



19

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
Ministério da Indústria e do Comércio  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



12 PEDIDO DE PRIVILÉGIO	<b>A</b>	11 21 Número: PI 8603703 22 Data do depósito: 22.07.86
30 Prioridade unionista:	51 Int. Cl. G 01 N 27/74	
43 Data da publicação do pedido: (RPI ) 15.03.88 (RPI 908) 46 Data da Publicação das reivindicações	54 Título: Analisador de metano por combustão em arco-voltáico	
71 Depositante: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"-UNESP.(BR/SP) 72 inventor(es): Augusto Ferreira da Eira e Sergio Luiz Monteiro Salles Filho. 74 Procurador:	80 Pedido Depositado via PCT - Referências: 85 Data do início da fase nacional: 86 Pedido Internacional 87 Publicação Internacional: 81 Países designados: 82 Países eleitos: Comunicado pela RPI nº de	
23 Complementação da Garantia de Prioridade Data:	62 Desdobramento (origem) Nº Data:	
57 Resumo:		

Relatório Descritivo da Patente de Invenção "ANALISADOR DE METANO POR COMBUSTÃO EM ARCO-VOLTÁICO"

Refere-se o presente invento a um aparato para análise de metano em amostras de biogás, sob combustão contínua em fluxo constante de oxigênio livre de  $\text{CO}_2$  e na presença de arco-voltáico. Destina-se a viabilizar essas análises em laboratórios que não dispõem de cromatografia gasosa, sem dúvida o método mais preciso para análise qualitativa e quantitativa de biogás. Por outro lado, o método mais acessível à maioria das instituições envolve a absorção diferencial de gases (método de ORSAT), que determina  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{CH}_4$ , principalmente (WILSON, C.W., IN WELCHER, F.J., Van Nostrand Reinhold, N.Y., 1963; VIEIRA, S.M.M. e col., Tecnologia, RJ, 3(15):26-36, 1981).

Para o caso dos dois primeiros gases, o método de Orsat apresenta precisão razoável. Entretanto, as análises do  $\text{CH}_4$  em pipeta de combustão são imprecisas em decorrência de variações nas proporções da mistura carburante (Salles Filho, S.L.M., Tese de Mestrado, FCA-UNESP-Botucatu-SP, 1985).

A Figura 1 apresenta esquematicamente o aparato objeto deste invento. A amostra do biogás, após absorção do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ , em aparelho de Orsat, é admitida no amostrador (registro 18 fechado e 19 aberto) e injetada lentamente (registro 19 fechado e 18 aberto) em câmara de combustão (4), sob fluxo constante de  $\text{O}_2$  (0,3 l/min, durante 6 minutos, controlado pelo registro 20 e fluxômetro 10), e na presença de arco-voltáico. O  $\text{CO}_2$  formado é capturado em NaOH (9), para subsequente titulometria e cálculo indireto do teor de metano. Por outro lado, na Figura 2, um oscilador estável

(11) em onda quadrada e frequência de 1 KHz, acoplado a um circuito convencional de ignição eletrônica (12), e bobina de alta tensão (13), estabelecem a tensão adequada à descarga em arco.

5 O aparato (Figura 1) consta portanto de 3 setores básicos: a) amostrador (1); b) câmara de combustão (4) e circuitos geradores da descarga em arco (11,12,13 e 14); c) captador de CO<sub>2</sub> (9). O amostrador (1) é uma seringa de 20 ml, com êmbolo movido por um pequeno motor de corrente con-  
10 tínua (2), a uma velocidade constante e controlada. O movimento do êmbolo, para admissão ou expulsão do gás, é comandado por uma chave reversora (3). Acoplado a este sistema, um ducto de gás liga o amostrador à câmara de combustão (4). Uma fonte de corrente contínua estabilizada (14), de 12 V/  
15 1,2 A, fornece a energia para o amostrador e geração do arco voltáico.

A câmara de combustão (4), é um frasco de vidro selado por rolha de borracha (5), por onde passam 3 tubulações: uma conduz a amostra de gás (eletrodo + de Cu/Pt, 6),  
20 outra pela qual entra o fluxo de O<sub>2</sub> (eletrodo - de Cu, 7) e a última para exaustão (8). Entre as tubulações de entrada do biogás e O<sub>2</sub> (eletrodos 6 e 7), forma-se o arco-voltáico que incinera o gás combustível em análise.

Após a queima da amostra, um fluxo de H<sub>2</sub>, contido  
25 no reservatório (16), deve ser injetado lentamente (até aparecer uma chama amarela), com a finalidade de arrastar o biogás remanescente nas tubulações à câmara de combustão. Para evitar riscos de explosão, deverá haver pressão positiva na tubulação de H<sub>2</sub>, obtida com bomba de diafragma (17),  
30 a montante do registro de controle do fluxo (15). A bomba de diafragma (17) poderá ser improvisada com um aerador de aquário a cuja entrada adapta-se uma tubulação ligada diretamente ao reservatório de H<sub>2</sub> (16).

O setor de captura do CO<sub>2</sub> (9) consiste de um reser-  
35 vatório com esferas de vidro (Ø = 2 mm) ao qual incorpora-se 10 ml de NaOH 0,1N. Os carbonatos formados são precipitados com 5 ml de solução saturada de BaCl<sub>2</sub>. A soda livre é

titulada com HCl 0,1N, tendo como indicador a fenolftaleína. Os dados da titulometria são aplicados à equação I abaixo obtendo-se, inicialmente, o teor de CH<sub>4</sub> na amostra queimada:

$$\%CH_4 \text{ amostra} = \frac{(V_b - V_a) \cdot N_{HCl} \cdot 100 \cdot 1,91648}{2 \cdot n} \quad (I)$$

5 onde: %CH<sub>4</sub> amostra = teor de CH<sub>4</sub> na amostra queimada da qual, previamente, absorveu-se CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> no aparelho de Orsat.

V<sub>b</sub> = volume de HCl (ℓ), gasto na titulação da prova em branco

10 V<sub>a</sub> = volume de HCl (ℓ), gasto na titulação da amostra  
N<sub>HCl</sub> = normalidade do HCl

n = nº de moles teoricamente possível no volume da amostra queimada; para o caso de 20 ml, temos que:

$$n = \frac{0,221602}{273 + ^\circ C} \quad (II)$$

15 O fator de conversão (1,91648). deve ser determinado para cada aparelho construído. Obtém-se pela queima de amostras padrão de gás metano e destina-se a corrigir erros oriundos da combustão incompleta, falhas no arraste, captura, etc.

20 Finalmente, o teor de CH<sub>4</sub> no biogás, considerando que da amostra queimada já havia sido absorvido o CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> em aparelho de Orsat, pode ser calculado pela equação III a seguir:

$$\%CH_4 \text{ biogás} = \frac{(100 - V_{Orsat}) \cdot \%CH_4 \text{ amostra}}{100} \quad (III)$$

onde: V<sub>Orsat</sub> = volume dos gases previamente absorvidos em aparelho de Orsat (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>)

25 O diagrama eletro-eletrônico da Figura 2, pode ser viabilizado por técnicos em eletrônica de qualquer cidade, face à sua simplicidade e facilidade de obtenção dos componentes. Utiliza a versão de uma ignição eletrônica por descarga capacitativa, que permite obter tensão adequada à formação de arco mesmo para eletrodos distanciados de 1 cm. A

30

fonte de corrente contínua estabilizada de 12 V/1,2 A, fornece energia aos circuitos eletrônicos da Figura 2 e ao motor (2) que aciona o amostrador de biogás (1) já descrito na Figura 1. Utiliza os seguintes componentes eletro-eletrônicos:

- 1- Transformador com primário para 117 V AC  
e secundário para 16-0-16 V, 2A.
- 2 e 3- Diodos retificadores MR 501 (100V/3A)
- 4- Condensador eletrolítico de 4.700  $\mu$ F/25 V
- 10 5- Transistor TIP 31
- 6- Diodo zenner tipo 1N 4743 (13V/1 Watt)
- 7- Resistor de carvão de 180  $\Omega$ /1/2 W
- 8- Condensador eletrolítico de 100  $\mu$ F/16 V
- 9- Circuito Integrado linear LM 555 CN
- 15 10- Resistor de carvão 1 K $\Omega$ /1/2 W
- 11- Resistor de carvão 75 K $\Omega$ /1/2 W
- 12 e 13- Condensador de poliéster 0,1  $\mu$ F
- 14- Resistor de carvão 220  $\Omega$ /1/2 W
- 15- Transistor TIP 29
- 20 16 e 17- Diodos retificadores 1N 4004
- 18 e 19- Transistor 2 N 3055
- 20- Condensador eletrolítico de 220  $\mu$ F/16 V
- 21 e 22- Condensador de poliéster de 0,1  $\mu$ F
- 23- Resistor de fio 68  $\Omega$ /5 W
- 25 24- Resistor de carvão 1 K $\Omega$ /1/2 W
- 25- Transformador com primários de 12V e 12+12 V  
(CT), 1A e, secundário de 400 V/50 mA
- 26,27,28 e 29- Diodos retificadores 1N 4007
- 30- Resistor de carvão 68  $\Omega$ /2W
- 30 31- Resistor de carvão 3 K $\Omega$ /1/2 W
- 32- Diodo retificador 1N 4004
- 33- Resistor de carvão 10  $\Omega$ /1/2 W
- 34- Condensador de poliéster 0,01  $\mu$ F/630 V
- 35- Condensador de poliéster 1  $\mu$ F/630 V
- 35 36- SCR TIC 106 E
- 37- Resistor de carvão 100  $\Omega$ /1 W
- 38- Resistor de carvão 1 M $\Omega$ /1/2 W

3803703

-5-

- 39- Condensador de poliester 0,22 $\mu$ F/250 V
- 40- Bobina de alta tensãõ (35.000 V), referênciã  
9.220.081.054 (BOSCH) - 12 V.



-1-

### REIVINDICAÇÕES

1- "Analisador de metano por combustão em arco-voltático", caracterizado por um amostrador de biogás (seringa acionada por um micro-motor de corrente contínua, em velocidade constante e controlada), um sistema de ignição eletrônica para geração de arco-voltático em câmara de combustão e, um setor de captura do  $\text{CO}_2$  da combustão, em NaOH com subsequente titulometria para cálculo indireto do teor de metano.

2- "Analisador de metano por combustão em arco-voltático", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela combustão contínua do metano sob fluxo constante de oxigênio, livre de  $\text{CO}_2$  que, na presença do arco-voltático, estabelece a mistura carburante e arrasta o  $\text{CO}_2$  formado na combustão ao setor de captura.

3- "Analisador de metano por combustão em arco-voltático", de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por um oscilador astável em onda quadrada e frequência de 1 KHz, acoplado a um circuito convencional de ignição eletrônica por descarga capacitiva e bobina de alta tensão que estabelecem a descarga em arco, necessária à combustão homogênea da amostra de biogás.

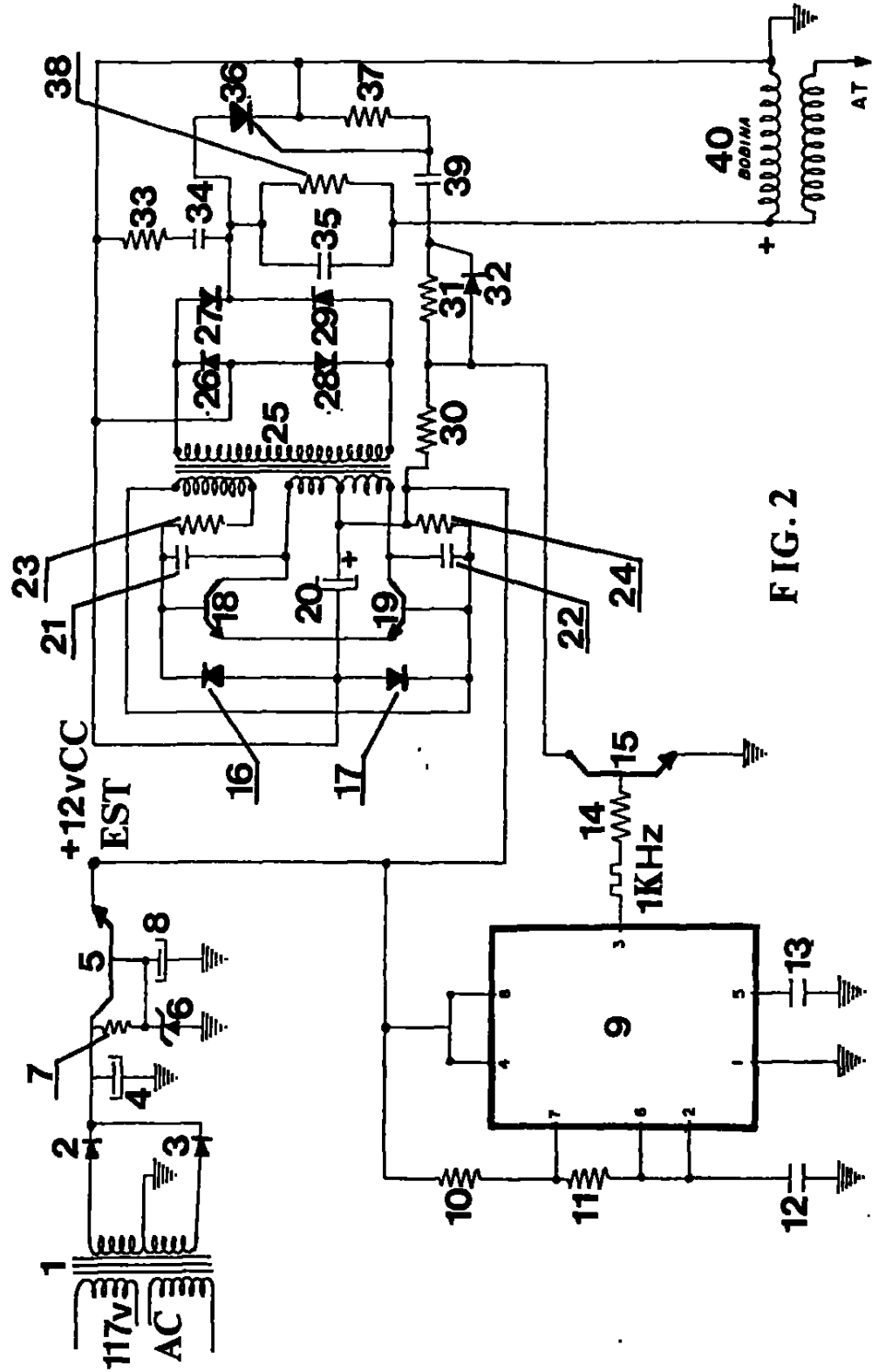


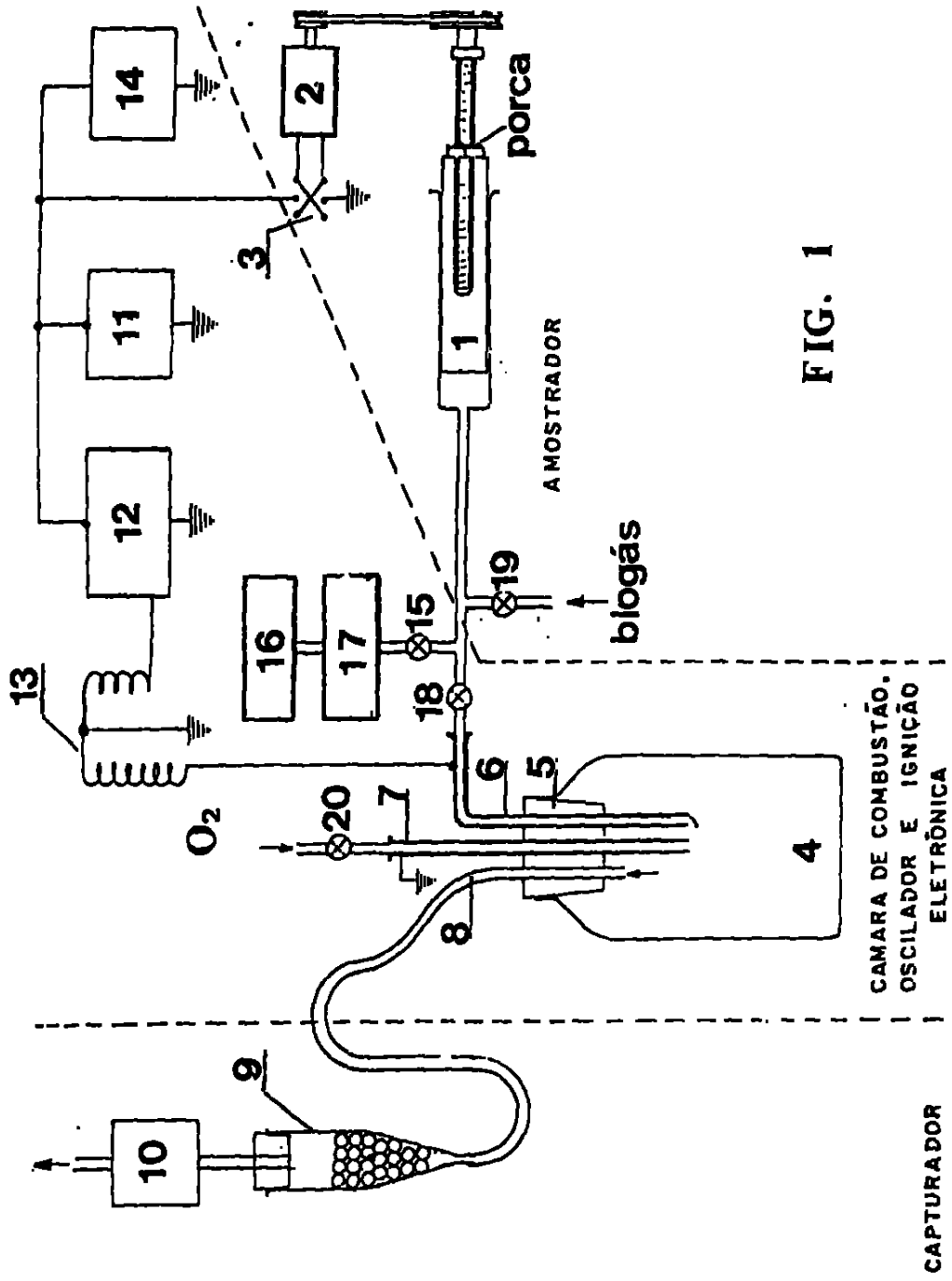
FIG. 2

IGNIÇÃO ELETRONICA

OSCILADOR



335703



3605703

-1-

### RESUMO DA INVENÇÃO

Patente de Invenção: "ANALISADOR DE METANO POR COMBUSTÃO EM ARCO-VOLTÁICO"

Patente de Invenção de um aparato para análise de  
5 metano em amostras de biogás, composto por três setores: um amostrador (seringa acionada por um pequeno motor de corrente contínua, em velocidade constante e controlada); um sistema de ignição eletrônica para geração de arco-voltáico em câmara de combustão e, um setor de captura do  $\text{CO}_2$  oriundo  
10 da combustão.

A amostra de biogás, após absorção do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ , em aparelho de Orsat, é injetada em câmara de combustão sob fluxo constante de oxigênio livre de  $\text{CO}_2$ , e na presença do arco-voltáico. O  $\text{CO}_2$  formado é capturado em NaOH para subsequente titulometria e cálculo indireto do teor de metano.  
15 Um oscilador estável em onda quadrada de 1 KHz, acoplado a um circuito convencional de ignição eletrônica por descarga capacitiva e bobina de alta tensão, estabelecem a descarga em arco, necessária à combustão homogênea da amostra de bio  
20 gás.