

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

PROTÓTIPO: SEPARADOR TRIFASICO HORIZONTAL

AUTORES:

Bruno Ferreira Grotto de Camargo, Igor Adriano de Carvalho Rodrigues, Igor Gabriel da Silveira Santos, Luana de Oliveira Santiago Peixoto, Rafael da Silva Mendonça e Iury Valente de Bessa

INSTITUIÇÃO:

Departamento de Engenharia de Petróleo e Gás, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas.

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

TÍTULO DO TRABALHO (Tamanho: 12 – Fonte: verdana)

Abstract (Tamanho: 11 – Fonte: verdana)

With the advance of the use of fossil fuels as an energy source, technological advances are being added to this area. Because it is considered an oily mixture and rarely produced as a homogeneous fluid, oil needs to undergo separation and refinement procedures until reaching products of commercial value. This work aims to demonstrate the process of construction of a three - phase separator, when in a primary fluid processing facility, the gas, being less dense, is initially separated from the liquid by gravity in equipment called separators. The built three-phase separator is provided with several internal devices to increase the separation efficiency. The pressure in the separator is maintained by a controller that regulates the gas outlet flow at the top. The separated liquid leaves the vessel through a discharge valve, the opening or closing of which is effected through a level controller. Because it has a larger interface surface area allowing a better separation of liquid / gas and gas / liquid and together with an automated control developed by the team, the built-in separator proved to be functional, promoting better separation of two immiscible liquids compared to the separation of liquid / gas present in the injection of these fluids into the system.

Keywords: *Three-phase separator, Gas, Oil, Prototype.*

Introdução

O petróleo é considerado uma mistura oleosa e raramente é produzido como fluido homogêneo, necessitando passar por processos de separação e refinamento até os produtos de valor econômico, óleo e gás.

A primeira etapa de separação é realizada na planta de processamento primário de petróleo que consiste em equipamentos que buscam atender as especificações do mercado. Dentre esses equipamentos, o vaso separador é responsável pela separação das fases do fluido produzido e é classificado quanto à posição, horizontal ou vertical, e quanto ao número de fases, bifásico ou trifásico.

Os separadores verticais são recomendados quando há grande razão gás-líquido, pois toda a área da seção transversal do vaso está disponível para o escoamento do vapor. Estes separadores são mais apropriados para um maior controle do nível da fase líquida e consequentemente abranger o menor espaço possível na planta. É importante salientar que este tipo de separador possui uma geometria que facilita a retirada de sólidos produzidos, diferente dos separadores horizontais, os quais são preferíveis quando a vazão de líquido apresenta-se elevada, pois para um mesmo volume de líquido, estes fornecem uma maior superfície de contato entre os fluidos, favorecendo a separação das fases. Em relação aos verticais, os separadores horizontais necessitam de uma maior área disponível para instalação (GÓIS *et al.*, 2013).

Independente da forma, os vasos separadores de petróleo geralmente possuem quatro seções principais, além dos controles necessários. As seções de separação primária, secundária, aglutinação e coleta de líquido operam de acordo com princípios físicos de separação posteriormente estudados. Em busca de um aumento na eficiência de separação, muitos vasos são dotados de equipamentos internos, como defletores de entrada e extratores de névoa.

Diante da importância que os vasos separadores apresentam na indústria do petróleo, este projeto tem por finalidade descrever o procedimento de construção de um protótipo de Separador Trifásico

Horizontal a fim de separar as três fases presentes na mistura: água, óleo e gás. O processo de separação consiste em separar o fluido multifásico extraído dos poços, composto principalmente por água, óleo e gás, em suas diferentes fases. Nas unidades de produção de petróleo offshore, essas operações são realizadas na unidade de separação. No presente trabalho, a unidade de um separador trifásico horizontal é modelada de acordo com NUNES et al (2010).

A utilidade desse separador se dá ao separar e remover qualquer água livre (camada de água limpa que aparece no fundo, após a decantação de uma emulsão de óleo ou água) que possa estar presente durante o processo (STORMWATER, 2006). O separador possui formato retangular e horizontal e é composto por duas seções denominadas: câmara de separação e câmara de óleo, ambas separadas por um vertedouro. Devido à diferença de densidades entre o óleo e água e ao tempo de retenção do fluido na seção de acumulação de líquido, apareceram:

- Uma camada de água no fundo vaso (água livre);
- Uma camada de emulsão sobre a camada água;
- Uma camada de óleo sobre esta última.

Metodologia

O desafio do trabalho foi desenvolver um reservatório que possibilitasse tanto o isolamento do meio externo, reduzindo fatores que pudessem interferir no processo, e que contivesse os fluidos internamente, eliminando qualquer possibilidade de vazamentos, a fim de obter resultados de confiabilidade.

A solução veio através de um reservatório de vidro, que possui uma espessura de 5mm, e selagem de silicone, possibilitando que todo o processo fosse visível. Os sensores de nível e pressão foram instalados em furos na parede do reservatório, conforme Figura 1.

Vale ressaltar que o formato geométrico escolhido para o reservatório não representa o melhor formato para este processo (separação com pressão interna maior que pressão externa do sistema), uma vez que o mesmo apresenta 8 vértices em sua estrutura, aumentando as tensões nesses pontos. Para este experimento o melhor formato, apresentaria bordas arredondados, algo próximo de um cilindro, porém com as faces laterais também arredondadas, reduzindo estas tensões e possibilitando maiores pressões dentro do sistema, reduzindo o risco de rachaduras e possíveis vazamentos, porém devido ao alto custo para manufatura deste protótipo de melhor geometria, escolheu-se um formato mais simplificado e de custo mais acessível, assim como o material composicional que foi utilizado (vidro).

As proporções são de 70 cm de comprimento, 30cm de largura e 30cm de altura. A parede 1 representa a entrada do processo, nele está apenas o furo ao qual entrará a mistura óleo/água/gás. Na parede 2 estão o furo superior, para saída do gás, e na parte inferior o sensor de nível, que acionará a bomba assim o que nível de óleo levantar a boia do sensor, e desligará a bomba assim o nível de óleo foi insuficiente para erguer a boia.

Na lateral 4, estão os sensores de nível para água, uma vez que foram colocadas pequenas espirais de metal ao redor da boia, para que somente na presença de água, o empuxo fosse o suficiente para erguer as boias, e na presença de óleo as boias se mantivessem posicionadas na região inferior do sensor. Assim conseguiremos ter um controle do máximo e mínimo de água permitido nesta região do separador, impedindo que haja passagem de água para a região do óleo, e que o óleo seja extraído pela saída de água.

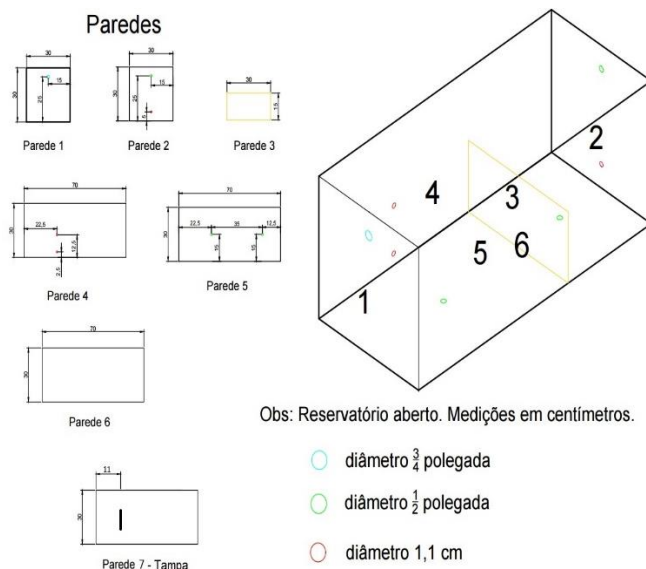


Figura 1. Desenho esquemático do reservatório.

A parte 5 é o fundo do reservatório e nele se encontram os furos para saída da água, antes do anteparo 3, e para o óleo após o anteparo. Na tampa estão localizados o sensor de pressão, para controle da pressão do gás, e o defletor próximo a entrada dos fluidos. A função do anteparo 3 é conter a água e possibilitar a passagem do óleo, até certo nível.

O esquema abaixo ilustra o separador trifásico horizontal construído. Este é dotado por uma câmara de acúmulo de óleo obtida com a instalação de uma placa vertedora cuja finalidade é verter o óleo pela parte superior e separar a câmara da seção de acúmulo de líquido

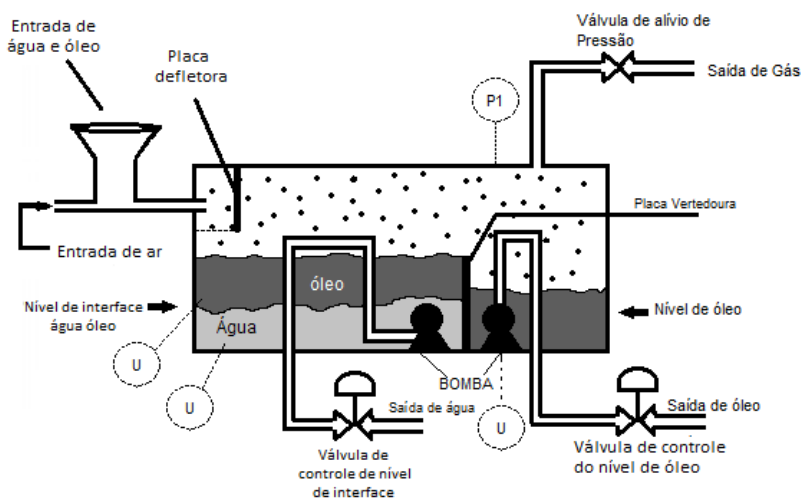


Figura 2. Esquema com as válvulas controladoras de pressão e de nível e as vazões de saída e entrada: gás, óleo e água.

O esquema ilustra também as válvulas controladoras de pressão e de níveis de óleo e interface, que, por meio de equipamentos eletropneumáticos, fazem o controle do fluxo de saída dos fluidos e das variáveis de operação do vaso (pressão e níveis). A seguir, temos a imagem real do separador construído de acordo com todas as medidas estipuladas previamente.

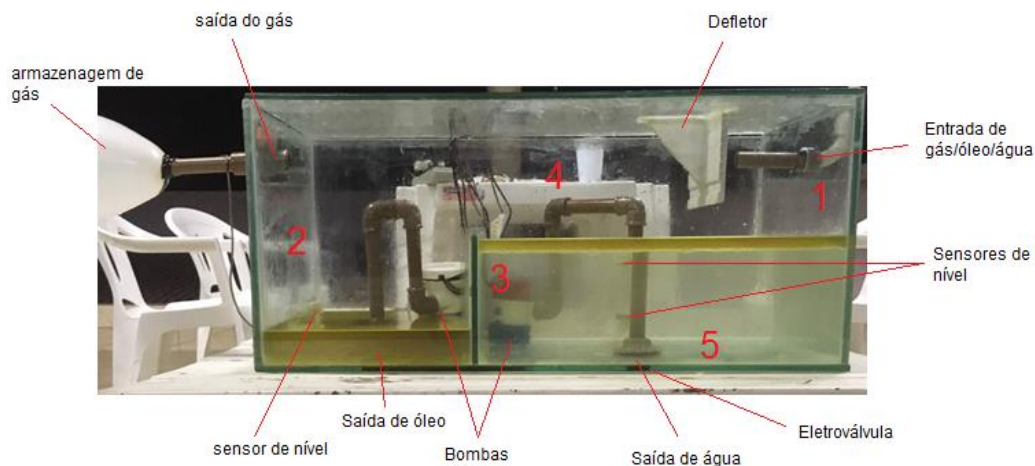


Figura 1. Imagem real do reservatório.

O funcionamento do processo ocorre da seguinte forma, é iniciado com a entrada de óleo, água e ar no vaso separador. O ar é injetado por um compressor que impulsiona a água e o óleo, direcionando eles para primeira parte do reservatório, chamados de separador primário. Esse fluido, composto de três fases, se choca com o defletor que está localizado logo à frente da entrada do reservatório, separando assim a fase líquida e a fase gasosa. A fase líquida por conta da sua massa específica ser bem maior que a do gás irá se precipitar na parte de baixo do reservatório. O gás arrasta consigo gotículas de água e óleo que entraram em suspensão. A fase líquida ao ser depositada no reservatório primário, por conta da diferença de massa específica entre óleo e água, formará duas fases de líquidos. O óleo se encontrará na parte superior, justificada por sua densidade ser inferior a da água.

Com a entrada de mais fluido no processo, o nível de óleo irá ultrapassar o vertedouro, fazendo com que o óleo seja despejado no segundo reservatório, que é próprio para o seu armazenamento. O gás representado pelo ar injetado do compressor irá se separar por meio de uma saída localizada na parte superior do reservatório, essa saída possui uma válvula de alívio controlada manualmente. O sensor de pressão responsável por medir a pressão dentro do reservatório controlará a abertura e fechamento da válvula. Este processo de abertura e fechamento da válvula para alívio de pressão e separação do gás ocorre manualmente, porém como projetos futuros pretende-se implementar um processo automatizado para realizar esta atividade.

Neste projeto as principais variáveis a serem controladas estão associadas ao seu inventário, sendo o nível de óleo e o nível de água na câmara de separação e a pressão no interior do separador.

Todo nosso código foi feito no programa Arduino Studio, e a linguagem de programação utilizada foi a linguagem C++ (com pequenas modificações). Essa é a linguagem que utilizamos para controlar as variáveis e automatizar os processos. A programação foi dividida em três etapas principais de acordo com os controles já citados anteriormente

Resultados e Discussão

1. Testes com os fluidos

Para a realização dos testes com os fluidos, utilizou-se óleo queimado, lubrificante e azeite, a fim de decidir qual o melhor a ser utilizado de forma que obtivéssemos a melhor segregação entre os fluidos na execução do projeto, assim como, o melhor custo-benefício. Realizou-se o teste para duas situações diferentes:

Uso de Óleo Queimado

Foram utilizados 150 ml de óleo queimado e 150 ml de água. A partir deste teste não foi possível obter uma separação adequada entre o fluido e a água, sendo perceptível a presença de moléculas pequenas de óleo na fase da água.

Uso de Óleo Lubrificante

Utilizou-se 150 ml de óleo queimado e 150 ml de água. O resultado desta manipulação não foi satisfatório visto que ao se utilizar óleo lubrificante como fluido, observou-se uma rápida separação entre o óleo e a água, porém com a formação de emulsão, o que não é desejado.

Uso de Azeite

Utilizou-se 150 ml de azeite e 150 ml de água. O resultado desta manipulação foi satisfatório visto que ao se utilizar azeite como fluido, observou-se uma rápida separação entre o azeite e a água, e sem a formação de emulsão, o que é essencial para que o separador funcione de forma eficiente.

Com base nos testes dos fluidos observamos que ao se utilizar óleo queimado, lubrificante e azeite, os primeiros não apresentaram resultados satisfatórios, já o terceiro se demonstrou eficaz. Primeiro, ao se utilizar óleo queimado como fluido, não foi possível obter uma segregação apropriada entre o fluido e a água, sendo muito nítida a existência de moléculas pequenas de óleo na fase da água o que causaria problemas na ativação dos sensores. Já o óleo lubrificante, apresentou emulsão, o que é um problema, visto que o sensor do tipo boia não funcionava corretamente após passar da emulsão. Na terceira tentativa, ao se utilizar azeite como fluido, observou-se uma rápida segregação entre o óleo e a água, sem a formação de emulsão, o que não é desejado. Essa separação ocorre de maneira mais eficiente com o azeite pelo fato de possuir propriedades totalmente diferentes da água, assim como, densidades, estruturas e até polaridades distintas. A partir disso, concluiu-se que o melhor fluido a ser utilizado seria o azeite.

2. Sensores de nível

O processo aqui descrito utiliza 03 sensores de nível, sendo 02 deles utilizados para controlar o nível da água, tais sensores precisaram ser ajustados de tal forma que ao entrar em contato com o óleo não viessem a ser acionados, esperando pela passagem da água para ser ativado. Para isso foi necessário anexar fios de cobre aos sensores, tornando-o mais leve que a água, porém mais pesado que o óleo, fazendo com que a condição de acionamento fosse atendida.

3 Uso de Válvula Solenóide

A princípio seriam utilizadas duas válvulas solenóides com o objetivo de escoarem os fluidos, óleo e água, porém com a realização dos testes de funcionamento do protótipo, observamos que a válvula solenóide não apresentava um bom funcionamento escoando os fluidos com uma vazão muito pequena quando não nula. Tal problema se dá ao fato de que essas válvulas necessitam de certa pressão mínima dentro do reservatório para que os fluidos escoem através delas, mas esse valor mínimo não foi obtido apenas com a pressão que o volume dos fluidos exercia, assim, o escoamento tornou-se impossibilitado. Para resolver este impasse foram colocadas duas bombas, uma na fase óleo e outra na fase óleo e água, com objetivo de aumentar a velocidade de escoamento dos fluidos e, conseqüentemente elevar a pressão até o ponto necessário para que as eletroválvulas funcionassem de forma satisfatória, por meio de testes as bombas se mostraram eficientes para solucionar o problema.

Conclusões

No processo de produção do petróleo, a água é um dos contaminantes mais indesejados sobre duas óticas, a econômica e a ambiental: ao ser produzida, a mesma deve ser removida na plataforma de produção, caso contrário aumentará o custo de transporte de fluidos às refinarias, uma vez que será transportado um bem que não tem valor no processo produtivo de refino. Além disso, por apresentar elevado teor de sal em sua composição, pode causar incrustações no sistema de transporte e dificultar a operação das refinarias. Já do ponto de vista ambiental, o descarte de água produzida sem tratamento adequado pode acarretar impacto no meio ambiente visto a toxicidade de seus constituintes e a quantidade de compostos orgânicos que carrega consigo. A fim de evitar estas circunstâncias, os equipamentos de separação de água e óleo devem ser bastante eficientes a fim de reduzir custos e levar em consideração a qualidade da água destinada ao descarte no mar.

Em termos dessa separação, a função deste equipamento é somente manter dentro de limites toleráveis as seguintes quantidades:

- Líquido arrastado no gás;
- Água arrastada no óleo (BSW);
- Óleo arrastado na água (TOG).

A partir da análise dos testes verificamos a importância de um bom controle do processo, no qual, auxiliados pelo uso de sensores de nível e pressão, foi possível manter dentro de limites toleráveis as seguintes quantidades citadas acima.

Referências Bibliográficas

FILGUEIRAS, N.G.T. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Modelagem, análise e controle de um processo de separação óleo/água. Dissertação (Mestrado).

SANTOS, R.R.; SOTOMAYOR, O.A.Z. MPC com controle das saídas por faixas de um processo de produção de petróleo “offshore”. In: XIX Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2012), Campina Grande: PB, 2012.

SILVEIRA, M.A.C.R. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Controle de um processo de tratamento primário de petróleo. Dissertação (Mestrado).