

**(11) Número de Publicação: PT 101653 B**

**(51) Classificação Internacional:** (Ed. 6 )  
G01K017/00 A

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

<b>(22) Data de depósito:</b> 1995.02.07	<b>(73) Titular(es):</b> MARIA DA GRAÇA MARTINS DA SILVA CARVALHO PRAÇA NUNO RODRIGUES DOS SANTOS,11-3-ESQ. 1600 LISBOA PT
<b>(30) Prioridade:</b>	
<b>(43) Data de publicação do pedido:</b> 1996.08.30	<b>(72) Inventor(es):</b> NAIM H. AFGAN ALEXANDER I. LEONTIEV NELSON AMADEU DIAS MARTINS YU RU PT
<b>(45) Data e BPI da concessão:</b> 09/98 1998.09.10	<b>(74) Mandatário(s):</b>

**(54) Epígrafe:** FLUXÍMETRO DE SOPRO - INSTRUMENTO PARA A MEDIÇÃO DE FLUXOS DE CALOR POR RADIAÇÃO E CONVEÇÃO

**(57) Resumo:**

FLUXÍMETRO; SOPRO; INSTRUMENTO; MEDIÇÃO; FLUXOS; CALOR



# DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE PATENTES

CAMPO DAS CEBOLAS, 1100 LISBOA  
TEL: 888 51 51 / 2 / 3 TELEF: 18356 INPI  
TELEFAX: 87 5308

## FOLHA DO RESUMO

Modalidade e n.º (11)	T:D	Data do pedido: (22)	Classificação Internacional (51)
161653		1995/02/07	

Requerente (71): Maria da Graça Martins da Silva Carvalho, Portuguesa, residente na Praça Nuno Rodrigues dos Santos, Nº. 11-3º. Esq. - 1600 Lisboa

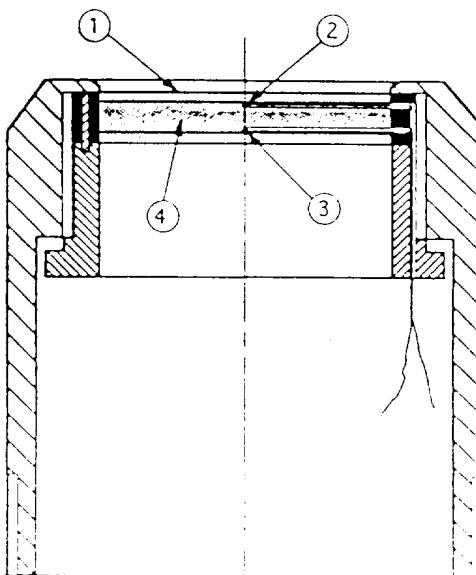
Inventores (72): Maria da Graça Martins da Silva Carvalho  
Nelson Amadeu Dias Martins  
Naim H. Afgan  
Alexander I. Leontiev

### Reivindicação de prioridade(s) (30)

Data do pedido	Pais de Origem	N.º de pedido

Epígrafe: (54) Fluxímetro de Sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção.

### Figura (para interpretação do resumo)



Resumo: (max. 150 palavras) (57) A invenção refere-se a um sensor capaz de medir o fluxo de calor que incide sobre a superfície 1, sendo em particular capaz de quantificar não só o fluxo de calor total, mas também as suas componentes radiativa e convectiva. O princípio de funcionamento do sensor em referência, baseia-se na possibilidade de relacionar a diferença de temperatura entre os pontos 2 e 3, com o fluxo de calor total incidente. Baseia-se ainda na possibilidade de anular a componente convectiva do fluxo total, pela destruição da camada limite que naturalmente se forma sobre a superfície 1, fazendo passar um determinado caudal de ar (ou de um outro gás) através do disco 4, necessariamente construído num material poroso. A possibilidade de anular a parcela convectiva do fluxo total incidente, permite que, com duas medições sucessivas, se consiga quantificar os fluxos totais, convectivo e radiativo, já que o primeiro é igual à soma dos dois últimos.

NÃO PREENCHER AS ZONAS SOMBREADAS

## MEMÓRIA DESCRIPTIVA

### **Fluxímetro de Sopro**

#### **Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção**

A presente invenção refere-se a um sensor capaz de medir o fluxo de calor total que incide sobre a sua superfície de captação, sendo em particular capaz de quantificar não só o fluxo de calor total mas também as suas componentes radiativa e convectiva. A sua aplicabilidade estende-se uma gama muito vasta de situações, desde a sua integração em sistemas de controlo, sistemas de diagnóstico e sistemas periciais para equipamentos industriais com trocas de calor como caldeiras, fornos e estufas, até a medição directa de fluxos de calor das mais variadas fontes como, por exemplo, a medição da radiação solar.

O presente sensor apresenta, face aos sensores existentes, diversas vantagens entre as quais podemos destacar:

- a) a possibilidade de um único sensor permitir a medição separada de fluxos de calor por radiação e por convecção;
- b) a capacidade de medir mesmo em ambientes com grandes problemas de sujamento (do Inglês *fouling*), sem que as leituras sejam afectadas por esse efeito.
- c) uma grande simplicidade construtiva que deriva essencialmente de uma grande simplicidade do princípio de funcionamento;
- d) uma grande versatilidade no que respeita à gama de fluxos a medir, podendo um único sensor abranger um largo espectro de fluxos sem que seja sacrificada a sua sensibilidade, através de uma simples adaptação do caudal de *gás de sopragem*.

Do ponto de vista funcional o sensor baseia-se na possibilidade de relacionar o fluxo de calor incidente na superfície 1 com a diferença de temperatura entre os pontos 2 e 3. O fluxo de calor incidente pode ser subtraído da sua componente convectiva através da sopragem (destruição) da camada limite responsável por esse fluxo, por meio de um caudal de ar (ou outro gás) que é bombado através do

*2019*

conjunto de *discos porosos* 4. Nessas condições o fluxo incidente resume-se simplesmente à componente radiativa do fluxo total. O caudal de ar mínimo, capaz de soprar eficientemente a camada limite denomina-se por *caudal crítico de sopragem*, e é relacionável com a geometria do *disco poroso* e respectivo *suporte* e com as condições do escoamento no ambiente onde se pretende medir.

As principais funções do *gás de sopragem* são:

- a) anulação da componente convectiva do fluxo de calor total;
- b) arrefecimento do conjunto de peças que constituem o sensor, sem o qual mesmo para fluxos modestos, seria necessário arrefecimento exterior;
- c) evitar a deposição de detritos na superfície do sensor, i.e., sujamento (*fouling*), que muitas vezes ocorre em equipamentos onde se verifica transferência de calor, como por exemplo câmaras de combustão, sujamento esse que ocorrendo, limita drásticamente a capacidade de medição nesse tipo de ambientes adversos;

Do ponto de vista constitutivo, o sensor é composto por um *suporte* 5, cuja principal função é alojar o *meio poroso* 4, no interior do qual estão alojados dois *termopares* 2 e 3, de acordo com as figuras em anexo. O disco poroso é mantido imóvel no interior do suporte 5 através da *peça rosada* 6, que o aperta contra a face interior da parte frontal do suporte.

O meio poroso é constituído por três discos que são empilhados uns sobre os outros de modo a permitir o posicionamento dos termopares no seu interior. Os discos porosos poderão ser construídos em material metálico ou cerâmico consoante o nível de temperatura previsto. Do mesmo modo, o tipo de termopares a usar será escolhido de modo a apresentarem uma boa sensibilidade na gama de temperaturas prevista. As restantes peças serão construídas numa liga metálica apresentando um baixo coeficiente de expansão térmica, e um comportamento mecânico adequado às exigências de utilização, nomeadamente no que diz respeito à fluência. Na peça rosada que fixa o conjunto de discos porosos, serão abertos longitudinalmente dois canais sobre a rosca, de modo a permitir a passagem dos fios dos termopares para o exterior. Esses canais serão abertos de modo a se localizarem num plano longitudinal à peça, fazendo 90° com um plano do mesmo tipo que contenha os pinos de fixação dos discos. Os mesmos canais existirão

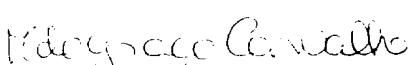
radialmente nas duas faces do disco poroso central, abrangendo na totalidade um diâmetro, e longitudinalmente nos discos porosos central e inferior, ver figura 1 e 2. Prevê-se a necessidade do acoplamento de um sistema externo de arrefecimento no caso do sensor ser utilizado em condições extremas, i.e., fluxos de calor superiores a  $500 \text{ kW/m}^2$ .

O suporte terá em conta a necessidade de alimentação de um gás de sopragem, assim como de extração dos cabos dos termopares a serem ligados a aparelhagem de tratamento do sinal. Terá ainda uma zona rosada na parte anterior, de modo a permitir a sua fixação no local de medição, sendo os fixadores desenvolvidos para cada aplicação.

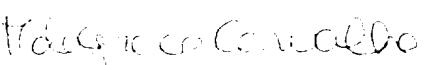
Do ponto de vista dimensional, as peças referidas no parágrafo anterior, apresentarão dimensões em função da gama de fluxos de calor a ter em conta. Pode no entanto ser adiantado que o diâmetro dos discos porosos será de alguns centímetros, enquanto que a sua espessura será de alguns milímetros. Sendo esta a peça de maior importância no conjunto será ela a ditar as restantes dimensões.

Lisboa, 6 de Fevereiro de 1995

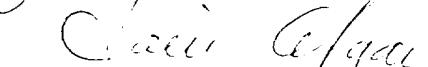
O Requerente,

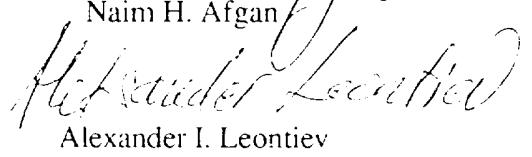
  
Maria da Graça da Silva Martins Carvalho

Os Inventores,

  
Maria da Graça da Silva Martins Carvalho

  
Nelson Amadeu Dias Martins

  
Naim H. Afgan

  
Alexander I. Leontiev

Hélio Góes

## REIVINDICAÇÕES

1<sup>a</sup>

Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, para fins industriais, meteorológicos, ambientais e outros, constituído por três discos porosos empilhados (4), apresentando dois termopares alojados em posição central, um entre os discos superior e central (2) e outro entre os discos central e inferior (3), discos porosos que são fixos entre si através de dois pinos localizados na posição (7) e na posição diametralmente oposta e que são por sua vez fixos ao interior de um suporte (5), através da peça rosada (6) que os aperta contra a face interior da parte frontal do suporte

2<sup>a</sup>

Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por apresentar como superfície sensível um meio poroso de elevada emissividade, através do qual é feito passar um caudal de um gás de sopragem.

3<sup>a</sup>

Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por funcionar baseado na possibilidade de anular o fluxo de calor de origem convectiva pela sopragem das camadas limite térmica e hidrodinâmica inicialmente existentes sobre a sua zona sensível e responsáveis por essa componente do fluxo de calor total.

*Ricardo*

**4<sup>a</sup>**

Fluximetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecão, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por relacionar fluxo de calor com a diferença de temperatura entre os pontos (2) e (3), i.e., entre dois pontos distribuídos axialmente sobre o eixo do cilindro definido pelos três disco porosos.

**5<sup>a</sup>**

Fluximetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecão, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por ser capaz de distinguir entre o fluxo de origem radiativa e o fluxo de origem convectiva mediante duas medições de fluxo sucessivas usando primeiro um caudal de sopragem inferior a um valor denominado por *caudal crítico de sopragem* medindo deste modo uma diferença de temperatura entre os pontos (2) e (3) que é proporcional ao fluxo de calor total e usando de seguida um caudal de sopragem superior ao *valor crítico de sopragem* sendo agora a diferença de temperatura proporcional ao fluxo de calor por radiação que subtraído ao fluxo total previamente medido proporciona a determinação do fluxo de calor por convecção.

**6<sup>a</sup>**

Fluximetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecão, de acordo com a reivindicação 5, sendo o *caudal crítico de sopragem* função de parâmetros de natureza física, característicos do ambiente onde o conhecimento do fluxo de calor é pretendido (velocidade e densidade do fluido em circulação) e da geometria do sensor.

7<sup>a</sup>

Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, de acordo com a reivindicação 6, passível de utilização em ambientes a elevada temperatura devido ao forte poder refrigerador do gás de sopragem ao atravessar um meio com elevada capacidade de troca de calor como o é um meio poroso

8<sup>a</sup>

Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, de acordo com a reivindicação 7, passível de requerer arrefecimento exterior apenas quando utilizado em condições extremas de fluxo, i.e., acima dos 500 kW/m<sup>2</sup>.

9<sup>a</sup>

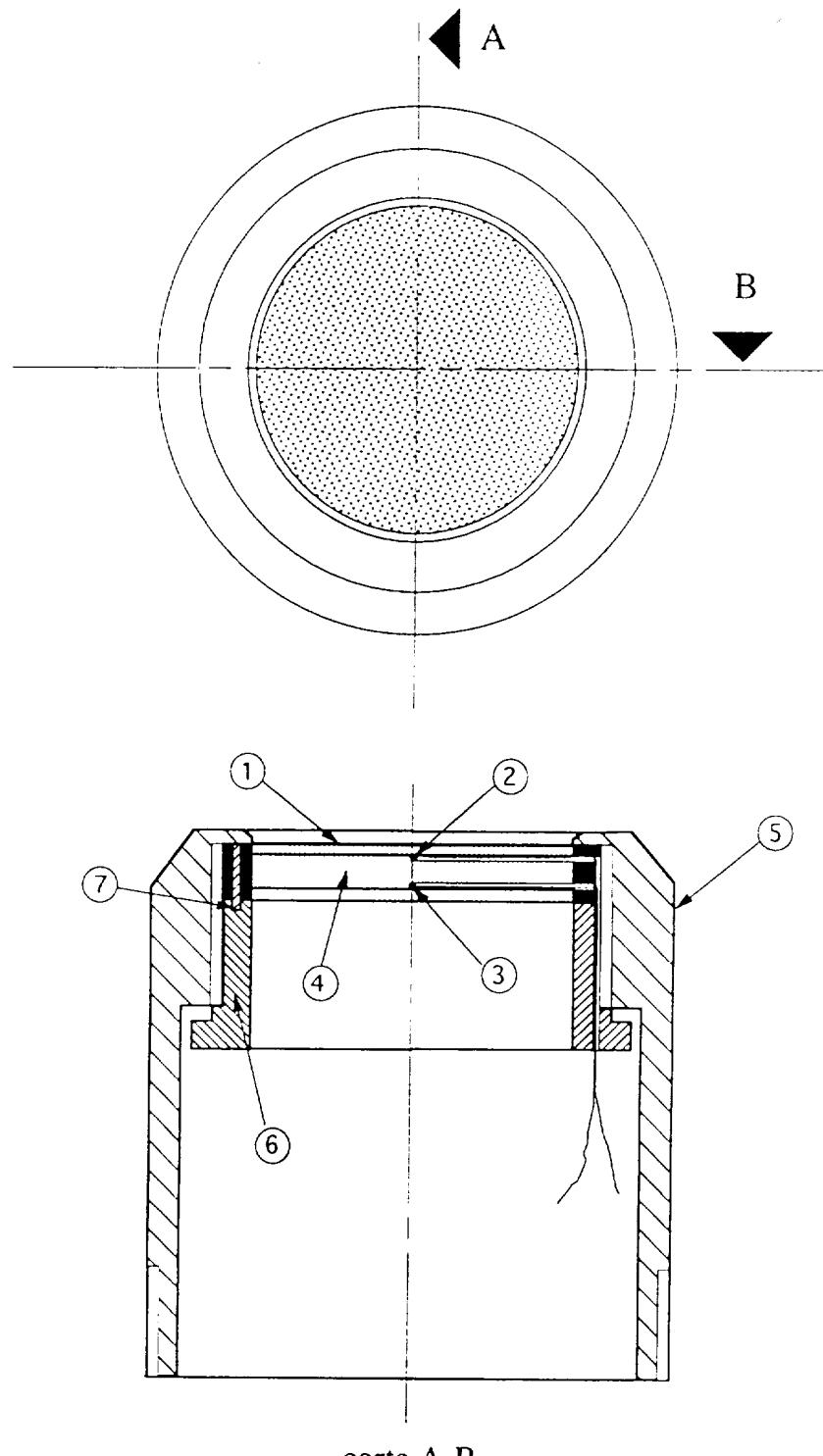
Fluxímetro de sopro - Instrumento para a medição de fluxos de calor por radiação e convecção, de acordo com a reivindicação 8, capaz de operar em ambientes caracterizados por uma forte capacidade de sujamento (do Inglês *fouling*), sem prejuízo das suas capacidades de diagnóstico graças ao efeito do gás de sopragem, que afasta da superfície sensível as partículas em suspensão responsáveis por esse efeito.

Lisboa, 19 de Maio de 1995

O Requerente,

  
Maria da Graça Martins da Silva Carvalho

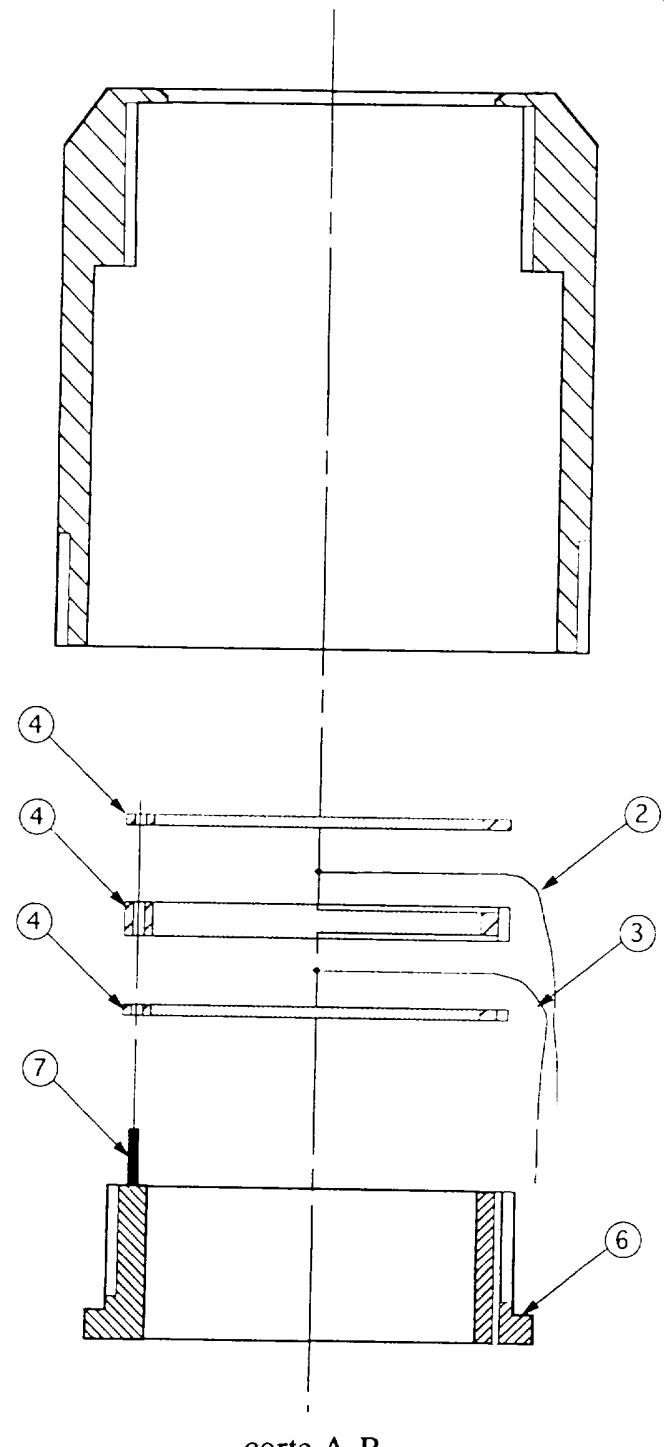
2013-04-02



corte A-B

Fig. 1

*Figura 2*



corte A-B

Fig. 2