

19



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério da Justiça
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

11

21

PI 8900182 A

43

Data da publicação: 14/08/90 (RPI 1028)

51

Int Cl⁴: F24J 2/00

30

Prioridade unionista:

71

Depositante: Universidade Federal de Pernambuco (BR/PE)

72

Inventor(es): Naum Fraidenaich; Chiguel Tiba; Eielza Moura de Souza Barbosa; Heitor Scalabrini Costa; José Martiniano Vanderley de Aguiar

74

Procurador:

22

Data do depósito: 05/01/89

86

Pedido internacional:

87

Publicação internacional:

54

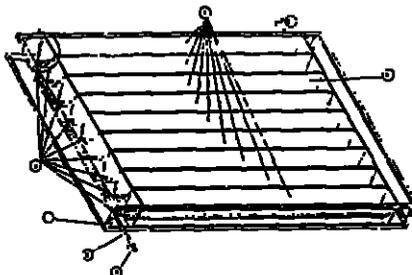
Título:

57

Resumo:

"Coletor solar concentrador, tipo CPC, com absorvedor cilíndrico não evacuado para produção de energia térmica até temperaturas de 140 C."

O presente privilégio de invenção consiste em um coletor solar concentrador, de relação de concentração aproximadamente igual a 4X, para produção de energia térmica no intervalo de temperatura de 60 a 140°C. Está constituído por um conjunto de cavidades concentradoras de geometria cardioides (fabricadas em poliéster com fibra de vidro e revestidas interiormente com uma folha de alumínio brilhante). Em sua primeira versão, o absorvedor está constituído por nove tubos de cobre, revestidos com uma superfície seletiva e interligados em paralelo. A segunda versão acrescenta envoltura cilíndrica de vidro em torno de cada tubo absorvedor. As nove cavidades com seus respectivos absorvedores sem e com envoltura de vidro estão localizadas em uma caixa de alumínio. A caixa, hermeticamente fechada e isolada termicamente, está coberta na sua parte superior por uma placa de vidro transparente que permite o ingresso e conversão da radiação solar. A entrada e saída do fluido térmico estão localizadas nos extremos diagonais da caixa de alumínio. O conjunto descrito, que constitui o coletor solar, está montado sobre uma base que permite mudar a inclinação do plano de abertura do coletor em torno do eixo longitudinal da base, orientado segundo a direção leste-oeste. Na mesma direção estão orientados os absorvedores do coletor. O ângulo de inclinação da abertura responde a um cronograma de movimentação, que no presente caso, prevê um total de dez movimentos ao longo do ano.



Relatório Descritivo do Privilégio de Invenção "COLETOR SOLAR CONCENTRADOR, TIPO CPC, COM ABSORVEDOR CILÍNDRICO NÃO-EVACUADO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA ATÉ TEMPERATURAS DE 140°C".

05 A presente patente constitui-se em um equipamento, conhecido na literatura como coletor solar tipo CPC, com absorvedor cilíndrico não-evacuado, que converte a energia solar, incidente na sua abertura, em energia térmica na forma de um fluido quente.

10 O funcionamento deste equipamento baseia-se no conceito de concentrador ideal, formulado quase simultaneamente por Hintenberger e Winston nos Estados Unidos, por Ploke na Alemanha e por Baranov e Melnikov na URSS (H. Hinterberger e R. Winston, Rev. Sci Instrum., vol. 15 37, pag. 1094, 1966; M. Ploke, Optik, vol. 25, pag. 31, 1967; V.K. Baranov e G. K. Melnikov, Sov. J. Opt. Techn., vol. 33, pag. 408, 1966).

O concentrador ideal é um sistema ótico que permite atingir a máxima concentração teórica.

20
$$C = \frac{1}{\text{sen } \theta}$$

para um determinado intervalo θ de aceitação angular (figura 1).

25 Coletores solares utilizando este tipo de concentrador foram construídos em diversos países, havendo atingido em alguns casos o estágio de comercialização.

A utilização da concentração de radiação solar tem como objetivo básico possibilitar a obtenção de temperaturas relativamente altas, tanto mais elevadas 30 quanto maior seja a concentração, devido a que, nestes

equipamentos, a superfície de perdas é $1/C$ vezes menor que a superfície de coleção de radiação.

Outros recursos são igualmente utilizados para diminuir as perdas de energia do coletor e poder, por conseguinte, aumentar a temperatura do fluido térmico. Estes recursos são os seguintes:

- Superfícies seletivas, de relação de absorvância a emissância igual a 9 vezes, aproximadamente;
- Atmosfera de vácuo na região do absorvedor;
- Absorvedor inserido em envoltura de vidro.

Os concentradores ideais, também denominados parabólicos (CPC), devido a que este tipo de concentrador foi um dos primeiros a ser utilizado, constituem uma família de concentradores. Para cada geometria de absorvedor existe uma geometria da superfície refletora (figura 1a, b e c). As geometrias mais favoráveis para conversão de energia solar em energia térmica são aquelas em que o absorvedor está totalmente contido no interior da cavidade (figura 1b e c). A geometria correspondente ao absorvedor cilíndrico, indicada na figura 1c), é a mais propícia do ponto de vista da realização prática. Precisamente esta geometria ou a mesma com pequenas modificações, foi escolhida para o desenvolvimento de coletores solares com baixa relação de concentração.

Nos Estados Unidos foi desenvolvido um coletor com cavidades tipo CPC, com absorvedor cilíndrico, que utiliza os recursos acima mencionados, particularmente atmosfera de vácuo (J.J. Gallagher, K. Snail, R. Winston, C. Peck, J.D. Garrison, "A new evacuated CPC collector tube". Solar Energy, vol. 29, pag 575, 1982; "Sunmaster evacuated tubular collector with 1,1X CPC reflector", Sunmaster brochure, Corning, N.Y., 1983). A figura 2a e b mostra uma vista do coletor concentrador com tubos evacuados. Este equipamento permite obter temperaturas acima de 200°C , mas para tanto exige de uma tecno



logia de vácuo muito bem desenvolvida. Um coletor concen-
trador, que trabalha a pressão atmosférica, utiliza a
mesma geometria do concentrador Sunmaster (figura 3) e
superfície seletiva no absorvedor, foi desenvolvido por
05 outros pesquisadores (M. Collares Pereira, "Description
and testing of a non-evacuated 1,5X CPC type collector:
thermal performance comparison with other collector ty-
pes", ASME Journal of Solar Engineering, vol. 107, pag.
277, 1985. "1,5X TECSO non-evacuated CPC with tubular re-
10 ceiver". TECSO, Tecnologia Solar Ltd., Valado dos Frades,
Nazaré, Portugal). Este coletor trabalha até uma tempera-
tura máxima de 90°C. Em ambos casos citados a relação de
concentração é próxima a 1X, o que permite que os coeto-
res solares permaneçam estacionários ao longo do ano.

15 O coletor solar objeto da presente patente,
desenvolvido no Grupo de Pesquisas em Fontes Alternati-
vas de Energia da Universidade Federal de Pernambuco,
utiliza um concentrador tipo CPC com absorvedor cilíndri-
co não evacuado, trabalha até temperaturas de 140°C e
20 combina concentrações intermediárias ($C \approx 4$) com superfi-
cies seletivas e opcionalmente tubo de vidro. As tempera-
turas atingidas possibilitam atender uma fração relativa-
mente ampla da demanda de energia térmica de uso indus-
trial. Ao mesmo tempo e pelo fato de utilizar concentra-
25 ções na ordem de 4X, torna-se necessário um certo número
de ajustes da inclinação do plano de abertura do coletor
ao longo do ano. O cronograma de movimentos forma parte
da rotina operacional do sistema.

A solução encontrada corresponde a assim de-
30 nominada tecnologia intermediária que utiliza, em sua
maioria, materiais disponíveis no país e técnicas cons-
trutivas que possibilitam sua imediata industrialização.

Para maior compreensão da invenção, apresen-
tamos os seguintes desenhos:

35 Figura 4: vista do coletor solar concentrador.

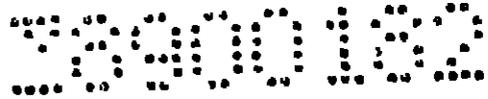


Figura 5: Seção transversal da cavidade ótica concentradora.

Figura 6: Seção transversal da cavidade ótica nas duas configurações do absorvedor utilizadas.

05 Figura 7: Detalhes do coletor solar relativo ao conjunto de cavidades concentradoras.

Figura 8: Sistema de fixação do tubo absorvedor.

10 Figura 9: Projeção da cavidade concentradora e detalhe do sistema de isolamento térmico.

Figura 10: Detalhe interno de interligação dos tubos absorvedores do coletor solar.

Figura 11: Detalhe da estrutura de sustentação e movimentação do coletor solar.

15 O coletor solar, objeto da presente patente (figura 4), está constituído por um conjunto de cavidades concentradoras de geometria cardioide (1), unidas entre si, no caso nove, tendo em seus centros, tubos absorvedores (2) sendo este conjunto inserido em uma
20 caixa estruturada com perfis de alumínio (3) como mostrado na figura 7. De acordo com a figura 9, as partes laterais (4) e inferior (5) da caixa encontram-se revestidas de isolante térmico, tipo fibra de vidro, para minimizar as perdas térmicas através dessas superfícies. As cavidades concentradoras (1) encontram-se revestidas por uma
25 superfície refletora (6) (figura 5); os tubos absorvedores na configuração simples seletivo (2) ou composto seletivo (7) (figura 6) estão interligados em paralelo por um tubo de cobre (8), distribuidor de fluido na região
30 de entrada (9) e coletor de fluido na região de saída (10), segundo mostram as figuras (7) e (10). O sistema de fixação (11) de cada tubo absorvedor (2) é constituído por uma peça de material plástico cuja forma reproduz a geometria da região inferior da cavidade. A peça de
35 fixação (11) permite a passagem do tubo absorvedor (2)



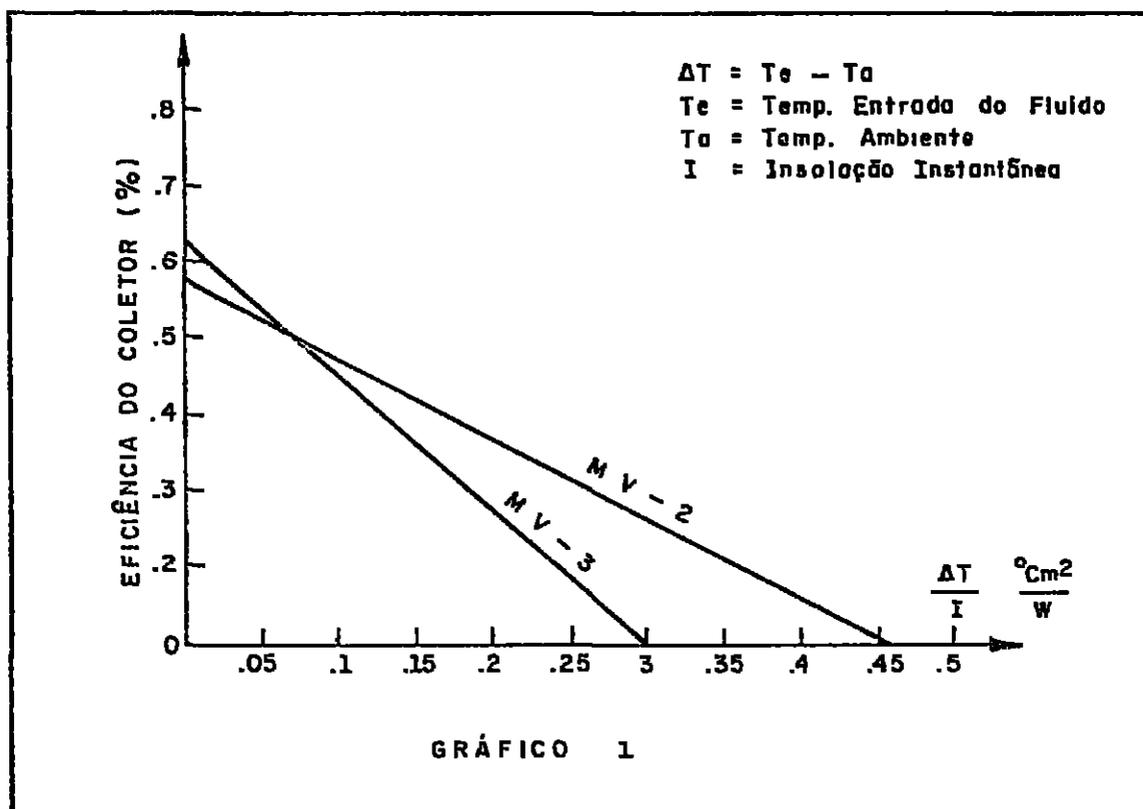
através de um orifício, fixando-o nas extremidades e no centro da cavidade ótica (1) (figura 8). Opcionalmente, utiliza-se tubo absorvedor composto seletivo (7) (figura 6).

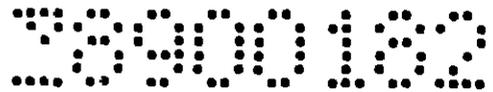
05 A caixa de alumínio (12) que aloja o conjunto de cavidades óticas (1) possui na sua parte superior uma cobertura de vidro transparente (13) que veda hermeticamente o conjunto coletor de radiação solar ao mesmo tempo que possibilita o ingresso e conversão da radiação
10 no interior das cavidades concentradoras (figura 9). As dimensões externas da caixa correspondem as medidas standard de (1 x 2m²) de superfície superior e no caso presente 0,17m de altura.

Especificamente, quando se utiliza poliéster reforçado com fibra de vidro na construção das cavidades concentradoras, o peso por unidade de superfície do coletor é de 28kg/m², podendo ser alterado dependendo do material utilizado na fabricação das cavidades (1) e no isolamento térmico (4) e (5).

20 O coletor solar está montado sobre uma estrutura (15) (figura 11) que permite mudar a inclinação do plano de abertura do coletor em torno do eixo longitudinal (14) da mencionada estrutura, orientado na direção leste-oeste. Os absorvedores do coletor (2), estão orientados na mesma direção. A inclinação do plano de abertura segue um cronograma anual de posicionamento, que no
25 presente caso prevê um total de dez movimentos ao longo do ano.

Para uma melhor compreensão e comprovação da
30 eficiência do coletor concentrador da presente invenção, apresentam-se abaixo curvas características (gráfico 1) para as duas configurações de absorvedor com (2) e sem (7) tubo de vidro (figura 6), anteriormente descritas.





REIVINDICAÇÕES

1 - "Coletor Solar Concentrador, Tipo CPC Com Absorvedor Cilíndrico Não-evacuado Para Produção de Energia Térmica até Temperaturas de 140°C" caracterizado
05 pelo fato de ser constituído de um conjunto de cavidades concentradoras de geometria cardioide (1), unidas entre si, tendo em seus centros tubos absorvedores (2) opcional
mente inseridos em envolturas cilíndricas de vidro (7), interligados em paralelo por um tubo de cobre (8) distri
10 buidor de fluido na região de entrada (9) e coletor de fluido na região de saída (10), sendo o dito conjunto in
serido em caixa de alumínio (12) estruturada com perfis de alumínio (3), cujas partes laterais (4) e inferior (5)
são revestidas com isolante térmico. Caracteriza-se ain
15 da pelo fato de possuir concentrações intermediárias (C) aproximadamente igual a 4X.

2 - "Coletor Solar", de acordo com a reivin
dicação 1, caracterizado pelo fato de que a fixação dos
tubos absorvedores (2) ou (7) ao longo das cavidades con
20 centradoras se faz através de peça de fixação (11).

3 - "Coletor Solar", de acordo com a reivin
dicação 1, caracterizado pelo fato de que o conjunto de
cavidades concentradoras (1) e tubos absorvedores (2)
estão inseridos em uma caixa (12) estruturada com perfis
25 de alumínio (3), coberta com vidro transparente (13).

4 - "Coletor Solar", de acordo com qualquer
das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato
de que os tubos absorvedores (2) são de cobre, revesti
dos por um material que proporciona propriedades óticas
30 seletivas, e estão opcionalmente inseridos em envolturas

cilíndricas de vidro (7).

5 - "Coletor Solar", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser ajustável na sua posição ao longo do ano, de acordo com o cronograma de movimentação anual de posicionamento.

6 - "Coletor Solar", de acordo com as reivindicações 1 e 5, caracterizado pelo fato de que o dito ajuste é possível por estar montado em uma base (15) que permite a mudança do ângulo de inclinação do plano de abertura do coletor em torno do seu eixo longitudinal da base (14), orientado na direção leste-oeste. Os absorvedores do coletor estão orientados na mesma direção.

2000182

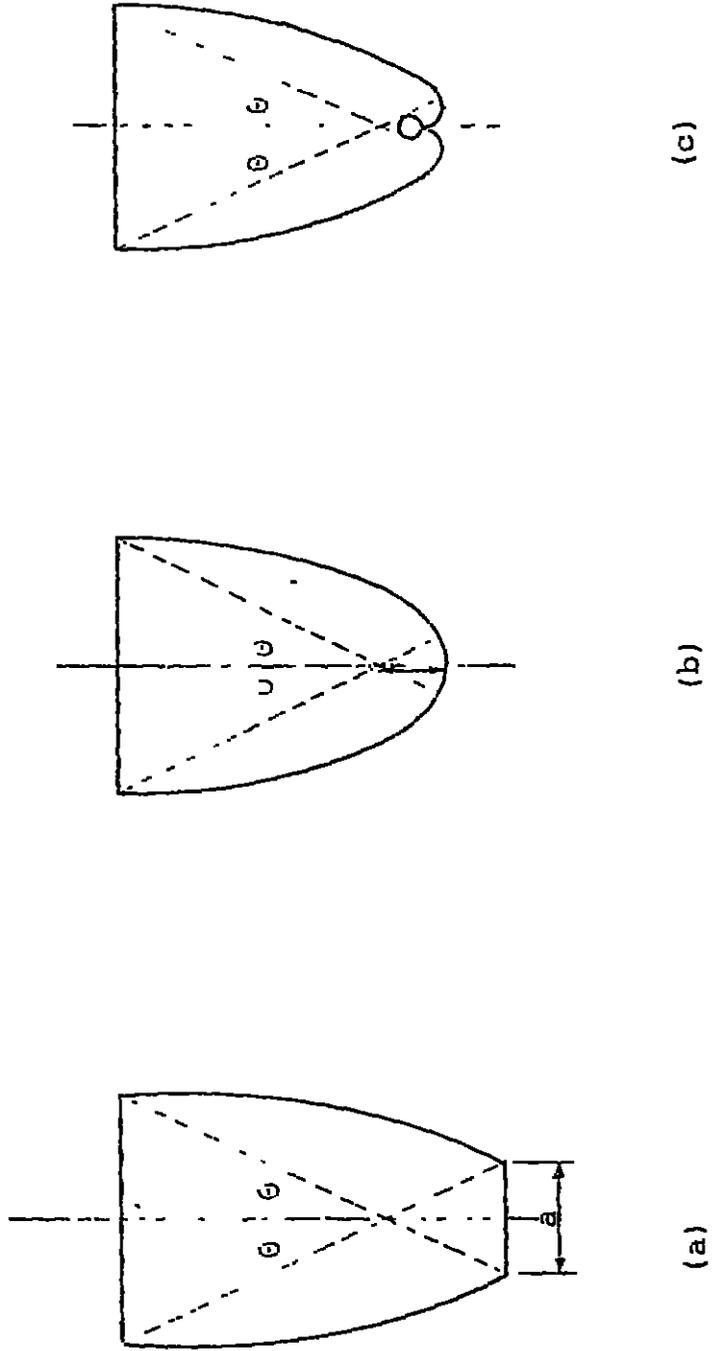
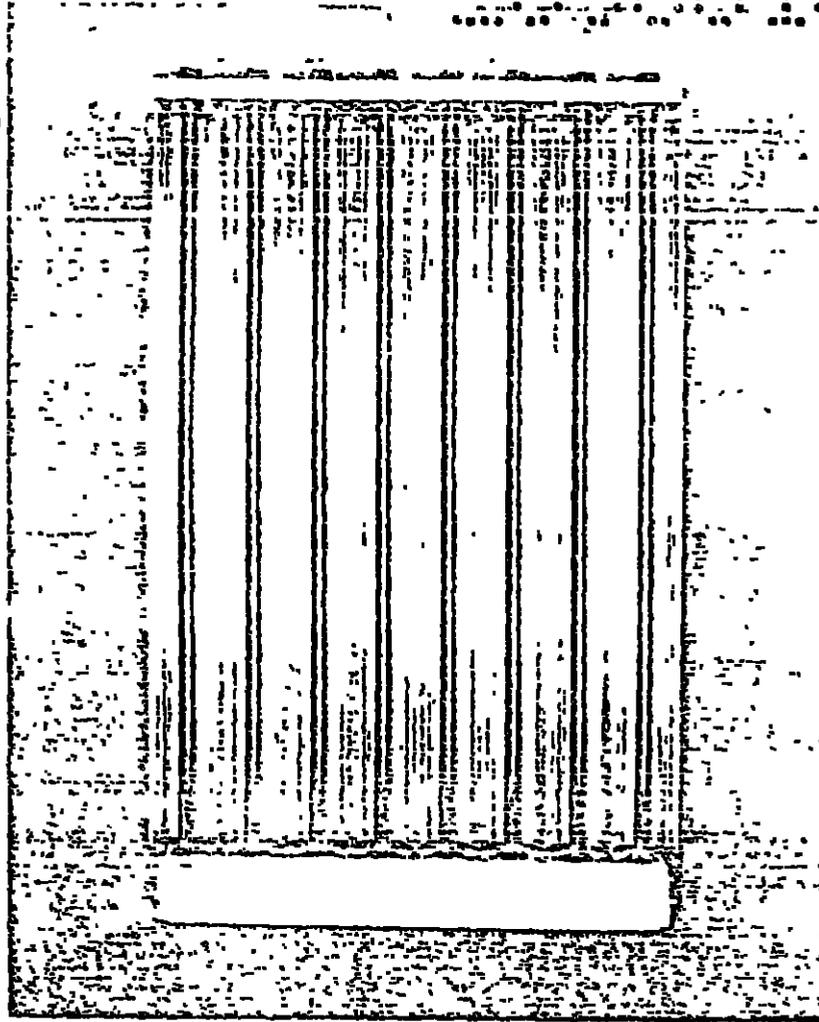
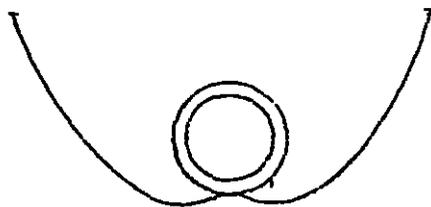


FIGURA 1

XXXXXXXXXX



(a)



(b)

2900180

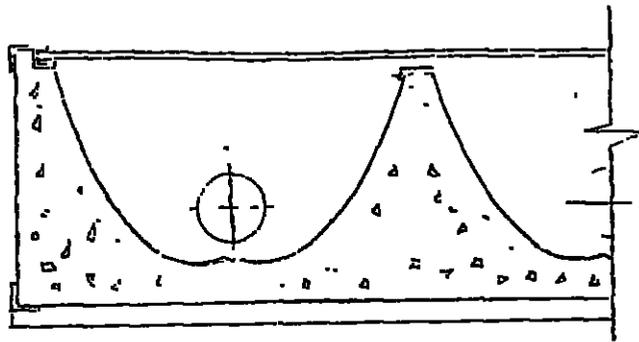


FIGURA 3

2900182

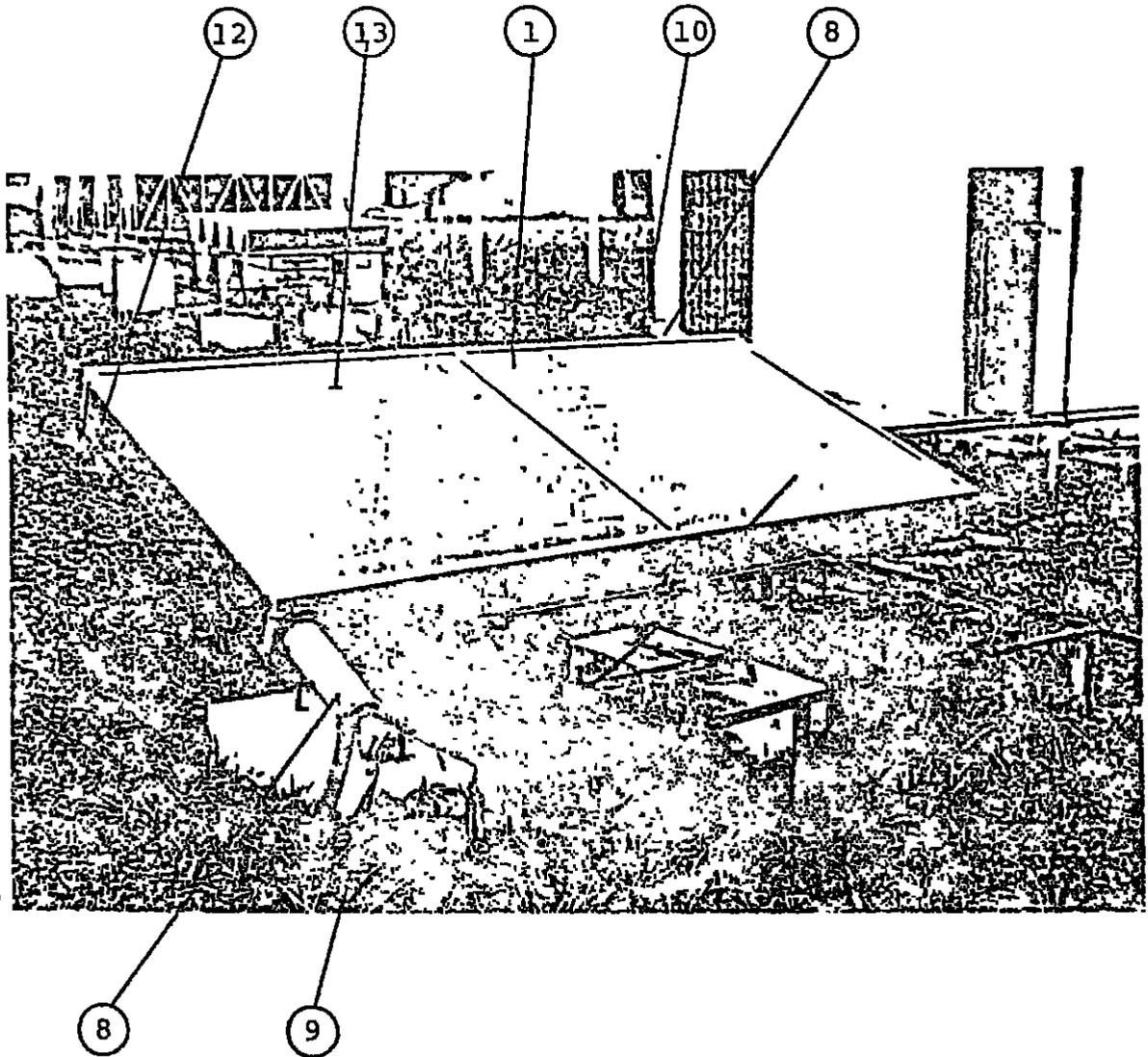


FIGURA 4

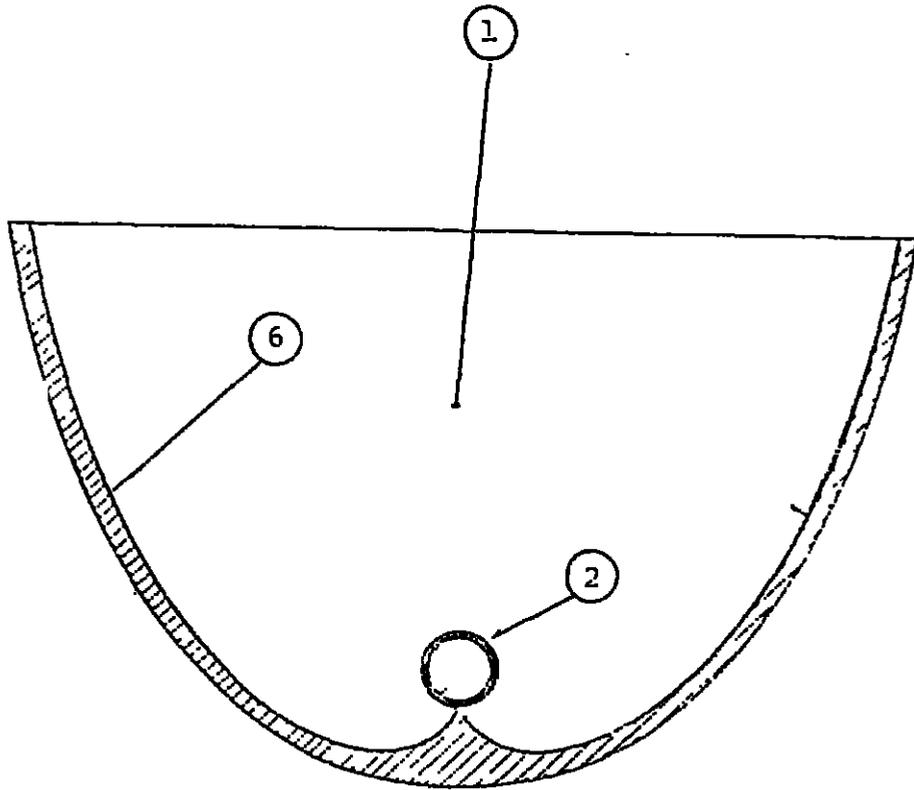


FIGURA 5

2800182

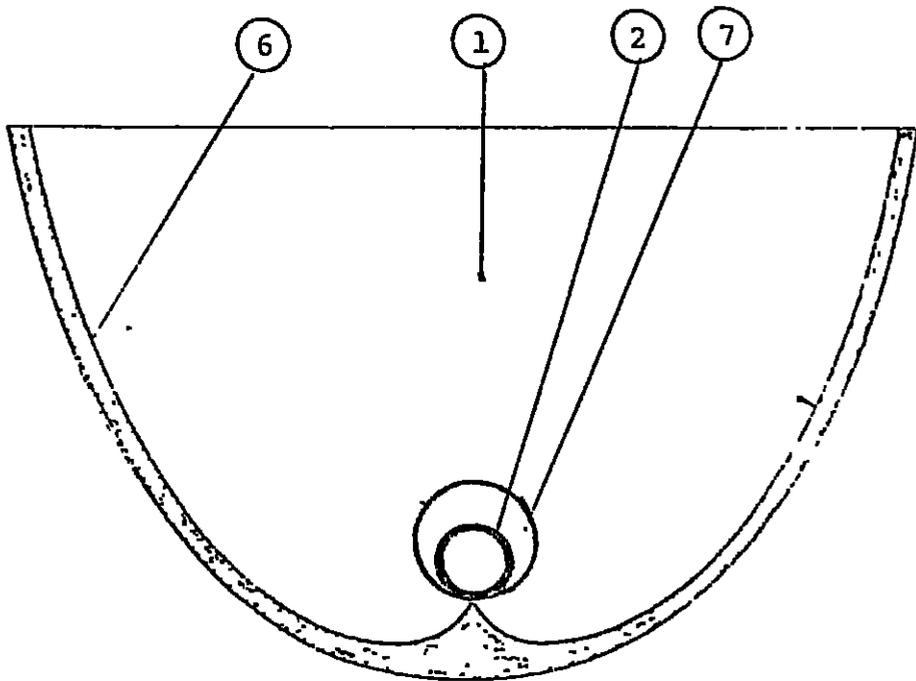
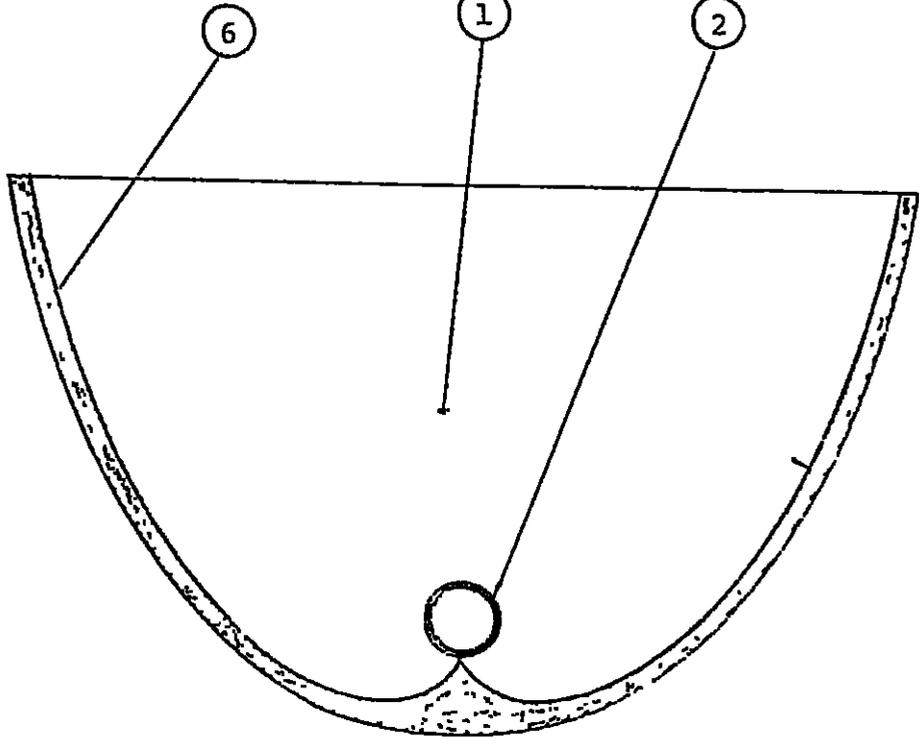


FIGURA 6

3500

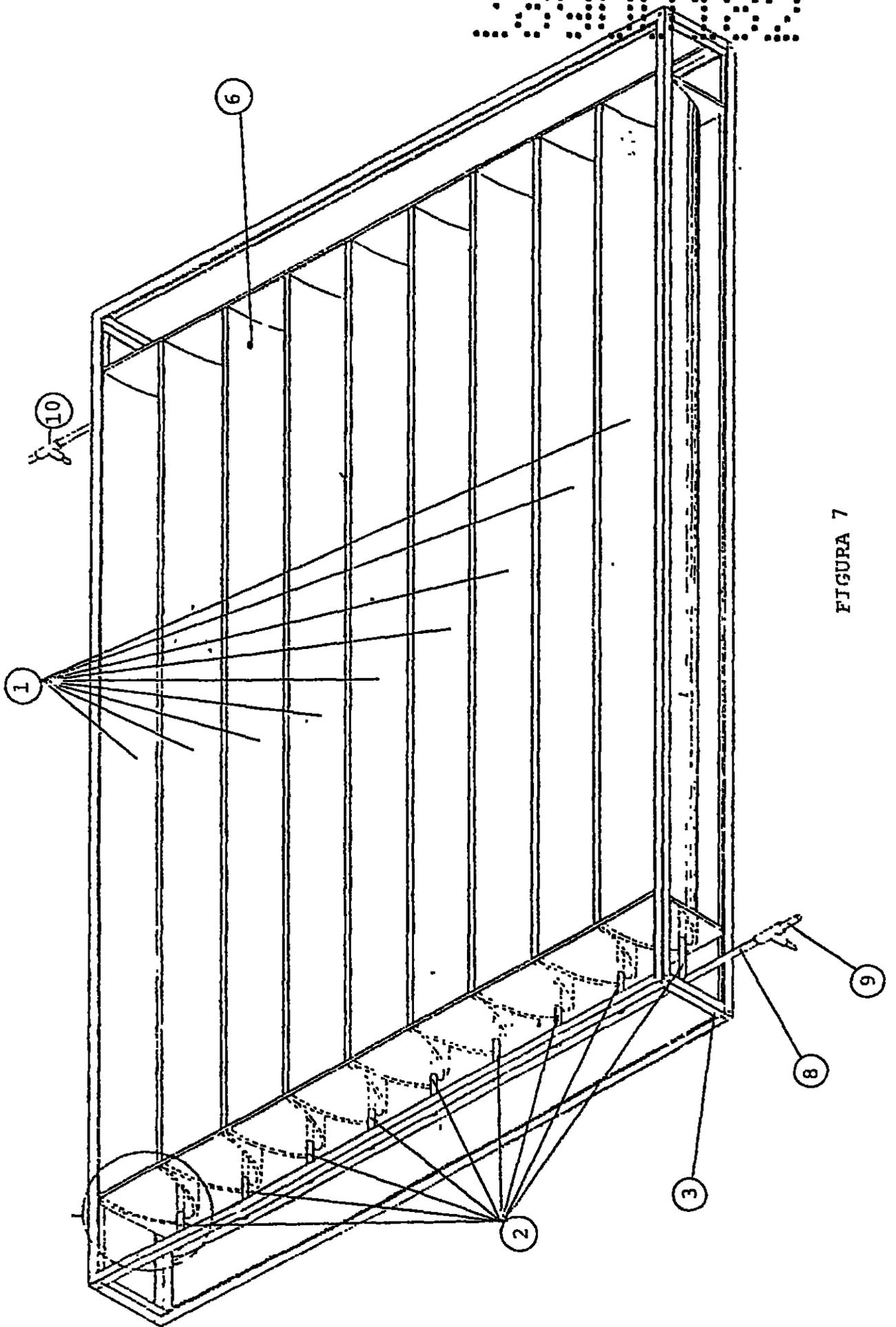


FIGURA 7

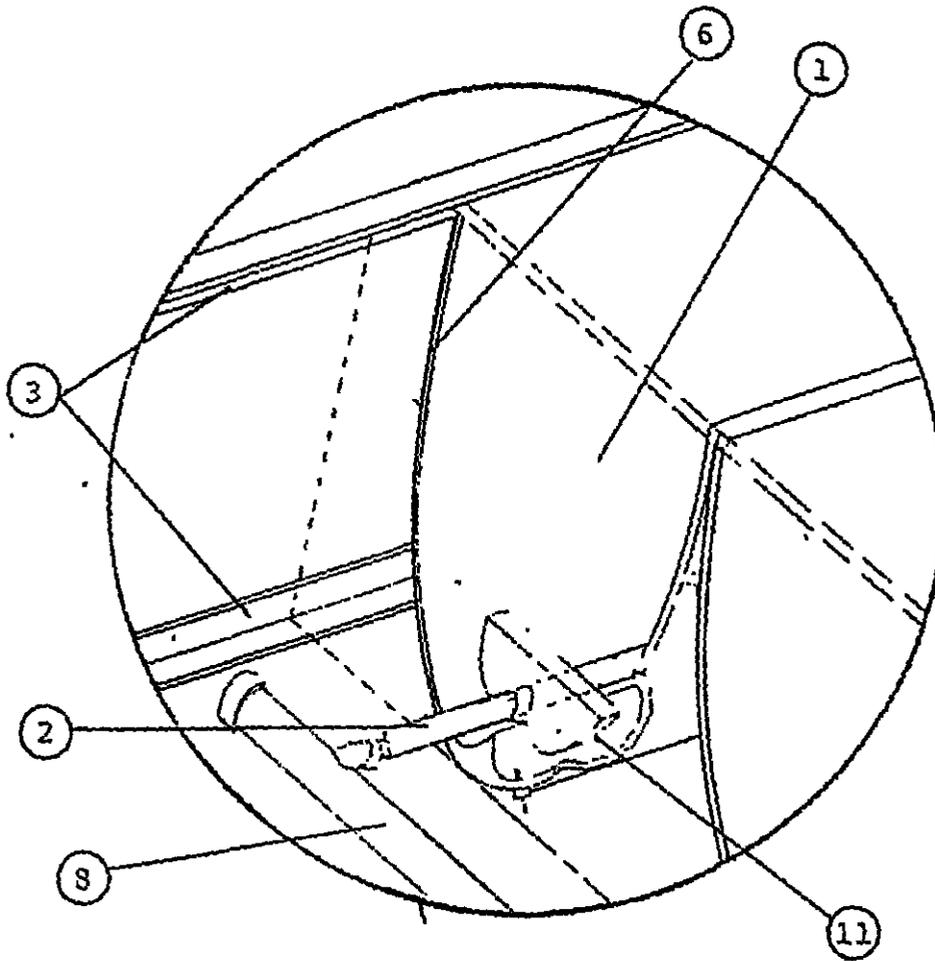
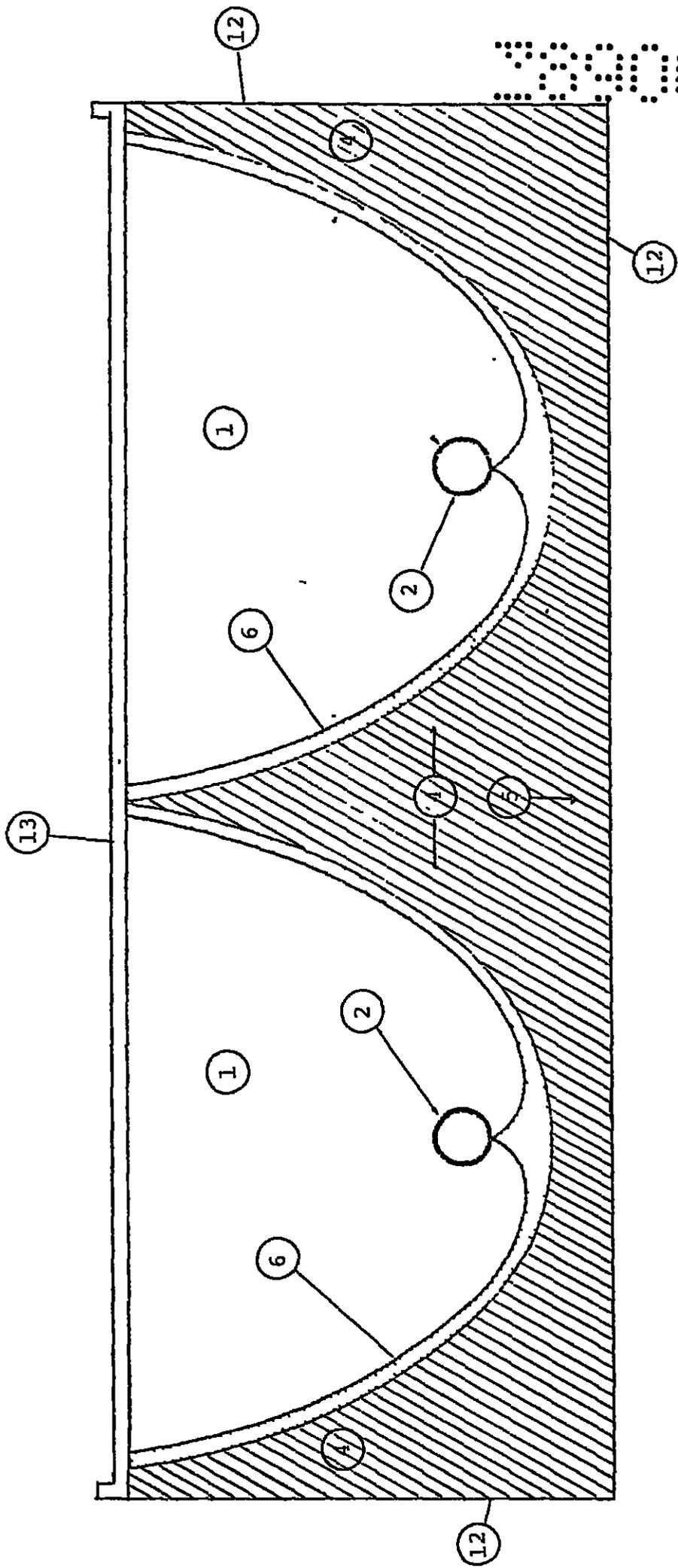


FIGURA 8



3333

FIGURA 9

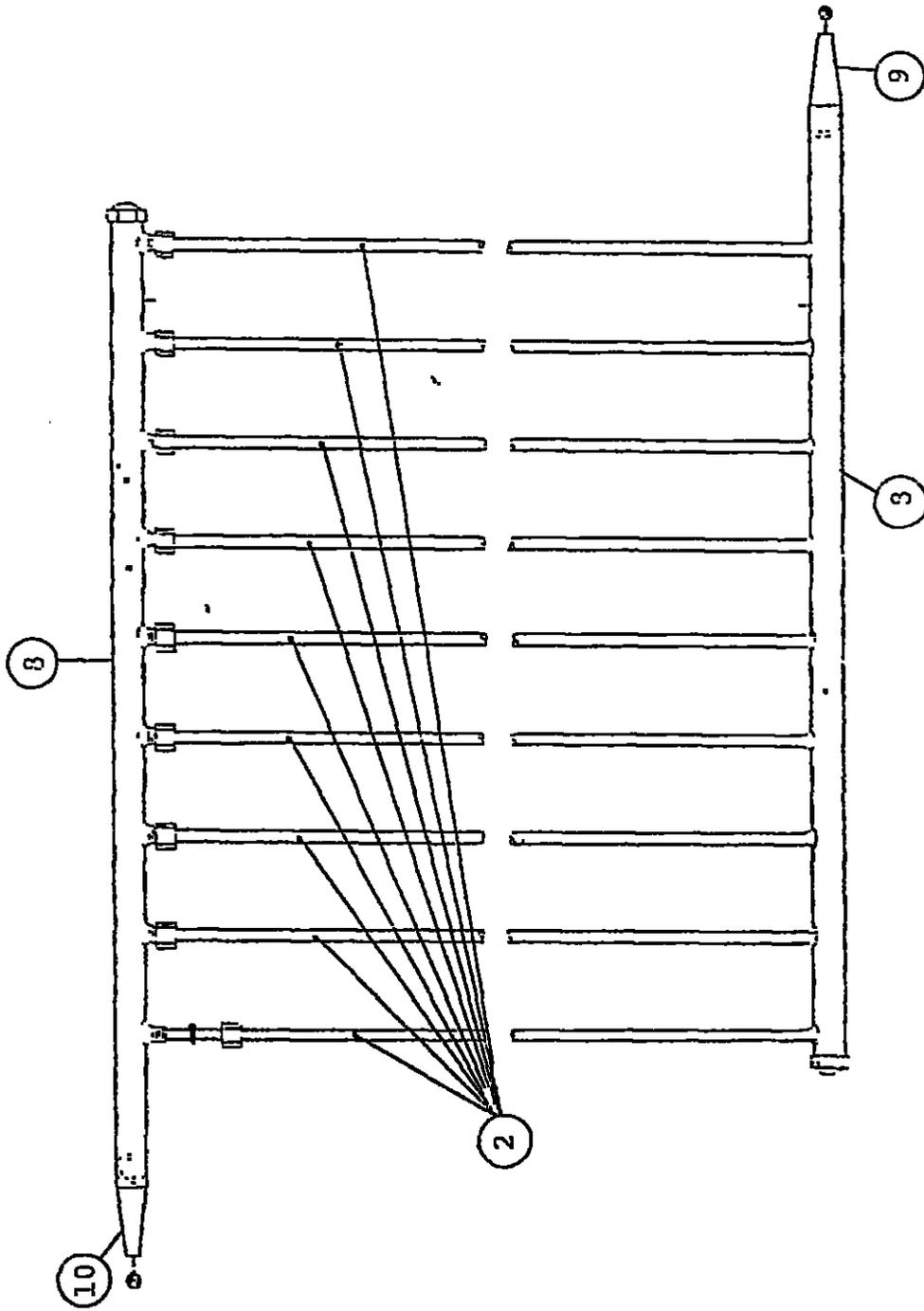


FIGURA 10

3500190

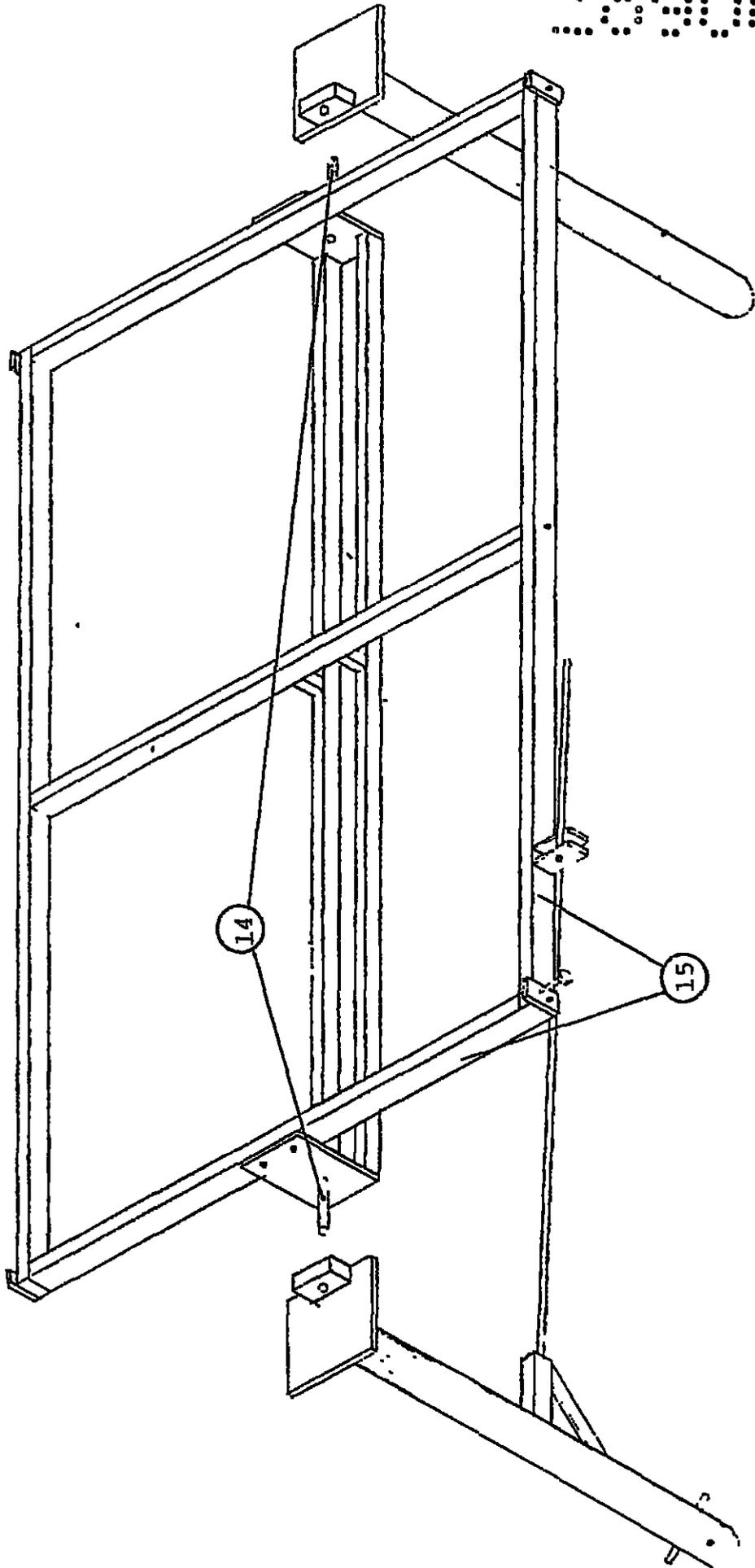


FIGURA 11

RESUMO DA INVENÇÃO

Privilégio de Invenção: "COLETOR SOLAR CONCENTRADOR TIPO CPC COM ABSORVEDOR CILÍNDRICO NÃO-EVACUADO, PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA ATÉ TEMPERATURAS DE 140°C".

05 O presente privilégio de invenção consiste em um coletor solar concentrador, de relação de concentração aproximadamente igual a 4X, para produção de energia térmica no intervalo de temperaturas de 60 a 140°C. Está constituído por um conjunto de cavidades concentra

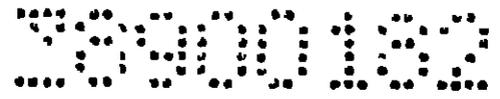
10 doras de geometria cardioide (fabricadas em poliéster com fibra de vidro e revestidas interiormente com uma folha de alumínio brilhante). Em sua primeira versão, o absorvedor está constituído por nove tubos de cobre, re

15 paralelo. A segunda versão acrescenta envoltura cilíndrica de vidro em torno de cada tubo absorvedor. As nove cavidades com seus respectivos absorvedores sem e com envoltura de vidro estão localizadas em uma caixa de alumínio. A caixa, hermeticamente fechada e isolada termica

20 mente, está coberta na sua parte superior por uma placa de vidro transparente que permite o ingresso e conversão da radiação solar. A entrada e saída do fluido térmico estão localizadas nos extremos diagonais da caixa de alumínio. O conjunto descrito, que constitui o coletor so

25 lar, está montado sobre uma base que permite mudar a inclinação do plano de abertura do coletor em torno do eixo longitudinal da base, orientado segundo a direção leste-oeste. Na mesma direção estão orientados os absorvedores do coletor. O ângulo de inclinação da abertura responde

30 a um cronograma de movimentação, que no presente caso,

The logo consists of the word "SOMOS" rendered in a dot-matrix font. Each letter is formed by a grid of small black dots on a white background. The letters are bold and blocky, with a consistent spacing between them.

prevê um total de dez movimentos ao longo do ano.