



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102017007228-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102017007228-2

(22) Data do Depósito: 07/04/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 30/10/2018

(51) Classificação Internacional: C02F 11/04; C02F 101/30; C02F 103/20; C05F 3/06.

(54) Título: ASPECTOS CONSTRUTIVOS E DISPOSIÇÃO DE UM BIOSISTEMA INTEGRADO PARA GERAÇÃO DE GÁS METANO E BIOFERTILIZANTE

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, Sociedade com intuito não econômico. CGC/CPF: 24464109000148. Endereço: AV. LOURIVAL MELO MOTA, S/N, TABULEIRO DO MARTINS, Maceió, AL, BRASIL(BR), 57072-970, Brasileira

(72) Inventor: EDUARDO LUCENA CAVALCANTE DE AMORIM; JOSÉ HÉLIO BARBOSA; ELTON LIMA SANTOS.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 07/04/2017, observadas as condições legais

Expedida em: 02/01/2024

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **ASPECTOS CONSTRUTIVOS E DISPOSIÇÃO DE UM BIOSSISTEMA INTEGRADO PARA GERAÇÃO DE GÁS METANO E BIOFERTILIZANTE**

[01] A patente se trata dos aspectos construtivos e disposição de um bioossistema integrado para geração de gás metano e fertilizante a partir de resíduos agroindustriais, contendo biodigestor (construído em módulos) e dispositivos para captação, purificação e conversão do gás metano em energia elétrica e/ou térmica para uso em residências ou na agroindústria.

PROBLEMA QUE A INVENÇÃO SE PROPÕE A RESOLVER

[02] Aplicação de processos biotecnológicos aplicados ao tratamento de efluentes e geração de biocombustíveis, visando à redução dos impactos ambientais. Para isto, podem ser utilizados efluentes da cadeia produtiva de suínos e outros agroindustriais em biodigestor para a produção biológica de metano. Esses efluentes possuem potencial poluidor, principalmente pela significativa presença de matéria orgânica, quando não se têm um manejo adequado dos mesmos, constituem-se em produtos nocivos ao meio ambiente. Com a implantação do Bioossistema admite os ajuntamentos funcionais entre a agroindústria, a produção de energia elétrica e térmica, através do biogás e redução dos impactos ambientais no campo, permitindo ainda a produção de biofertilizante que pode ser aplicado no campo. A geração de energia elétrica pode ser isolada ou interligada à rede de distribuição da concessionária local.

CAMPO DE ATUAÇÃO

[03] O bioossistema pode ser utilizado para o tratamento de resíduos da agroindústria ou de pequenas propriedades rurais, atuando no campo da Engenharia Sanitária, reduzindo os impactos ambientais das atividades agropecuárias e gerando energia.

ESTADO DA TÉCNICA

[04] A base de dados de patentes apresenta diversos tipos de biodigestores com vários aspectos construtivos e disposição. A maioria do biodigestores apresentados possuem concepções construtivas e operacionais complexas, tornando sua aplicação mais onerosa e restritiva.

[05] Como exemplos podemos citar MU8901049-3, intitulada "Disposição técnica introduzida em biodigestores facultativos de fluxo contínuo" que utiliza Biodigestores Facultativos de Fluxo Contínuo; MU8602953-3 intitulada " Biodigestor hermético com câmara de expansão e retração" que utiliza um biodigestor hermético constituído por um reservatório, o qual O gás produzido fica armazenado na câmara pneumática; MU8601260-6 intitulada "Tanque biodigestor e método de construção" que usa o biodigestor construído no solo em formato de vala; a patente MU8403433-5 intitulada " Biodigestor modular para produção de biogás, biofertilizante e bio-ração" que usa faz uso de sistema de biodigestão modular compreendido por tanques de biodigestão.

[06] No banco de dados internacionais pode ser citada a patente MX2014015692(A), intitulada "Biodigestor with sludge separator and gravimetric recirculation of lixiviates" que usa o biodigestor de escoamento tipo pistão; a patente MX2009014187(A) intitulada "Design, manufacture and installation of a tubular biodigestor of pvc which is modular, scalable and of continuous flow for processing agricultural and livestock wastes" refere-se a concepção de um biodigestor tubular em PVC; NL2004534-C "Homogenize device for increasing homogeneity of biodigestor tank filled with biomass sludge, has pump device filled with fluid, and elongated tube whose inlet and outlet are connected outside tank through outlet entry" caracteriza como uma aplicação para melhorar a homogeneidade de um tanque biodigestor cheio de lodo de biomassa; MX2012013531-A1 "Device used for processing biodigestor products such as cactus plant, biofertilizers, sludge, humus and electric garbage, comprises sophisticated digesters with certain design, where digesters are operated at certain conditions", o qual é um dispositivo utilizado para o processamento de produtos como planta de cacto, biofertilizantes, lodo, húmus e lixo elétrico; EP2060543-A1 "Sewer water recovery system for sewer

treatment used in buildings, industries, residential, and/or commercial/mixed agribusinesses, comprises homogenization tanks, biodigestor, water reuse set, and ascending flow anaerobic reactor”, utiliza-se um biodigestor no seu sistema, com intuito de reuso de esgoto sanitário.

[07] Essas patentes citadas anteriormente diferenciam da patente requerida, pois o biossistema objeto de patente apresenta forma construtiva e disposição simples e de baixo custo, planejado para uso em pequenas propriedades rurais ou pequenas agroindústrias. O biodigestor é operado em batelada. O biossistema detém uma disposição que permite a coleta do gás metano purificado e fertilizante para uso no cultivo no campo.

DESCRIÇÃO DA ABORDAGEM DO PROBLEMA TÉCNICO

[08] A tabela 1 apresenta os problemas existentes e a solução que o presente pedido apresenta para cada uma delas.

Tabela 1 – Problemas x Soluções

Problema	Soluções
Resíduos líquidos	Tratamento de dejetos líquidos e geração de produtos com valor agregado (biogás e biofertilizante)
Método construtivo	Simplicidade e materiais de baixo custo.
Operação	Simplicidade operacional, sem necessidade de mão de obra especializada; Baixo custo operacional, sem demanda de energia elétrica; procura atingir a autossuficiência energética das empresas agrícolas; caracteriza-se por ser uma energia explorada a baixo custo, com tecnologia simples;
Impacto social	Promove a fixação do homem do campo, oferecendo uma melhor qualidade de vida;

	concorre para aumentar a produtividade agrícola e a renda do produtor, com a aplicação do biofertilizante; reduz a demanda de fertilizantes derivados do petróleo;
Impactos ambientais	descentraliza a energia, liberando o gás liquefeito de petróleo importado para as regiões urbanas; concorre para recuperar o solo e despoluir o meio ambiente;
Economia	reduz o balanço de pagamento dos custos de energia elétrica gás liquefeito de petróleo e fertilizantes

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[09] Figura 1 - Biodigestor do biossistema mostrando o gasômetro (1) e as manilhas de concreto (2).

[010] Figura 2 – Sistema de encaixe (3), que são quatro aberturas, da manilha de concreto do fundo do biodigestor, essas aberturas perpassam por todas as manilhas e se encerram na manilha mais inferior do fundo.

[011] Figura 3 – Desenho do compartimento médio do biodigestor projetado com sistema de fixação do defletor (4) e seu sistema de encaixe que se dá por quatro aberturas (3), onde pode ser colocado uma viga de sustentação.

[012] Figura 4 – Desenho da ilustração do sistema de defletor que utiliza uma tampa de caixa d'água perfurada (5).

[013] Figura 5 - Desenho da ilustração do modelo de caixa d'água utilizado como reservatório de biogás ou gasômetro (1).

[014] Figura 6 – Desenho da ilustração do biodigestor montado, mostrando o local onde fica armazenado o biogás, ou seja, o gasômetro (1), e em destaque a tubulação que é o local de entrada do efluente (6) e o local da saída do biogás (7).

[015] Figura 7 – Desenho da vista explodida do biodigestor proposto, mostrando o compartimento superior com gasômetro (1), a tubulação que é o local de entrada do efluente (6) e que se estende até abaixo do defletor nas

manilhas centrais, o local de saída do biogás (7), os compartimentos inferiores divididos em manilhas de concreto (2), o sistema de fixação do defletor no compartimento médio das manilhas (4) e o defletor (5).

[016] Figura 8 - Desenho esquemático da disposição do bio sistema, mostrando os tanques de equalização (8) e (9), registros para controle do fluxo (10), drenos para retenção de umidade (11), suporte dos tubos (12), depósito do biofertilizante (13), medidor de vazão de gás (14), purificador de gás (15), gerador de energia elétrica a biogás (16), queimador de gás (17), postes (18) e lâmpadas (19), exemplificando o uso do produto final, e a tubulação de saída do efluente (20).

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

[017] A Figura 1 apresenta o desenho do biodigestor do bio sistema. Os componentes (1) e (2) representam o gasômetro e as manilhas de concreto, respectivamente.

[018] A Figura 2 mostra os desenhos de encaixe e manilha de concreto do fundo do biodigestor (3). A Figura 3 apresenta o compartimento médio do biodigestor projetado com sistema de fixação do defletor (4).

[019] A Figura 4 apresenta o detalhe do sistema de defletor utilizado a partir de uma tampa de caixa d'água com o diâmetro e distância dos furos (5).

[020] A Figura 5 mostra o desenho do modelo de caixa d'água utilizado como reservatório de biogás (1), que é também o gasômetro.

[021] A Figura 6 mostra o biodigestor montado. O compartimento (1) é o local onde fica armazenado o biogás; (6) é a entrada do efluente e o (7) a saída do biogás.

[022] O biodigestor que está representado na Figura 7, conforme Tabela 2, é compreendido por um compartimento inferior do fundo dividido em duas manilhas (2), compartimento inferior-médio dividido em duas manilhas (2) e compartimento de manilhas mais superior dividido em duas manilhas (2). A entrada do efluente se dá através da tubulação vertical centralizada e

posicionada ao centro do gasômetro até abaixo do defletor (5). Os compartimentos inferiores do fundo recebem o efluente e se comunicam com os compartimentos médios por meio do defletor (5) que é fixado no anteparo (4), utilizando-se 16 parafusos inox de 5/16". Essas manilhas dos compartimentos médios são destinadas a receber o lodo estabilizado e armazenam na sua porção superior o biogás produzido. O fluxo do lodo estabilizado sai dos compartimentos médios para as manilhas dos compartimentos superiores por meio de um orifício localizado no anel de fixação e entrando no compartimento superior através de um orifício. Nos compartimentos superiores, forma-se um selo d'água que impede a saída do gás pela abertura do anel das manilhas. O efluente sai do biodigestor através de um orifício de escape localizado no compartimento superior.

Tabela 2 – Lista de componentes do biodigestor.

Item	Peças
a	Caixa de PVC (caixa d'água invertida) que funciona como gasômetro (1)
b	Manilhas de concreto componentes do biodigestor divididos em compartimentos (2)
c	Sistema de fixação do defletor (4)
d	Defletor (5)
e	Tubulação de entrada do efluente (6)
f	Saída do biogás (7)

[023] O regime de funcionamento é em batelada com fluxo ascendente, ou seja, o efluente entra através da tubulação de entrada (6) que é de PVC, conectado ao biodigestor por meio de um flange que conduz para os compartimentos inferiores, que são o gasômetro (1) e as manilhas de concreto (2) e segue até abaixo do defletor (5).

[024] Nos compartimentos inferiores (2) forma-se uma manta de lodo que tem a função de retenção de sólidos, fazendo com que haja um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) menor que o Tempo de Retenção de Sólidos (TRS). Como consequência, somente a massa sólida (que é a parte a ser digerida)

permanece o tempo necessário no interior do biodigestor e isso o torna mais compacto que os biodigestores tradicionais (indiano, chinês etc.). O lodo estabilizado formado nos compartimentos inferiores flui para os compartimentos médios, através de um orifício, situado no centro da parede de concreto.

[025] O biogás gerado tanto nos compartimentos inferiores como nos compartimentos médios é armazenado temporariamente no gasômetro (1), que tem instalada uma tubulação para a saída do biogás (7), que pode ser soldada ou flangeada e feita preferencialmente em PVC.

[026] O efluente que sai dos compartimentos médios vai para os compartimentos superiores. Os compartimentos superiores devem ter volume igual ou superior ao volume destinado ao armazenamento temporário do biogás no gasômetro (1). Esses compartimentos têm a função de selo hidráulico. A saída do efluente (20) do biodigestor se dá por tubulação a ser convenientemente ajustada em função da disposição do mesmo em relação aos demais componentes do sistema de tratamento.

[027] Na Figura 6, é possível também visualizar os detalhes da inserção de uma tubulação para a canalização do biogás, instalada na parte superior central do reservatório de biogás. O biogás gerado é armazenado na parte superior do biodigestor, o qual utiliza uma caixa d'água na posição invertida, conforme ilustrado nas Figuras 1, 6, 7 e 8. O efluente de saída do biodigestor é o biofertilizante, o qual flui pela parte superior do biodigestor, formando o selo hidráulico.

[028] Como inovação o biodigestor recebeu um sistema que auxilia e permite a biofixação dos microrganismos, por meio da formação de um biofilme na superfície de pequenos tubos de PVC cortados a partir do reaproveitamento de materiais de garrafas recicladas, dispostos de forma aleatória na parte inferior do biodigestor no compartimento de digestão.

[029] A entrada do efluente se deu por uma tubulação vertical (6) que sai dos tanques de equalização (8 e 9), entra pela parte superior gasômetro (cx. de PVC invertida), atravessa todas os compartimentos e tem saída no centro do

compartimento inferior, de modo que os resíduos direcionados ao biodigestor tenham um fluxo ascendente, o que, com a estabilização do biodigestor, cria uma manta de lodo no interior dos compartimentos (médio e inferior). Essa manta é forçada a permanecer na parte inferior do biodigestor por meio da utilização de uma chapa defletora (5), construída em material inerte e perfurada em toda a sua extensão, de modo que parte do efluente atravessasse a chapa defletora e a parte mais densa fique então retida, formando a manta de lodo. A chapa defletora ou defletor, é apoiado no anteparo de sustentação (4), na parte central do corpo do biodigestor.

[030] A Figura 8 apresenta o desenho esquemático da disposição do biossistema. Os componentes estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Lista de componentes do biossistema.

Item	Peças
a	Gasômetro (1)
b	Tanque de equalização (8)
c	Válvula (10)
d	Tanque de equalização (9)
e	Dreno (11)
f	Suportes dos tubos (12)
g	Manilhas de concreto (2) - visão externa
h	Depósito de biofertilizante (13)
l	Purificador de gás (14)
j	Medidor de vazão (15)
k	Gerador a biogás (16)
l	Queimador de gás (17)
m	Postes (18)
n	Lâmpadas (19)

RESULTADOS OBTIDOS

[031] Durante a operação do biodigestor, o conteúdo médio de metano no biogás foi de $68,10 \pm 9,40$ % e o valor máximo de 77,55.

[032] A produção máxima de biogás foi de $1,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de metano, enquanto o gerador produziu o equivalente a 3 kVA. Porém, no final do experimento, quando a produção de metano foi de $0,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, o gerador foi subutilizado, produzindo 0,4 kVA, podendo ser suprido com folga a partir da produção de biogás obtida.

VANTAGENS DA PATENTE

[033] Facilidade construtiva do biodigestor. Simplicidade dos componentes do biossistema, com baixo custo e tempo reduzido para implantação. Fácil reprodutividade. Fácil operação, sem necessidade de bombeamento, reduzindo custos operacionais.

REIVINDICAÇÕES

1. Biossistema integrado **caracterizado pelo** fato de compreender um biodigestor cilíndrico, confeccionado em anéis de concreto (2) encaixados (3) e pré-moldados, implantado no interior de uma cova no solo, sem qualquer necessidade de fundação, para digerir efluentes provenientes de diversas fontes, desde que sejam líquidos o suficiente para serem conduzidos por tubulação de entrada (6) do biodigestor, alimentado em fluxo ascendente por gravidade, oriundo de caixas iniciais, os tanques de equalização (8) e (9), na parte inferior do biodigestor no compartimento de digestão, constituído por duas manilhas (2), possui um sistema que auxilia e permite a biofixação dos microrganismos, por meio da formação de um biofilme na superfície de pequenos tubos de PVC cortados, dispostos de forma aleatória, os compartimentos inferiores do fundo recebem o efluente e se comunicam com os compartimentos médios, constituído por duas manilhas (2), por meio do defletor (5) que é fixado no anteparo (4), utilizando-se 16 parafusos inox de 5/16", o sistema de defletor utilizado a partir de uma tampa de caixa d'água com o diâmetro e distância dos furos, e tendo na parte superior do reator um tanque para armazenamento do biogás (1), o qual é conduzido por tubulação em PVC até um dreno (11) para retenção da umidade e em seguida a um filtro (15) para purificação do biogás, sendo encaminhado ao gerador de energia (16) ou para um flare (queimador) (17) para geração de energia térmica.

DESENHOS

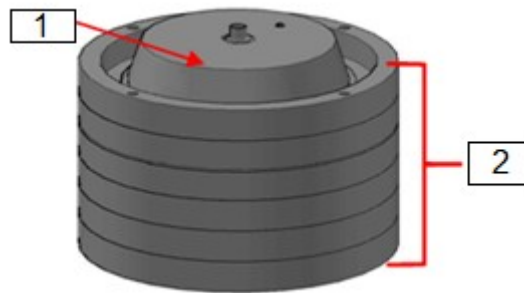


Figura 1

6

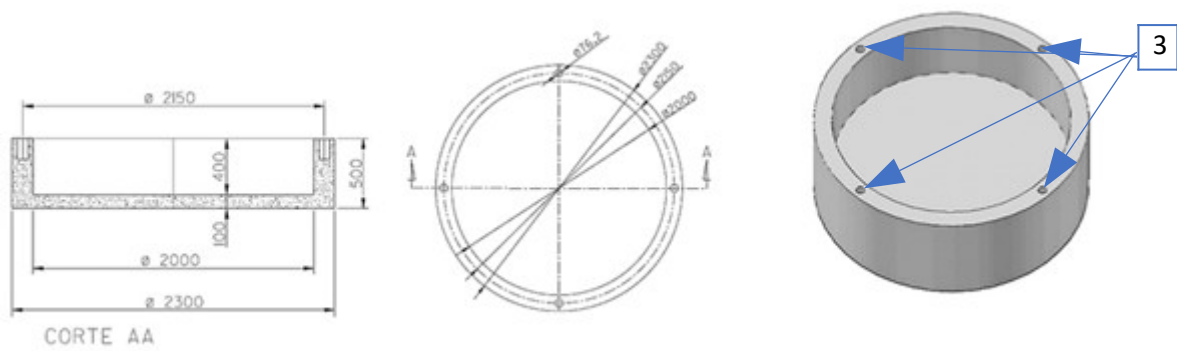


Figura 2

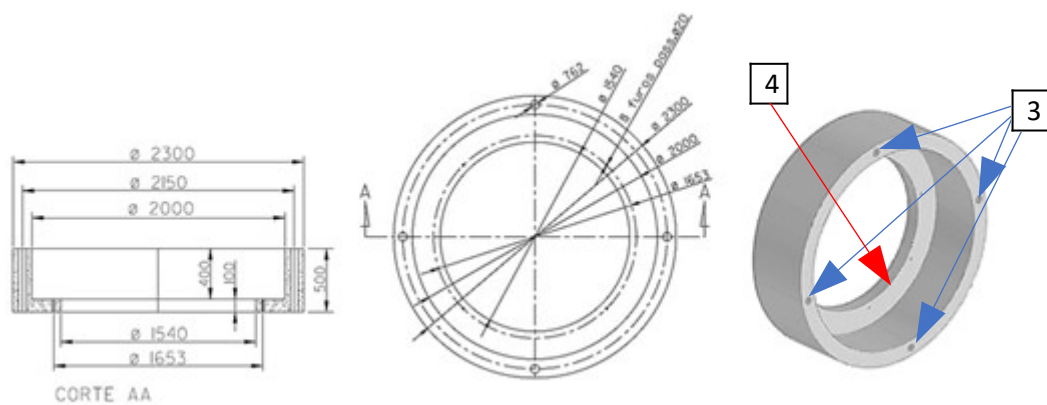


Figura 3

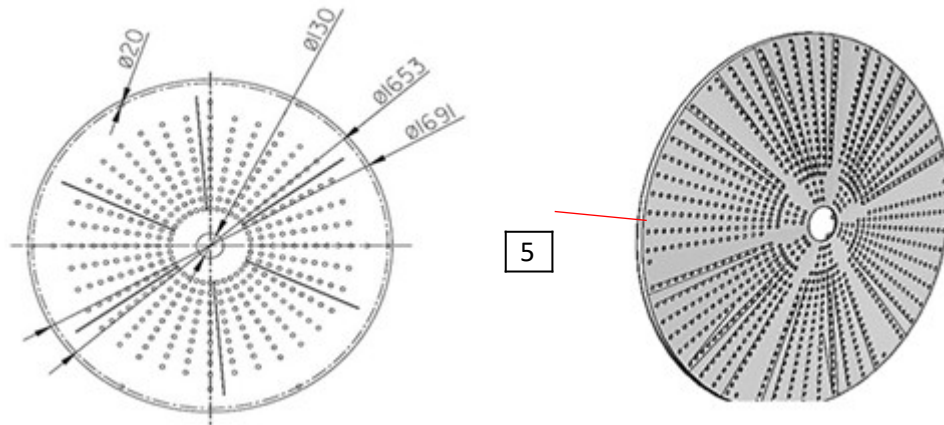


Figura 4

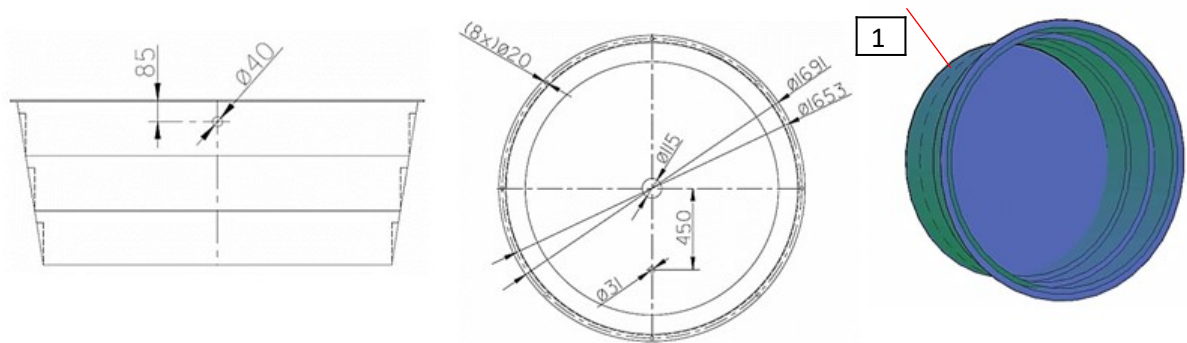


Figura 5

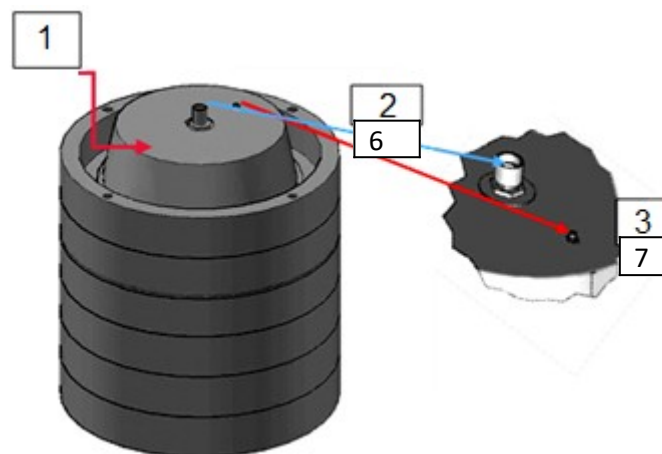


Figura 6

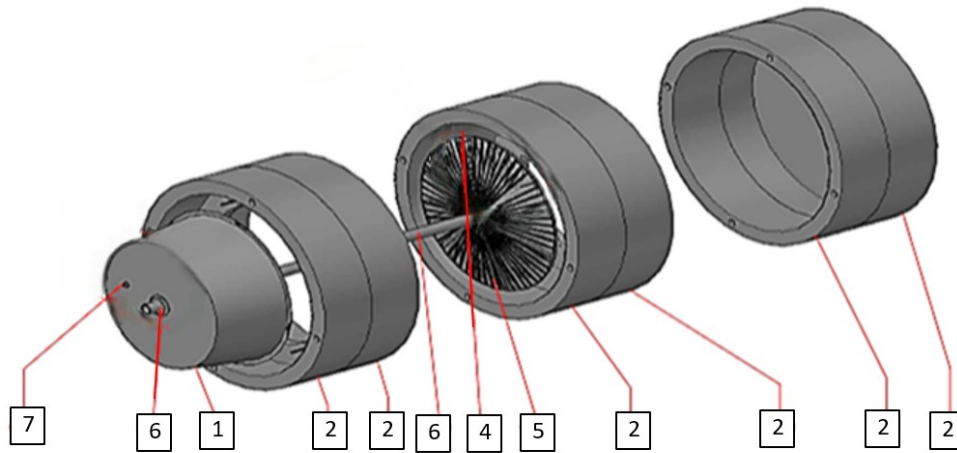


Figura 7

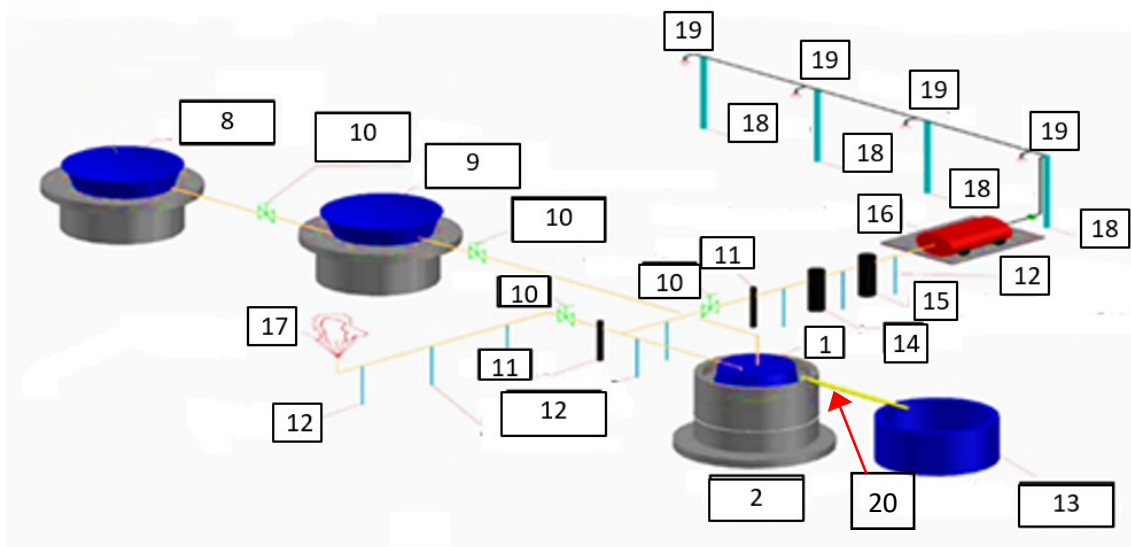


Figura 8