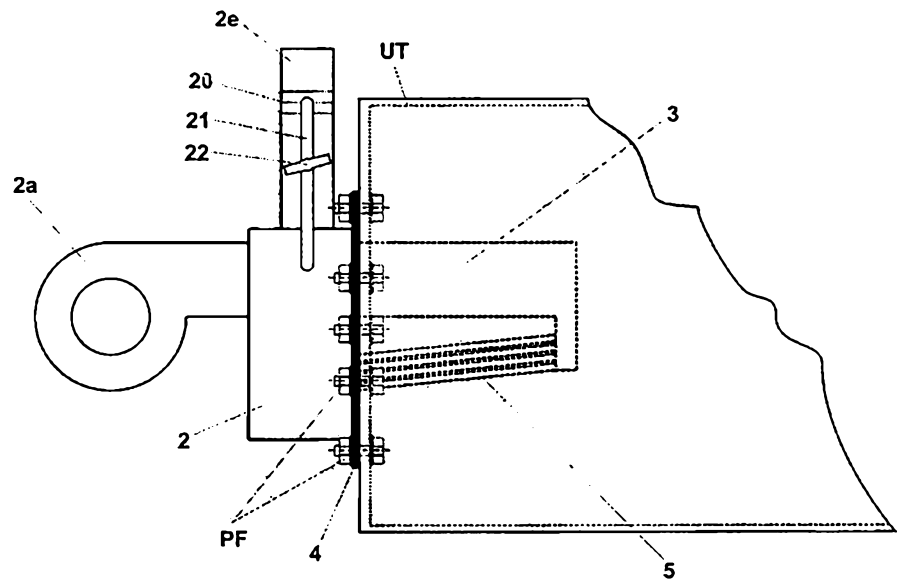


Fig. 5

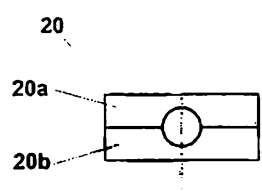


Fig. 6

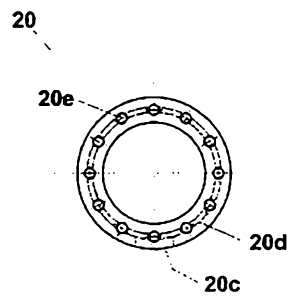


Fig. 7

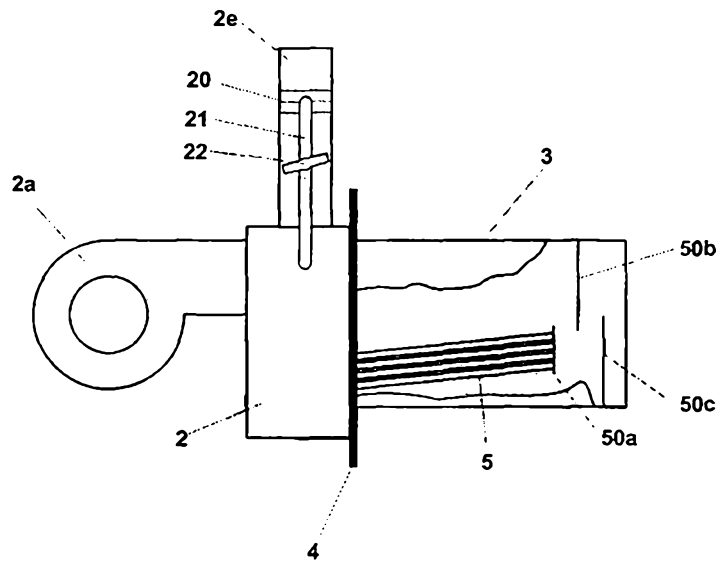


Fig. 8

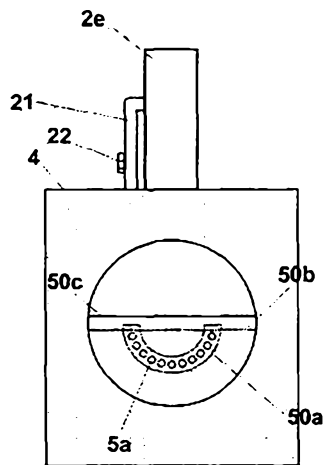


Fig. 9

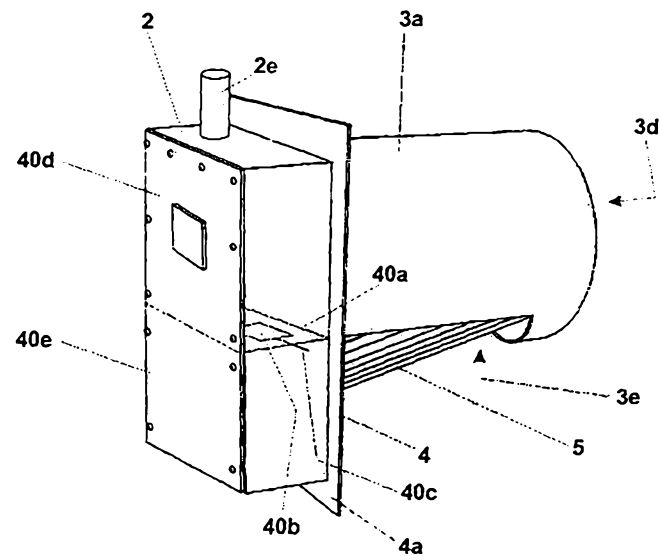


Fig. 10

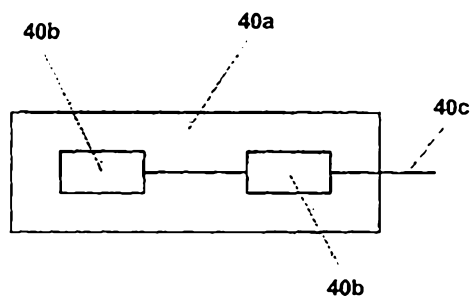


Fig. 11

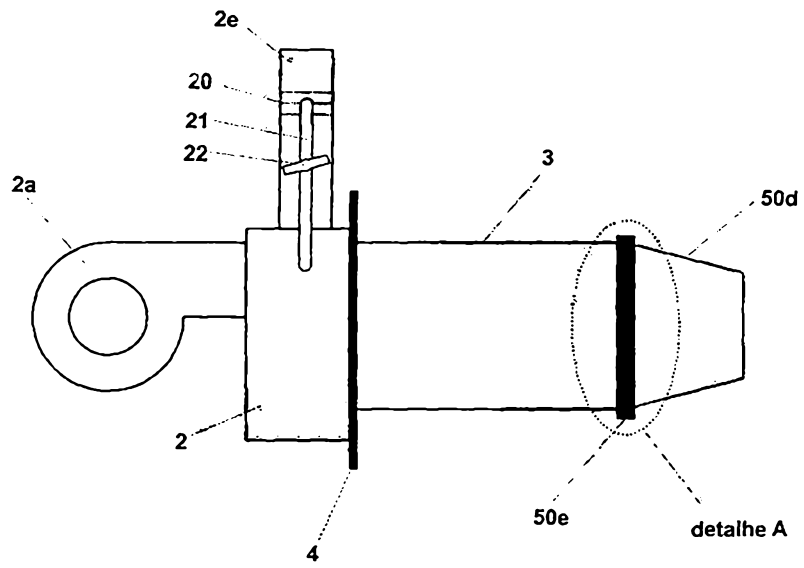


Fig. 12

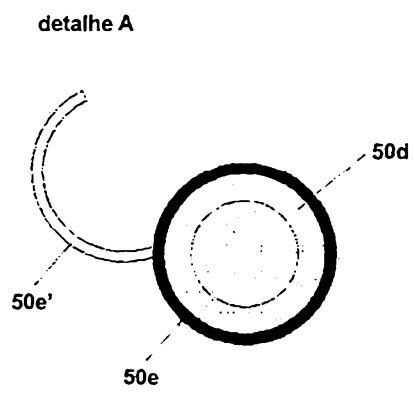
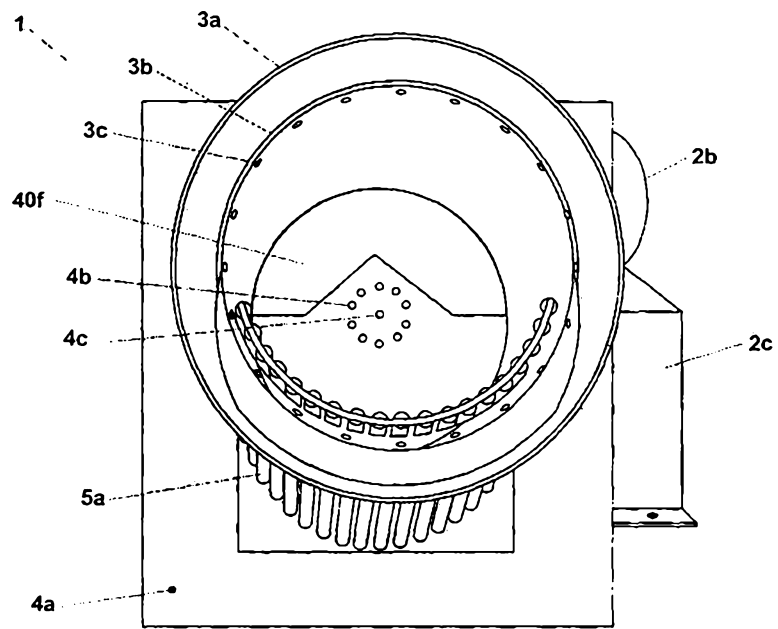
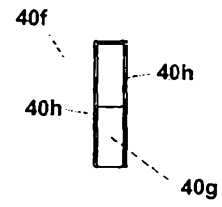
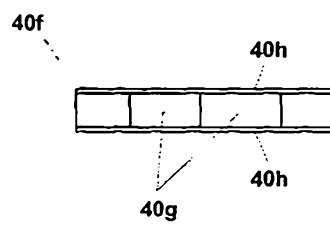


Fig. 12a

**Fig. 13**

**Fig. 14****Fig. 15****Fig. 16**

RESUMO

MÓDULO COMBUSTOR DE MASSA SÓLIDA PELLETIZADA

O presente certificado de adição de invenção se refere a um módulo combustor (1) de massa sólida pelletizada, do tipo destinado ao acoplamento modular em unidades térmicas (UT) pré-existent, instaladas ou novas, dotado de caixa difusora de ar (2), câmara cilíndrica de combustão (3), face flangeada central (4) e grelha tubular (5), caracterizado pelo fato de que compreende um anel soprador (20) disposto na tubulação de alimentação (2e), um labirinto defletor formado por defletor de grelha (50a), defletor intermediário (50b) e defletor final (50c), disposto no interior da câmara de combustão (3), uma caixa difusora de ar (2) subdividida por subdivisão (40a) e dotada de comportas (40b) e tampas de serviço (40d, 40e), um cone de concentração de chama (50d) disposto na saída da chama da câmara de combustão (3) e um desvio de alimentação (40f) disposto na face flangeada central (4).