



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

(11) PI 0505298-0 B1

(22) Data do Depósito: 11/11/2005

(45) Data de Concessão: 14/02/2018



(54) Título: EQUIPAMENTO E PROCESSO PARA SEPARAÇÃO TRIFÁSICA DE ÓLEO-GÁS-AREIA

(51) Int.Cl.: B04C 5/103; B04C 5/08; B04C 5/107; B04C 5/12; B04C 5/14

(73) Titular(es): PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS.

(72) Inventor(es): MÁRIO BARBOSA VILLAS BOAS

EQUIPAMENTO E PROCESSO PARA SEPARAÇÃO TRIFÁSICA DE ÓLEO-GÁS-AREIA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção encontra seu campo de aplicação dentre os equipamentos e processos para separação de componentes de uma corrente fluida, mais particularmente uma corrente de petróleo contaminada com areia, mais especificamente para correntes trifásicas de óleo-gás-areia, nas quais o teor de areia é muito pequeno em relação aos teores de óleo e gás.

ESTADO DA TÉCNICA

Em procedimentos de produção de petróleo de reservatórios, uma sonda é introduzida em um poço, de forma a possibilitar a extração.

A corrente proveniente do poço, normalmente carrega uma quantidade de areia junto com os hidrocarbonetos e gás dissolvido. Esta situação é mais freqüente nos chamados poços maduros.

A sonda é associada a equipamentos posteriores a ela, de forma a separar os componentes da mistura trifásica composta por uma fase óleo, uma fase gás e uma fase de sólidos granulados, simplesmente chamados de areia.

Deve ser mencionado que a fase óleo mencionada durante este relatório é composta de óleo e água emulsionados em maior ou menor grau. Apenas por uma questão de simplificação serão consideradas apenas três fases (sólida, líquida (água + óleo) e gás) quando, na verdade, existem quatro fases.

Normalmente esse conjunto de equipamentos compreende um separador do tipo ciclone associado a um tanque de separação.

Observando a partir de agora o aspecto separação ciclônica, é de conhecimento ser este equipamento de baixo custo para o papel que

desempenha, mas apresenta uma necessidade de ajuste muito crítica para que seja eficiente, uma vez que as condições operacionais não são uma constante.

Normalmente o volume de gás é imensamente maior que o do de óleo. A mistura apresenta-se na forma de névoa oleosa com sólidos dispersos.

Se o ciclone for regulado para ocorrer uma separação eficiente de areia, corre-se o risco de ter todo o óleo retirado juntamente com a areia pela saída inferior do ciclone e o gás limpo, ou seja, sem vestígios de areia ou óleo, saindo pela parte superior.

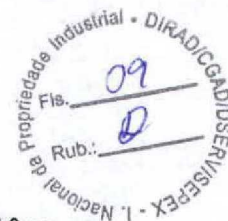
O que pode ser observado é que, embora o gás saia sem as partículas sólidas da areia, o óleo, que é a parte mais interessante, objeto da exploração e mais valioso da mistura, continua contaminado com a areia.

Se, por outro lado, o ciclone for regulado de modo que somente uma mistura muito rica em areia seja separada e extraída pela saída inferior do ciclone, a eficiência da separação acaba por diminuir e uma fração considerável da areia original acaba por contaminar o fluido que se desejaria obter livre de areia.

Pode ser observado que, em qualquer caso, uma parcela de areia é transferida para o tanque separador da sonda, equipamento seguinte ao ciclone.,

A areia se deposita no fundo deste tanque e forma um resíduo absolutamente indesejável. O resíduo acumulado ao longo do tempo tem que ser retirado já que diminui a capacidade do tanque separador.

A retirada da areia acumulada no fundo do tanque implica em uma parada, ou pelo menos, uma diminuição de ritmo de produção caso haja mais de uma unidade, de todo um sistema de produção, normalmente perigosa, já que envolve o envio de um ou mais operadores para dentro do tanque separador para retirar com o auxílio de pá e picareta, o sólido firmemente aderido pela sedimentação ao fundo deste tanque.



Sabedores deste problema, os técnicos ao longo dos anos têm se esforçado para, se não for conseguido eliminar o depósito contaminante, pelo menos melhorar uma eficiência de separação.

As soluções que podem ser encontradas para o tema em questão vão desde uma espécie de "filtro classificador" de areia em uma corrente fluida, como descrito no documento US 4,088,580, pertencente a James W. Spurlock., o qual deixa dúvidas quanto à eficácia, já que, como já foi dito, as condições operacionais não são uma constante e, lendo o documento, fica-se a imaginar uma partícula de areia menor do que a esperada na calibração do "filtro", que passaria por ele se continuaria com um fluido contaminado.

Uma outra solução encontrada no documento US 4,737,282 descreve um equipamento de separação de areia e de óleo em uma corrente de água servida em uma plataforma de produção. Embora o propósito desta construção seja um pouco diferente da área de aplicação abordada neste relatório, pode-se imaginar o problema de ter um equipamento destas proporções instalado em uma plataforma semi-submersível, por exemplo. Inviável.

Outras soluções descambam para o multi-processamento em série ou em paralelo para aumentar a eficiência de separação. Estas soluções podem ter como exemplo o documento US 4,519,848, pertencente a Gene E. Underwood e o documento US 4,948,393, pertencente à Chevron Research Company.

Ainda é sentida na técnica atual um equipamento de separação que possa, ao mesmo tempo, apresentar eficiência, ser capaz de não interromper todo um processamento da unidade de produção, ser passível de manutenção em tempo exíguo e, em um grau de exigência quase obrigatória, com reduzidas dimensões, que permitiriam uma montagem em

plataformas viável.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objetivo da presente invenção é um equipamento/processo que tenha a capacidade de separar componentes de uma corrente fluida que contém óleo, gás e areia de forma a minimizar os problemas encontrados no estado da técnica.

A presente invenção vem trazer um avanço em relação ao conceito de utilização de ciclones para separação primária de areia, de uma forma mais simples, com o mínimo de inconvenientes causados por operações de manutenção, que implicam em custos menores ao fim de qualquer análise.

A presente invenção apresenta uma construtividade de forma a ser possível a separação de uma corrente de óleo, gás e areia em três frações distintas e ricas em termos de cada componente citado. Por outro lado, a presente invenção não tem a função de pré-separador como é utilizado o ciclone, mas é o separador em si, e desempenha simultaneamente as funções esperadas pelo conjunto ciclone/tanque de separação, eliminando a necessidade do tanque separador.

Este objetivo é conseguido pela inclusão, no interior de um corpo que será nomeado a partir de agora de estator, substancialmente cilíndrico assemelhado a um corpo de ciclone, de uma peça móvel com o objetivo de reter areia. Esta peça não depende de nenhuma força motriz externa e é movimentada pela própria força da corrente fluida. A peça móvel pode ser facilmente removida do estator e substituída por outra, com rapidez e segurança. O fechamento do equipamento é feito através de uma tampa instalada sobre o estator.

A forma construtiva da presente invenção, como será vista em

detalhes mais adiante, apresenta a alimentação da corrente de fluido por sua parte superior, diferente de um ciclone que tem carregamento lateral, com uma saída superior para fase gás, uma saída inferior para a fase óleo e a peça móvel como retentora de areia.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características do separador trifásico óleo-gás-areia, objeto da presente invenção, serão melhor percebidas a partir da descrição detalhada que se fará a seguir, a mero título de exemplo, associada aos desenhos abaixo referenciados, os quais são parte integrante do presente relatório.

A FIGURA 1 é uma vista explodida e em corte parcial longitudinal de uma concretização possível para a presente invenção.

A FIGURA 2 A é uma vista frontal e em corte parcial longitudinal da tampa da concretização da FIGURA 1.

A FIGURA 2 B é uma vista superior da tampa ilustrada na FIGURA 2 A.

A FIGURA 3 A é uma vista frontal e em corte parcial longitudinal do rotor da concretização da FIGURA 1.

A FIGURA 3 B é uma vista superior do rotor ilustrado na FIGURA 3 A.

A FIGURA 4 A é uma vista frontal e em corte parcial longitudinal do estator da concretização da FIGURA 1.

A FIGURA 4 B é uma vista superior do estator ilustrado na FIGURA 4 A.

A FIGURA 5 mostra uma vista em perspectiva e em corte parcial do equipamento da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A descrição detalhada do equipamento e do processo de separação trifásica óleo-gás-areia, objeto da presente invenção, será feita de acordo com a identificação dos componentes que o formam, com base nas figuras acima descritas.

Trata a presente invenção de um equipamento separador de uma mistura de fluido trifásico composto de fases óleo, gás e areia.

Observando a figura 1, pode ser observado que o equipamento compreende:

- um estator (1) em formato substancialmente cilíndrico, com uma aba superior (2) de diâmetro maior que o diâmetro da maioria porção cilíndrica e, na parte inferior, um prolongamento em forma de tronco de cone (3), onde o diâmetro maior do tronco de cone é de diâmetro menor que a porção cilíndrica e o diâmetro menor do tronco de cone é vazado e serve de saída da fase rica em óleo (4) separada, estator (em mais detalhes na Figura 4 a e Figura 4B) que serve de corpo externo para o equipamento;
- um rotor (5), também em formato cilíndrico apresenta um diâmetro menor do que o estator, é vazado na sua superfície inferior no mesmo diâmetro que o diâmetro maior do tronco de cone (3) do estator (1), com uma parede cilíndrica (6) em torno deste diâmetro, a qual forma uma região de acumulação (7) da fase rica em areia, apresenta uma pluralidade de aletas (8) radial e internamente na parte mais superior da forma cilíndrica, as quais servem como elementos motrizes, rotor (5) que apoia-se livremente no interior do estator (1) por meio de um contato deslizante qualquer revestido de material de baixo atrito, como por exemplo, Teflon, não mostrado ou referenciado numericamente em qualquer das Figuras deste relatório, rotor (5) que pode também ser observado isoladamente nas Figuras 3 A e 3 B;
- uma tampa (9), em formato circular do mesmo diâmetro da aba superior (2) do estator (1), com um pequeno tubo vertical (10) trespassado em seu

centro, o qual serve para saída de fase rica em gás (11) e um outro tubo inclinado (12), o qual termina na superfície da tampa (9), deslocado radialmente do centro e alinhado tangencialmente, serve para entrada no equipamento da mistura multifásica de óleo, gás e areia, tampa (9) que é unida à aba superior (2) e pode ser observada em detalhes nas Figuras 2 A e 2B.

A presente invenção é vastamente aplicável na maioria dos poços de petróleo existentes que produzem óleo contaminado com areia, uma vez que a concentração de areia em relação à mistura multifásica é pequena.

A presente invenção apresenta características que permitem a substituição do tanque separador em unidades de produção de petróleo. Um conjunto de separadores, instalados em paralelo, pode ser instalado de forma a obter a mesma capacidade de processamento do tanque separador, .

A construção do presente separador "versus" sua capacidade de separação, permite que as dimensões de cada um sejam muito reduzidas em comparação a um tanque separador, situação desejável em um ambiente de plataforma semi-submersível, onde o espaço ocupado é estrategicamente valioso.

Em relação ao funcionamento de uma bateria de separadores, o fato de serem muitos em funcionamento paralelo, possibilita que um ou um pequeno número deles entrem em manutenção, ou mesmo sejam totalmente substituídos sem necessidade de interrupções na produção.

Por suas reduzidas dimensões e capacidade de reunião em trabalho paralelo, é viável que cada poço tenha seu próprio separador, sem a necessidade de se misturar o fluxo de vários poços para um tratamento em conjunto.

Ao se observar a Figura 5, o funcionamento do presente

equipamento se torna mais claro, como será visto a partir de agora.

A mistura multifásica de óleo, gás e areia, que vem de uma sonda de produção, entra no equipamento por intermédio do tubo inclinado (12), como mostra a primeira seta (S1), e é interceptado pelas aletas (8) do rotor (5) as quais, ao fazer resistência ao fluxo pressurizado, imprime a este rotor um movimento de rotação conforme ilustra a segunda seta (S2); com isso, a fase rica em areia, mais pesada, tende a se avizinhar da parede cilíndrica do rotor, onde decanta na região de acumulação (7) e é armazenada; por outro lado, a fase rica em óleo também sofre os efeitos da aceleração centrífuga porém, por ação da gravidade, cai em vórtice pelo tronco de cone (3) do estator (1), no interior do qual perde velocidade e escoia pela saída da fase rica em óleo (4) na extremidade de diâmetro menor do tronco de cone (3) como mostra a terceira seta (S3) e, por ser a mais leve das fases, a fase rica em gás, segregada da mistura multifásica, sai pelo tubo vertical (10) situado no centro da tampa (9), como ilustra a quarta seta (S4).

Quando o rotor (5), após um intervalo de tempo em uso, estiver saturado com areia, para que seja substituído basta interromper o funcionamento do equipamento, despressurizá-lo, abrir a tampa (9), puxar para fora o rotor (5) saturado e encaixar na mesma posição um novo rotor (5), fechar a tampa (9) e recolocar o equipamento em linha de produção novamente.

A descrição que se fez até aqui do separador trifásico óleo-gás-areia, objeto da presente invenção, deve ser considerada apenas como possível concretização, e quaisquer características particulares nele introduzidos devem ser entendidas apenas como algo que foi descrito para facilitar a compreensão. Dessa forma, não podem de forma alguma serem considerados como limitantes da invenção, a qual está apenas limitada ao escopo das reivindicações que seguem.

REIVINDICAÇÕES

1 - Separador trifásico óleo-gás-areia para separação de componentes de uma corrente fluida, mais particularmente uma corrente de petróleo contaminada com areia, mais especificamente para correntes trifásicas de óleo, gás e areia, nas quais o teor de areia é muito pequeno em relação aos teores de óleo e gás, caracterizado por compreender:

- um estator (1) em formato substancialmente cilíndrico, com uma aba superior (2) de diâmetro maior que o diâmetro da maioria porção cilíndrica e, na parte inferior, um prolongamento em forma de tronco de cone (3), onde o diâmetro maior do tronco de cone é de diâmetro menor que a porção cilíndrica e o diâmetro menor do tronco de cone é vazado e serve de saída da fase rica em óleo (4) separada, estator que serve de corpo externo para o equipamento;

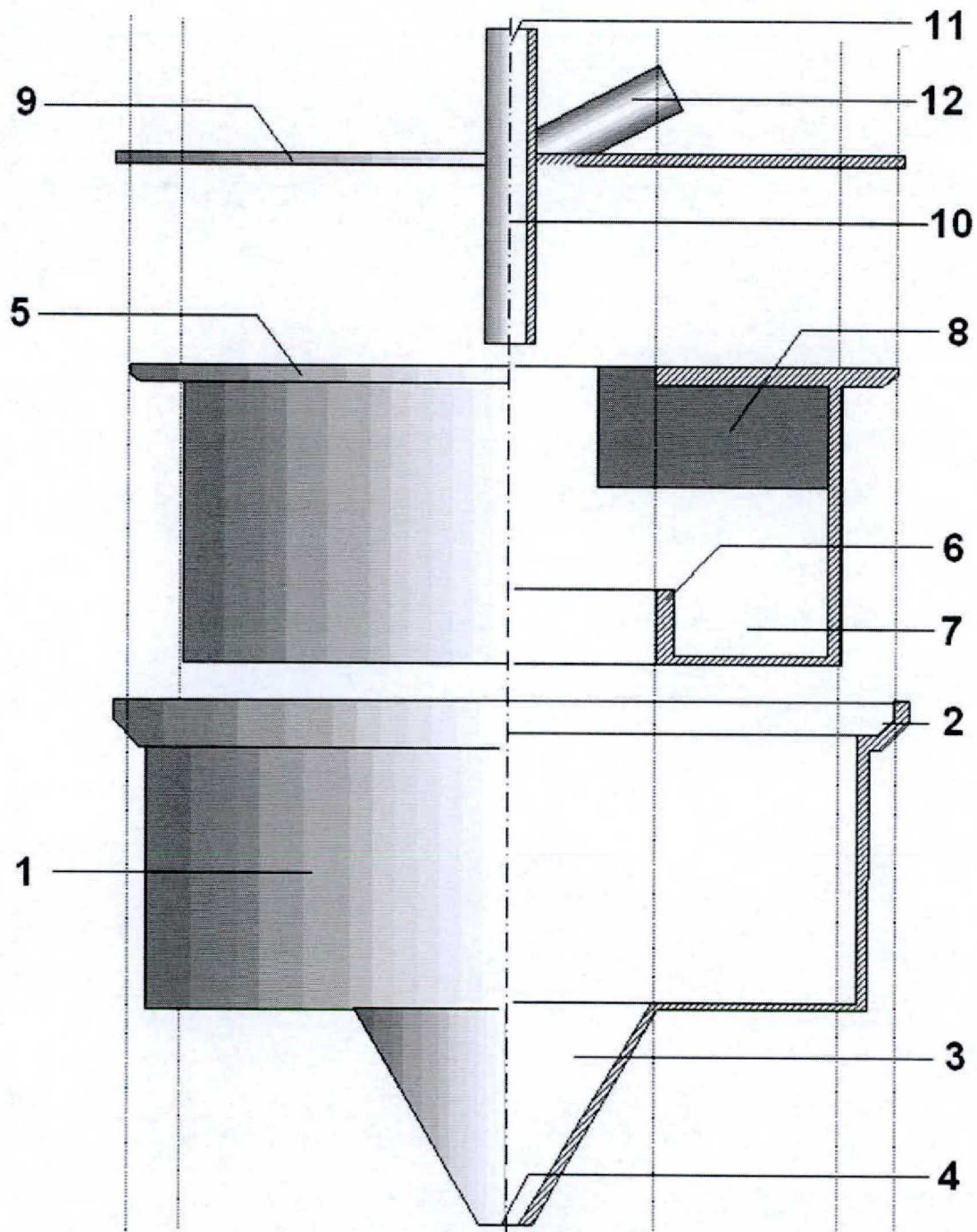
- um rotor (5), em formato cilíndrico apresenta um diâmetro menor do que o estator, é vazado na sua superfície inferior no mesmo diâmetro que o diâmetro maior do tronco de cone (3) do estator (1), com uma parede cilíndrica (6) em torno deste diâmetro, a qual forma uma região de acumulação (7) da fase rica em areia, apresenta uma pluralidade de aletas (8) radial e internamente na parte mais superior da forma cilíndrica, as quais servem como elementos motrizes, rotor (5) que apoia-se livremente no interior do estator (1) por meio de um contato deslizante qualquer revestido de material de baixo atrito;

- uma tampa (9), em formato circular do mesmo diâmetro da aba superior (2) do estator (1), com um pequeno tubo vertical (10) trespassado em seu centro, o qual serve para saída de fase rica em gás (11) e um outro tubo inclinado (12), o qual termina na superfície da tampa (9), deslocado radialmente do centro e alinhado tangencialmente, serve para entrada no equipamento da mistura multifásica de óleo, gás e areia, tampa (9) que é

unida à aba superior (2).

2- Processo de separação, caracterizado por a mistura multifásica de óleo, gás e areia, que vem de uma sonda de produção, entrar no equipamento por intermédio do tubo inclinado (12), ser interceptada pelas aletas (8) do rotor (5) as quais, ao fazer resistência ao fluxo pressurizado, imprimem a este rotor (5) um movimento de rotação; a fase rica em areia tende a se avizinhar da parede cilíndrica do rotor, onde decanta na região de acumulação (7) e é armazenada; a fase rica em óleo sofre os efeitos da aceleração centrífuga e, por ação da gravidade, cai em vórtice pelo tronco de cone (3) do estator (1), no interior do qual perde velocidade e escoar pela saída da fase rica em óleo (4) na extremidade de diâmetro menor do tronco de cone (3) e, a fase rica em gás, segregada da mistura multifásica, sai pelo tubo vertical (10) situado no centro da tampa (9).

3- Processo de separação de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por a substituição do rotor (5) saturado com areia envolver as operações de: interromper o funcionamento do equipamento; despressurizá-lo; abrir a tampa (9); puxar para fora o rotor (5) saturado e encaixar na mesma posição um novo rotor (5), fechar a tampa (9) e recolocar o equipamento em linha de produção novamente.

**FIGURA 1**

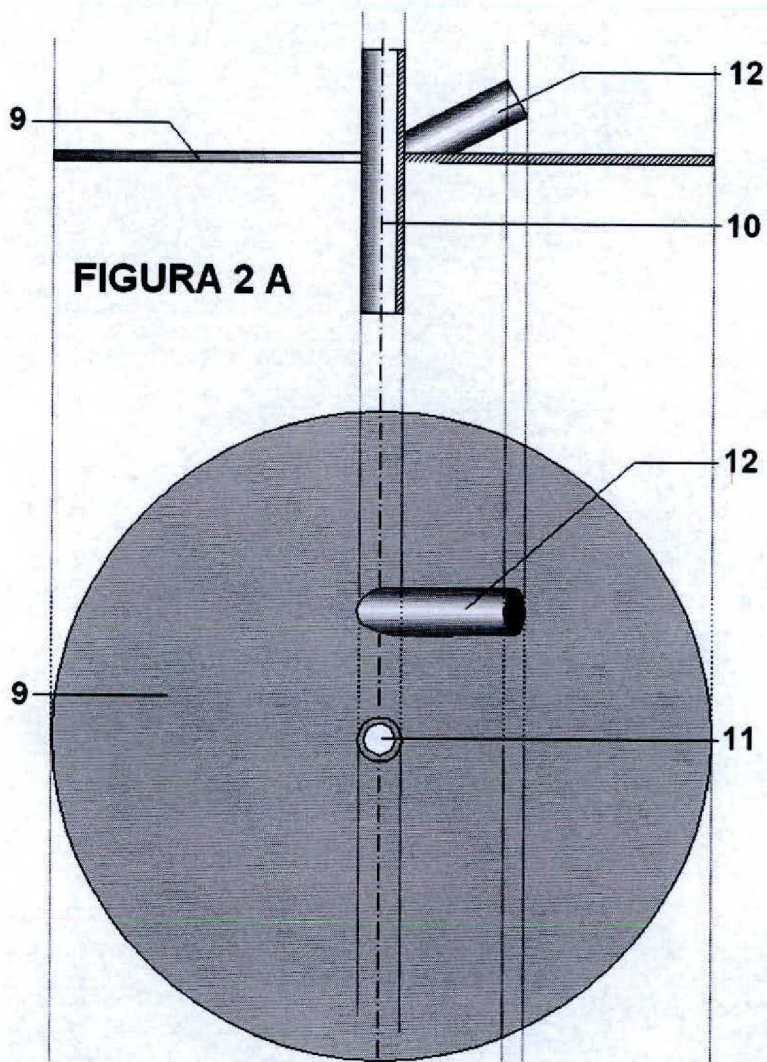
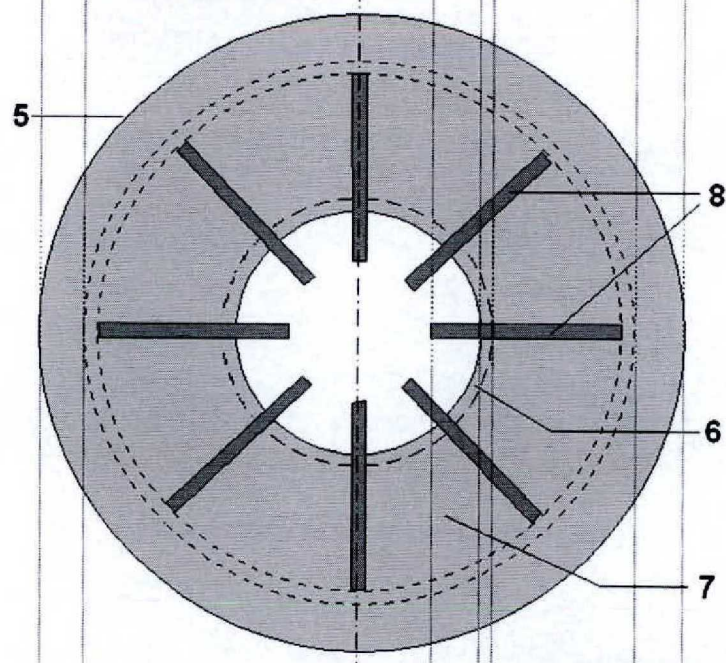
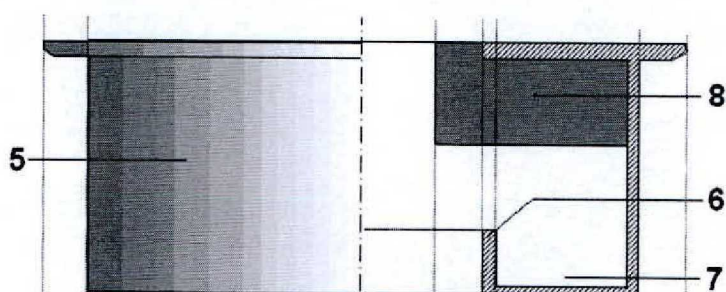


FIGURA 2 B



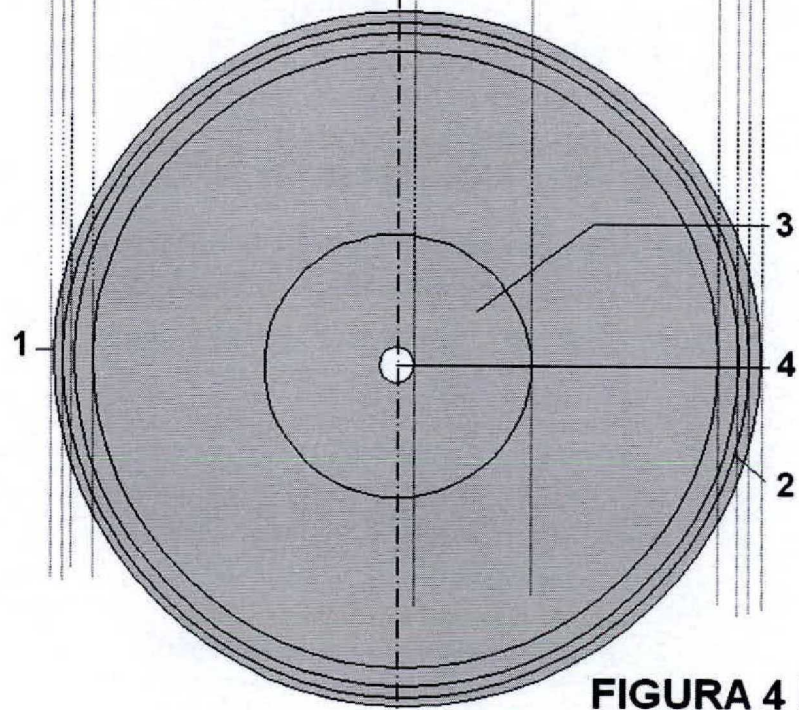
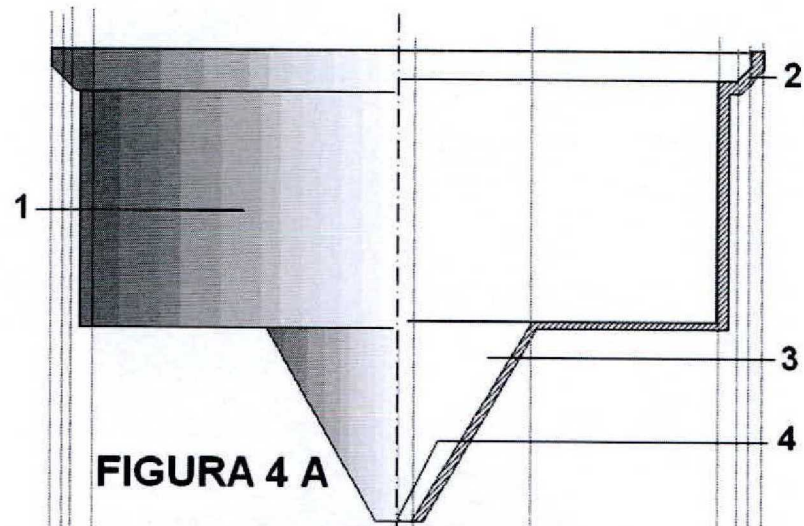




FIGURA 5