

end
end
abende
end
end
end
end

"O EMPREGO DE BLINDAGENS PORTÁTEIS EM RADIOGRAFIA INDUSTRIAL"

ENG^o JOSE ANÍSIO DE OLIVEIRA E SILVA
TECNODUTOS ENGENHARIA DE DUTOS S/A

1. Encontro Nacional de
Supervisores de Radioproteção
Industrial
São Paulo, SP (Brazil)
11-13 Apr 1988

O EMPREGO DE BLINDAGENS PORTÁTEIS EM RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**S U M Á R I O****SINGPSE**

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. CRITÉRIOS DE PROJECTO**
- 3. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO**
- 4. CONCLUSÃO**

SINOPSE

São discutidas as técnicas atualmente utilizadas para reduzir as taxas de exposição a radiações durante a execução de exames por gamagrafia em regiões de elevada densidade populacional.

É apresentado um equipamento portátil de blindagem de radiação para utilização em exames por gamagrafia em tubulações ou assemblhados, que consiste num dispositivo ajustável ao corpo do objeto a ser examinado, incorporando um colimador e um escudo dimensionados e geometricamente arranjados de tal maneira que as radiações se limitam a impressionar o filme radiográfico empregado no exame, sem atingir de forma danosa pessoas, objetos ou semoventes que estejam nas proximidades.

1 - INTRODUÇÃO

Como é de conhecimento público, os exames por gamagrafia utilizam os raios gama para mostrar a presença de certas características ou descontinuidades internas dos materiais. Os exames baseiam-se na capacidade apresentada por radiações de pequeno comprimento de onda, emitidas por aparelhos de raios x ou por fontes radioativas, de atravessarem materiais opacos à luz comum. Parte da radiação emitida atravessa o objeto examinado e outra parte é absorvida, dependendo de vários fatores como intensidade e comprimento de onda da radiação, bem como do tipo e da espessura do material. Onde existe um vazio ou descontinuidade, há menos material para absorver a radiação e assim, a quantidade de radiação que atravessa um objeto pode não ser a mesma em todas as regiões.

Essa radiação emergente irá impressionar um filme radiográfico, formando uma imagem cujas áreas mais escuras indicam a existência de cavidades internas ou regiões de menor espessura no objeto examinado, nas quais o feixe de radiação foi menos absorvido. De maneira análoga, as áreas mais claras da imagem radiográfica indicam a existência de regiões de maior espessura, ressaltos interiores ou exteriores ao objeto radiografado, nas quais o feixe de radiação foi mais absorvido.

A exposição de organismos vivos a radiações ionizantes produz, em maior ou menor grau, modificações ou destruição de suas células. Esses efeitos, que podem ser somáticos, manifestando-se apenas no indivíduo irradiado ou genéticos, transmitindo-se a seus descendentes, dependem do tipo e da energia de radiação, assim como do tempo de exposição. Provocam, a nível celular, a inibição da capacidade reprodutiva, alterações morfológicas e funcionais, além da destruição de tecidos. A nível orgânico, seus efeitos mais perigosos incluem as perturbações genéticas, as malformações congênitas, os cânceres e a leucemia.

Por causa dos perigos envolvidos, as fontes radioativas devem ser manejadas com cuidado, sendo necessário o emprego de

aparelhos irradiadores especialmente projetados para permitir a sua guarda, transporte e utilização em condições aceitáveis de segurança. Para execução de exames por gamagrafia, um dispositivo de comando à distância, acionado pelo operador, provoca a saída da fonte do interior do irradiador e o seu deslocamento, através de um tubo-guia usualmente desprotegido, até o local que se deseja radiografar.

As radiações emitidas por uma fonte radioativa que esteja fora do aparelho irradiador se propagam em todas as direções, mantendo taxas de exposição elevadas num raio de até algumas centenas de metros, como exemplificado na tabela I, onde são indicadas as distâncias em que ocorrem as taxas de exposição de 2,5 mR/h e 0,25 mR/h, respectivamente associadas aos limites derivados do trabalho admissíveis para exposição de trabalhadores e do público em geral.

As dificuldades envolvidas na observância das distâncias de isolamento necessárias aumentam em zonas urbanas e regiões de densidade populacional mais elevada, exatamente onde os códigos de construção de tubulações de distribuição de fluidos exigem a execução mais frequente de exames por gamagrafia, de maneira a verificar a integridade das soldas realizadas e aumentar o coeficiente de segurança das linhas construídas. Como existe a necessidade de retirar das áreas que apresentam taxas de exposição superiores ao admissível, todos os indivíduos do público, inclusive aqueles empregados nas atividades de construção e montagem das tubulações, a execução das gamagrafias não pode ser concomitante com aquelas atividades, provocando a necessidade de programação de trabalhos noturnos, dificuldades na coordenação dos serviços, além de outros transtornos.

As técnicas atualmente utilizadas para reduzir as taxas de exposição durante a execução de gamagrafias em zonas urbanas e regiões de elevada densidade populacional são duas: o emprego de colimadores, algumas vezes em conjunto com blindagens de campo (chapas de chumbo montadas em suportes metálicos) e a execução de gamagrafia no interior da vava aberta

blindagem os próprios taludes de terra.

O emprego de colimadores, associados ou não a blindagens de campo, apresenta os seguintes problemas:

- . Dificuldade de fixação do colimador na tubulação a ser radiografada
- . Dificuldade de posicionamento correto das blindagens de campo em relação ao feixe colimado de radiação
- . Elevado peso das placas de chumbo empregadas como blindagem de campo, acarretando considerável dificuldade em seu manuseio.

Já a utilização de técnica de radiografia no interior da vala, apresenta os seguintes problemas:

- . Ausência completa de proteção na direção paralela ao eixo da vala
- . Dificuldades adicionais para execução da gamagrafia
- . Dificuldades adicionais para execução dos serviços de construção e montagem das tubulações, uma vez que tanto as soldas quanto os seus reparos, devem forçosamente ser executados no interior da vala, o que não somente implica a diminuição do ritmo dos serviços, como o aumento do risco de acidentes.

As dificuldades operacionais associadas com ambas as técnicas correntemente utilizadas, sua eficácia discutível, bem como as pressões da comunidade e da opinião pública, nem sempre pertinentes, mas mesmo assim crescentes e importantes, ainda mais depois dos acidentes de Chernobyl e Goiânia, definem claramente a necessidade do desenvolvimento de técnicas e equipamentos alternativos para assegurar, de maneira sistemática e consistente, a manutenção dos níveis admissíveis de taxas de exposição durante a execução de gamagrafias em zonas urbanas e regiões de alta densidade populacional.

O objetivo deste trabalho é apresentar um equipamento destinado a suprir essa necessidade.

TABELA I

Atividade (Ci)	Distância na qual $x = 2,5 \text{ mR/h}$ (m)	Distância na qual $x = 0,25 \text{ mR/h}$ (m)
05	31,62	100,00
10	44,72	141,42
15	54,77	173,20
20	63,25	200,00
25	70,71	223,60
30	77,50	245,07
35	83,66	264,55
40	89,44	282,83
45	94,87	300,00
50	100,00	316,23
55	104,88	331,66
60	109,54	346,41
65	114,01	360,55
70	118,32	374,16
75	122,47	387,29
80	126,49	400,00
85	130,38	412,31
90	134,16	424,26
95	137,84	435,89
100	141,42	447,21

2 - CRITÉRIOS DE PROJETO

Para emprego em serviços de gamagrafia em zonas urbanas ou regiões de alta densidade populacional, como indústrias, refinarias, plataformas de exploração de petróleo ou barcaças de lançamento de dutos, uma blindagem de radiação deve apresentar, como características principais, eficácia, confiabilidade e facilidade de manuseio.

Com o objetivo de atingir a eficácia desejada, o equipamento apresentado foi dimensionado de modo a apresentar à fonte radioativa, em todas as direções, uma espessura mínima de blindagem de 9 HVL (half value layer), com um fator de redução da ordem de 500.

Comparando-se os valores de taxa de exposição da tabela I, sem o emprego de blindagem, com aqueles da tabela II, com a utilização de uma blindagem de 9 HVL, verifica-se, para uma determinada atividade da fonte, uma redução de 22 vezes nas distâncias em que ocorrem as taxas de exposição de 2,5 mR/h e 0,25 mR/h, respectivamente associadas aos limites derivados do trabalho admissíveis para exposição de trabalhadores e do público em geral. As distâncias de isolamento assim obtidas são de uma ordem de grandeza plenamente compatível com os espaços disponíveis para isolamento de áreas em zonas urbanas. Com o emprego de fontes de atividade limitada a 30 Ci, torna-se possível inclusive a execução de soldas adjacentes à junta em exame.

Para atingir a confiabilidade desejada, o equipamento apresentado foi projetado de maneira a assegurar a manutenção do arranjo geométrico entre as partes constituintes de sua blindagem, além de eliminar a necessidade de emprego de tubos-guia nas operações de gamagrafia, ao permitir a conexão e o travamento dos irradiadores diretamente à sua própria estrutura. Essa última característica, reduzindo o percurso da fonte a apenas alguns centímetros, e mantendo-a sempre no âmbito de uma blindagem adequada, virtualmente elimina a possibilidade de ocorrência de acidentes no recolhimento da fonte, infelizmente rotineiros nos equipamentos convencio-

nais.

Para atingir a facilidade de manuseio desejada, o equipamento apresentado foi projetado de maneira a incorporar o mínimo peso de blindagem e a possuir uma estrutura articulada que permite sua fixação ajustada envolvendo a junta a ser gamagrafada, sendo ainda possível a montagem gradativa de seus componentes em locais de acesso difícil.

TABELA II

Atividade (Ci)	Distância na qual $x = 2,5 \text{ mR/h}$ (m)	Distância na qual $x = 0,25 \text{ mR/h}$ (m)
05	1,41	4,47
10	2,00	6,32
15	2,45	7,74
20	2,83	8,94
25	3,16	10,00
30	3,46	10,95
35	3,74	11,83
40	4,00	12,65
45	4,24	13,42
50	4,47	14,14
55	4,69	14,83
60	4,90	15,49
65	5,10	16,12
70	5,29	16,73
75	5,48	17,32
80	5,66	17,89
85	5,83	18,43
90	6,00	18,97
95	6,16	19,49
100	6,32	20,00

3 - DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO

O equipamento de blindagem de radiação, como mostrado na Figura 1, se compõe essencialmente de uma armação articulada (1) de um colimador (3) e de um escudo, ambos construídos de material capaz de absorver radiações.

A armação articulada é construída com dimensões tais que permitem o seu ajuste em torno da junta soldada de um determinado diâmetro nominal de tubulação. O sistema de fecho e trava (2) de que é dotada, possibilita sua fixação em torno da junta, de maneira que fique assegurada a manutenção das posições relativas entre o colimador e o escudo.

O colimador, como mostrado na Figura 2, é dotado de um sistema de engate tipo macho e fêmea (3.1) destinado a permitir a conexão de um poço receptor (Figura 3) projetado para se fixar num aparelho irradiador convencional e de um conduto de colimação (3.2) cuidadosamente dimensionado de maneira que toda a radiação emitida pela fonte seja absorvida, com exceção daquela que está direcionada para atingir o filme radiográfico.

O escudo é dimensionado de maneira a ter tanto o comprimento quanto a largura ligeiramente superiores às mesmas dimensões dos filmes empregados no exame radiográfico de juntas de um determinado diâmetro nominal de tubulação. Dessa maneira, a radiação que não é absorvida no colimador, atravessa tanto a junta examinada quanto o filme radiográfico, é absorvida pelo escudo.

O funcionamento do equipamento pode ser descrito como se segue:

A armação articulada é colocada ajustadamente envolvendo a junta a radiografar. Com o filme radiográfico colocado em posição, o sistema de fecho e trava é acionado, travando o equipamento na tubulação. O poço receptor é fixado ao aparelho irradiador e em seguida conectado ao colimador, por meio do sistema de engate tipo macho e fêmea. Acionada pelo

poço receptor, adequadamente blindado pelo material absorvente do colimador, até atingir a extremidade do poço receptor, onde fica posicionada. A radiação emitida pela fonte é colimada, num feixe em forma de tronco de pirâmide, diretamente em direção ao escudo, que a absorve após ter atravessado tanto o objeto a ser gamagrafado quanto o filme. Como o arranjo geométrico e a disposição relativa do colimador e do escudo são tais que a radiação emitida pela fonte tem que atravessar as camadas de material absorvente, quer do colimador, quer do escudo, o efeito final é o da criação de condições adequadas de segurança, tanto para os operadores quanto para os indivíduos do público situados nas proximidades.

As vantagens imediatas decorrentes da utilização do equipamento são as seguintes:

- . Melhor proteção aos trabalhadores e indivíduos do público localizados em áreas próximas àquelas em que estejam sendo executados exames por gamagrafia
- . Aumento de velocidade de execução dos serviços de construção e montagem das tubulações, em razão da possibilidade de sua realização concomitante com os serviços de gamagrafia
- . Aumento da velocidade de execução dos exames por gamagrafia em razão do posicionamento mais fácil dos filmes radiográficos e da fonte radioativa
- . Redução do tempo de exposição das gamagrafias em razão da possibilidade do emprego seguro de fontes radioativas de maior atividade
- . Virtual eliminação da possibilidade de ocorrência de acidentes com material radioativo durante a execução de exames por gamagrafia.

4 - CONCLUSÃO

Para avaliação do desempenho do equipamento de blindagem foi construído um primeiro protótipo, dimensionado para juntas de 20 polegadas de diâmetro nominal, tendo sido levados a efeito testes de campo com execução de gamagrafias monitoradas.

Tais testes de campo indicaram que a concepção geométrica adotada, assim como as espessuras de blindagem empregadas resultavam na obtenção dos efeitos desejados do ponto de vista da proteção radiológica, sem que a imagem radiográfica tivesse sido comprometida ou mesmo alterada.

Em função dos resultados observados, o projeto foi aperfeiçoado, objetivando a redução do peso do equipamento e o aumento de sua rigidez estrutural. Tais aperfeiçoamentos foram incorporados numa segunda geração de 10 protótipos atualmente em fase final de construção e que abrangem tubulações de 4 a 22 polegadas de diâmetro nominal, com um peso máximo de 35 Kg, contra 60 do protótipo original.

Essa segunda geração de protótipos deverá ser submetida a novos testes de campo e, posteriormente, a testes de homologação junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear, após o que o equipamento será colocado em produção e oferecido ao mercado para suprir o que acreditamos seja uma importante lacuna no campo dos exames por gamagrafia de tubulações e semelhantes.

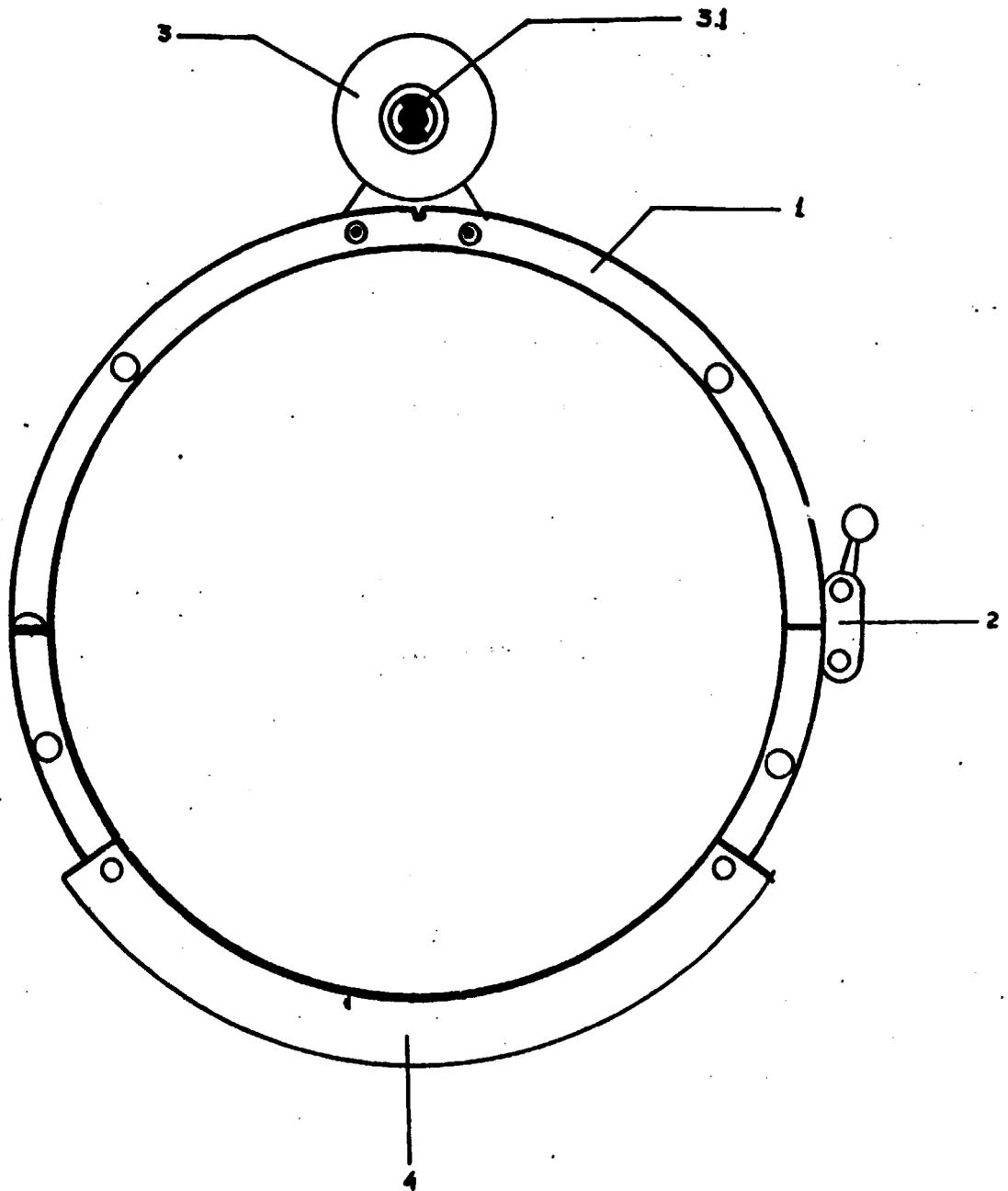


FIG 1.

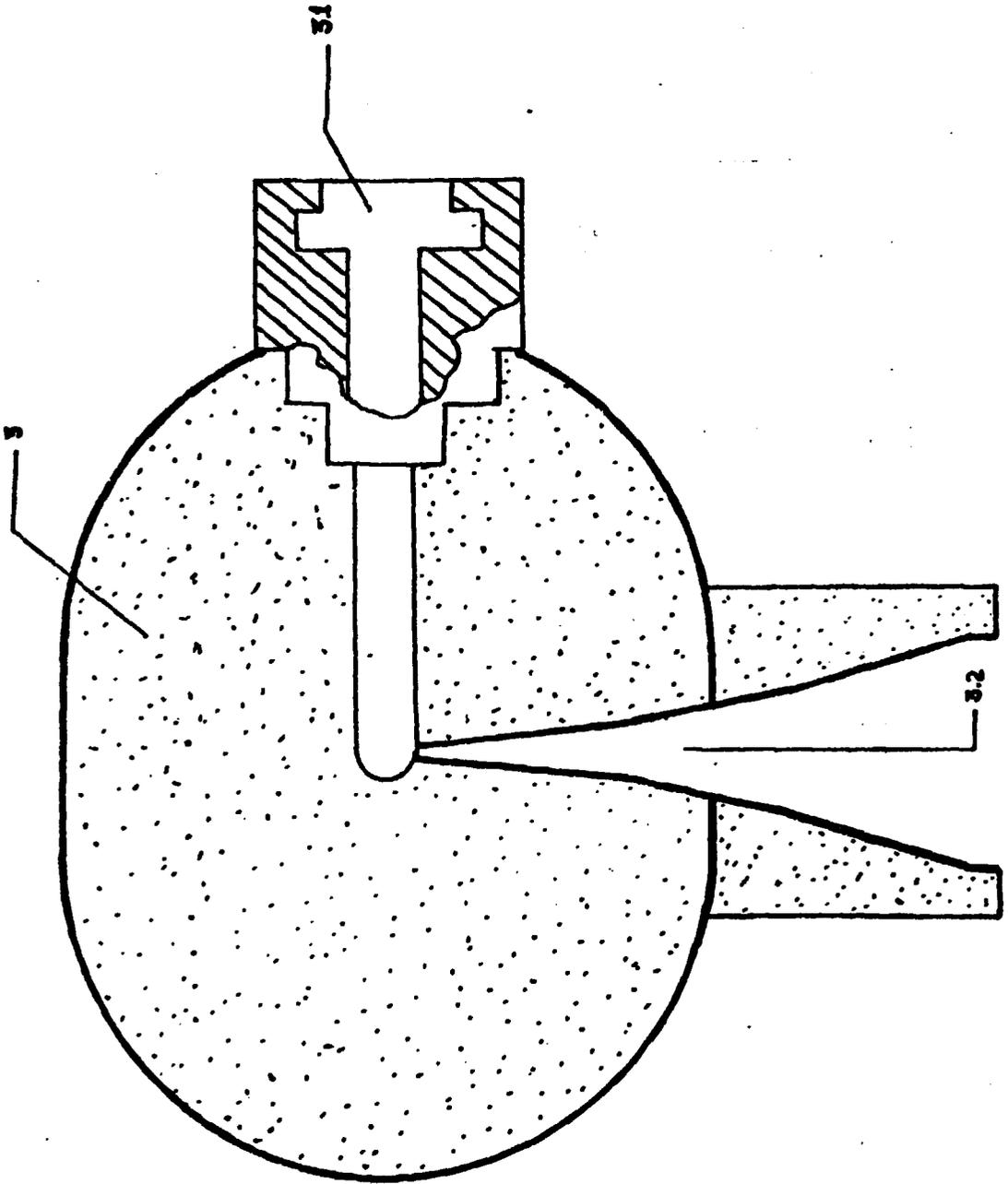


FIG. 2

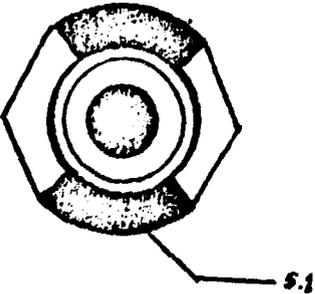
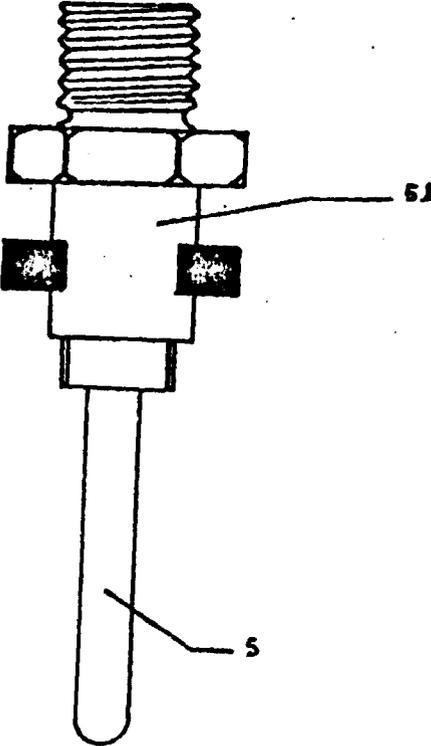


FIG. 3