



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENTIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00269**

(22) Data de depozit: **14/04/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2017 BOPI nr. **10/2017**

(71) Solicitant:

• INSTITUTUL NATIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREŞTI, B, RO

(72) Inventatori:

• MATEESCU CARMEN,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.102, BL.48 A,
SC.1, AP.26, SECTOR 5, BUCUREŞTI, B,
RO;

• LINGVAY IOSIF, BD. CHIŞINĂU NR.19,
BL.A 5, SC.1, ET.10, AP.41, SECTOR 2,
BUCUREŞTI, B, RO;
• CARAMITU ALINA RUXANDRA,
ALEEA AVIATOR STÂLPEANU NR. 5, BL. 5,
SC. 4, ET. 4, AP. 40, SECTOR 1,
BUCUREŞTI, B, RO;
• TĂNASE NICOLAE, STR. CUCULUI NR. 1,
COMUNA ADUNAȚII COPĂCENI, GR, RO;
• RADU ELENA, ALEEA CRICOVUL DULCE
NR. 5, BL. 16, SC. 2, ET. 4, AP. 39,
SECTOR 4, BUCUREŞTI, B, RO

(54) PROCEDEU DE STIMULARE A BIOMASEI ȘI INSTALAȚIE PENTRU PRODUCEREA BIOGAZULUI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și o instalatie pentru producerea biogazului. Procedeul conform inventiei constă în aplicarea unui câmp electric sinusoidal din domeniul frecvențelor de 0,5...200 Hz, în funcție de materia primă fermentată, rezultând biogaz cu un raport volumetric CH₄:CO₂ în domeniul 2,3...19. Instalația conform inventiei include o incintă (1) de fermentare de formă paralelipipedică, realizată din rășină (2) epoxidică armată cu fibră de sticlă, câte doi pereti paraleli, având câte un electrod (3) de polarizare conectat electric la bornele (4) de racordare a unui generator (5) cu frecvență controlată, niște sicane (6) prevăzute între cei doi pereti, pentru controlul transportului de masă între gurile (7, 8) de alimentare, respectiv de evacuare, incinta (1) fiind prevăzută cu trei guri (9) de vizitare și un racord (10) cu robinet pentru evacuarea biogazului.

Revendicări: 3

Figuri: 5

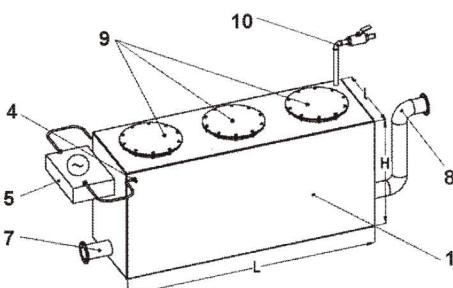


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Procedeu de stimulare a biomasei și instalație pentru producerea biogazului

Invenția se referă la un procedeu de stimulare a biomasei în câmp electric de extrem de joasă frecvență și la o instalație pentru producerea biogazului prin eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor metanogene.

Se cunoaște faptul că procesele fermentative prin care se obține biogazul sunt sensibile la o serie de parametri cum ar fi: materia primă prelucrată și inoculul folosit, aciditatea și temperatura biomasei etc., factori care determină viteza de dezvoltare a microorganismelor de fermentare. Viteza reacțiilor biochimice de fermentare metanogenă relativ scăzută duce la creșterea timpilor de procesare și implicit productivitate scăzută a instalației. Pe de altă parte, în etapele premărgătoare formării gazului metan prezența bacteriilor acidogene este necesară, însă dezvoltarea excesivă a acestora în defavoarea microorganismelor metanogene duce la un conținut ridicat în CO₂ și implicit la diminuarea semnificativă a puterii calorice a biogazului format. În cursul procesului de fermentare anaerobă, este necesară menținerea unui echilibru dinamic între formarea acizilor volatili și consumarea lor de către bacteriile metanogene, adică un conținut de acizi volatili relativ scăzut. Perturbarea metabolismului bacteriilor metanogene determină acumularea în mediu a acizilor volatili, datorită procesului lent de asimilare a acestora. Deși, până la un punct, ei sunt neutralizați de alcalinitatea nămolului, care are capacitate de tamponare datorită prezenței bicarbonațiilor, după epuizarea acestora se încetinește activitatea bacteriilor metanogene și se produce un dezechilibru care perturbă procesul.

Sunt cunoscute diverse procedee de stimulare a proceselor fermentative de obținere a biogazului, care implică tratare chimică (tratare alcalină cu NaOH, NH₃, NH₄S etc., tratare acidă cu H₂SO₄, HCl, H₃PO₄, HClO₄, tratare cu solvenți sau tratare cu agenți oxidanți de tipul H₂O₂, ozon) [1] [4], tratare fizică (măcinare, încălzire sau racire, comprimare, iradiere cu raze gama, fascicul de electroni, microunde, ultrasunete [2]) sau biologică (adaos de culturi microbiene pure, tratare cu enzime produse de fungi și actinomicete) [4], precum și o combinare a acestor metode [5], prin care, în fermentatoarele specializate se urmărește obținerea unui biogaz cu valoare energetică cât mai ridicată, respectiv cu un raport CH₄/CO₂ maxim.

Pe de altă parte, se cunoaște faptul că câmpurile electrice sinusoidale din gama frecvențelor de extrem de joasă frecvență, aplicat culturilor microbiene, funcție de specie și de nutrienții prezenti în mediu, la anumite frecvențe sensibile pot modifica semnificativ metabolismul microorganismelor, inclusiv ale celor de fermentare [8], [9].

Se cunosc numeroase variante constructive de instalații de biogaz cum ar fi cele cu camere separate pentru fermentarea acidogenă și cea metanogenă [6], cele cu tratarea prealabilă a masei de fermentație [7], cu sau fără agitarea mecanică, cu alimentare continuă sau discontinuă etc.

Principalele dezavantaje ale acestor procedee și instalații cunoscute pentru producerea biogazului sunt:

- productivitate (volum biogaz produs/volum fermentator) scăzută;
- tempi de retenție ridicați;
- consum de materiale pentru reglarea pH-ului;
- substanțele utilizate la corecția pH-ului (lapte de var, NaOH, Na₂CO₃ etc.), prin conținutul lor de cationi la concentrații mai mari de 10 g/l produc inhibarea

fermentării anaerobe, iar prin conținutul lor de CO_3^{2-} formează CO_2 care diminuează puterea calorifică a biogazului obținut;

- consum auxiliar de energie relativ ridicat pentru agitarea mecanică, pentru manevrarea biomasei între etapele de procesare etc.;

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stimularea selectivă a proceselor fermentative, în favoarea microorganismelor metanogene în scopul maximizării raportului CH_4/CO_2 în biogazul obținut și reducerea timpilor de retenție a masei organice prelucrate într-o instalație fără consum energetic auxiliar.

Procedeul de stimulare a biomasei pentru producerea biogazului, înălțură dezvantajele menționate, prin aceea că eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor metanogene se realizează prin aplicarea unui câmp electric sinusoidal de $200\div 500 \text{ V/m}$ din domeniul frecvențelor extrem de joase $0,5 \div 200 \text{ Hz}$ funcție de materia primă fermentată, respectiv:

- resturi vegetale cu conținut minim de 30% celuloză cu adaos de $10\div 30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $1,08\pm 0,07 \text{ Hz}$; $3,6\pm 0,15 \text{ Hz}$; $8,3\pm 0,2 \text{ Hz}$; $20,4\pm 0,3 \text{ Hz}$; $26,4\pm 0,3 \text{ Hz}$;
- deșeuri din industria alimentară și menajere cu conținut minim 10% amidon cu adaos de $10\div 30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2,8\pm 0,15 \text{ Hz}$; $4,13\pm 0,15 \text{ Hz}$; $7,8\pm 0,2 \text{ Hz}$; $9,5\pm 0,2 \text{ Hz}$; $53,3\pm 0,3 \text{ Hz}$;
- deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu $10\div 30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2\pm 0,1 \text{ Hz}$; $3,1\pm 0,1 \text{ Hz}$; $11\pm 0,3 \text{ Hz}$; $14,5\pm 0,6 \text{ Hz}$; $20\pm 0,2 \text{ Hz}$; $26,5\pm 2 \text{ Hz}$; $74\pm 3 \text{ Hz}$;
- materialele reziduale provenite din industria băuturilor alcoolice (vin, bere, spirtoase) cu $10\div 30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele în domeniul $2,9\pm 0,3 \text{ Hz}$; $20,5\pm 0,5 \text{ Hz}$; $26,5\pm 0,4 \text{ Hz}$.

Instalația pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de extremă joasă frecvență, înălțură dezvantajele menționate prin aceea că este alcătuită dintr-o incintă de fermentare, de formă paralelipipedică, realizată din răsină epoxidică armată cu fibră de sticlă, cu raportul lungime L / lățime l / înălțime H de $3 / 0,9\div 1,1 / 1,3\div 1,5$, la care cei doi pereți plan paraleli care au raportul lungime L / înălțime H $3/1,3\div 1,5$ au înglobate în răsină epoxidică, la o adâncime de $2 \pm 0,3 \text{ mm}$, câte un electrod de polarizare format din plasă de sărmă cu ochiuri mai mici de 50 mm , conectată electric la bornele de racordare a generatorului cu frecvență controlată în domeniul $0,5\div 200 \text{ Hz}$, capabil să debiteze tensiuni de până la 5600 Vvv – asigurând astfel stimularea și controlul proceselor fermentative. Între cei doi pereți cu electrozi de polarizare sunt prevăzute niște șicane pentru controlul transportului de masă între gura de alimentare și cea de evacuare montate pe pereții cu raportul lățime l / înălțime H $0,9\div 1,1/1,3\div 1,5$ având diametrele cuprinse între 80 și 400 mm , asigurând astfel atât productivitatea reactorului (creșterea raportului producție biogaz/volum reactor) cât și valorificarea superioară a materiilor prime prelucrate. Incinta de fermentare este prevăzută cu trei guri de vizitare, câte unul pentru fiecare compartiment separat de șicane, cu diametrul cuprins între 400 și 800 mm (prin care se asigură curățirea incintei – evacuare periodică a eventualelor sedimente) și un racord cu robinet cu diametrul cuprins între 20 și 80 mm pentru evacuarea biogazului. Alimentarea cu suspensie de materii prime și inocul se realizează printr-un dispozitiv de alimentare format dintr-un vas tampon de materii prime cu nivel reglabil racordat la gura de alimentare printr-un tub flexibil. Tranzitul de masă prin

incinta de fermentare este asigurată gravitațional prin controlul diferenței dintre nivelul materiilor prime din vasul tampon și nivelul gurii de evacuare.

Procedeul și instalația de producere a biogazului, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- productivitate (volum biogaz produs/volum fermentator) ridicată;
- timp de retenție scăzut;
- nu necesită consum de materiale pentru reglarea pH-ului;
- nu implică consum auxiliar de energie pentru agitare mecanică, manevrarea biomasei între etapele de procesare etc.;
- valorificarea superioară a materiei prime;
- biogazul obținut are putere calorifică ridicată, respectiv un raport volumetric CH_4/CO_2 cuprins în domeniul $2,3 \div 19$;
- îmbunătățirea calității mediului prin creșterea gradului de degradare și conversie a poluanților organici din biomasă și reducerea potențialului patogen al acestora;
- instalație compactă, simplă, ușor de executat, utilizarea/exploatare nu necesită personal înalt calificat;
- polarizarea biomasei fiind realizată capacativ (prin electrozi izolați) și la frecvențe extrem de joase (sub 200 Hz), puterea consumată de generatorul de tensiune cu frecvență controlată este mică (pentru o incintă de $3 \times 1 \times 1\text{m}$, de maxim 50W)

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1 – 5, care reprezintă schițele de realizare a instalației de producere a biogazului prin stimularea și controlul proceselor de fermentație în câmp electric alternativ de extremă joasă frecvență, după cum urmează:

- Fig. 1 - Vedere de ansamblu 3D a instalației conform inventiei;
- Fig. 2 - Secțiune longitudinală ansamblu 3D a instalației de biogaz ;
- Fig. 3 - Secțiune transversală a instalației de biogaz ;
- Fig. 4 - Secțiune longitudinală ansamblu 2D instalației de biogaz;
- Fig. 5 – Schiță dispozitivului de alimentare.

Instalația pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de extremă joasă frecvență, conform inventiei, este alcătuită dintr-o incintă de fermentare 1, de formă paralelipipedică, realizată din răsină epoxidică armată cu fibră de sticlă 2, cu raportul lungime L / lățime I / înălțime H de $3 / 0,9 \div 1,1 / 1,3 \div 1,5$.

Pentru asigurarea polarizării biomasei în câmp electric sinusoidal de extremă joasă frecvență cei doi pereți plan paraleli, cu raportul lungime L / înălțime H $3/1,3 \div 1,5$, ai incintei 1 au înglobate în stratul de răsină epoxidică 2, la o adâncime de $2 \pm 0,3$ mm, câte un electrod de polarizare 3 formați din plasă de sârmă cu ochiuri mai mici de 50 mm, conectați electric la bornele 4 de racordare a generatorului 5 cu frecvență controlată în domeniul $0,5 \div 200$ Hz, capabil să debiteze tensiuni de până la 5600 Vvv și un curent de până la 0,025A (valoare eficace) pe o sarcină capacativă.

În incinta de fermentație 1, între cei doi pereți cu electrozi de polarizare 3 sunt prevăzute cinci șicane 6, pentru controlul transportului de masă între gura de alimentare 7 și cea de evacuare 8, montate pe pereții cu raportul lățime I / înălțime H $0,9 \div 1,1 / 1,3 \div 1,5$. Pe partea superioară a celor două șicane fixate pe capacul incintei 1 sunt prevăzute niște orificii pentru circulația liberă a gazelor între compartimente. Gurile de alimentare 7 și respectiv de evacuare 8 au diametrele cuprinse între 80 și 400 mm.

Incinta de fermentare 1 este prevăzută cu trei guri de vizitare 9 cu diametrul cuprins între 400 și 800 mm și un racord cu robinet 10 cu diametrul cuprins între 20 și 80 mm. pentru evacuarea biogazului.

Alimentarea incintei de fermentație 1 cu suspensie de materii prime și inocul se realizează printr-un dispozitiv de alimentare format dintr-un vas tampon 11 de materii prime cu nivel reglabil racordat la gura de alimentare 7 printr-un tub flexibil 12. Tranzitul de masă prin incinta de fermentare este asigurată gravitațional prin controlul diferenței dintre nivelul materiilor prime din vasul tampon 11 și nivelul gurii de evacuare 8 racordat, în acest scop, printr-un tub flexibil.

La punerea în funcțiune, cu robinetul 10 deschis, incinta de fermentare 1 se încarcă cu suspensie de biomasă, având umiditatea cuprinsă între 87 și 95%, formată din 10÷30% inocul din dejecții de vită și materia primă tocată/măruntită corespunzător (până la fracții solide cu dimensiuni de maxim 1cm). În acest scop se fixează nivelul gurii de evacuare 8 astfel încât partea superioară a acesteia să fie la nivelul capacului incintei și se introduce suspensia de biomasă în vasul tampon 11 până când înălțimea suspensiei din incinta de fermentare 1 ajunge la 0,8 ÷ 0,9 din înălțimea H, după care se închide robinetul 10.

După încărcarea incintei de fermentare 1 cu biomasă, se regleză frecvența semnalului sinusoidal de stimulare produs de generatorul 5, funcție de compoziția suspensiei de biomasă, după cum urmează:

- pentru resturi vegetale cu conținut minim de 30% celuloză cu adaos de 10÷30% inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $1,08 \pm 0,07\text{Hz}$; $3,6 \pm 0,15\text{Hz}$; $8,3 \pm 0,2\text{Hz}$; $20,4 \pm 0,3\text{Hz}$; $26,4 \pm 0,3\text{Hz}$;
- deșeuri din industria alimentară și menajere cu conținut minim 10% amidon cu adaos de 10÷30% inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2,8 \pm 0,15\text{Hz}$; $4,13 \pm 0,15\text{Hz}$; $7,8 \pm 0,2\text{Hz}$; $9,5 \pm 0,2\text{Hz}$; $53,3 \pm 0,3\text{Hz}$;
- deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu 10÷30% inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2 \pm 0,1\text{Hz}$; $3,1 \pm 0,1\text{Hz}$; $11 \pm 0,3\text{Hz}$; $14,5 \pm 0,6\text{Hz}$; $20 \pm 0,2\text{Hz}$; $26,5 \pm 2\text{Hz}$; $74 \pm 3\text{Hz}$;
- materialele reziduale provenite din industria băuturilor alcoolice (vin, bere, spirtoase) cu 10÷30% inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele în domeniul $2,9 \pm 0,3\text{Hz}$; $20,5 \pm 0,5\text{Hz}$; $26,5 \pm 0,4\text{Hz}$.

și se regleză tensiunea U debitată de generatorul 5 la o valoare $U [\text{Vvv}] = \text{lățimea } l [\text{m}] \cdot k$, unde k este un coeficient, având valoarea cuprinsă între 4000 și 5000 Vvv/m . Se pornește generatorul 5 și după 2 ÷ 5 zile (funcție de temperatura biomasei) începe formarea de gaze, care se evacuează prin robinetul 10 spre un rezervor tampon (gazometru) sau direct la consumatori.

După 5 ÷ 10 zile de la pornire, degajarea de biogaz se intensifică treptat, după care la cca. 20 ÷ 60 zile (funcție de calitatea materiilor prime prelucrate) se va constata o reducere a debitului de gaz, semn că biomasa s-a epuizat și se impune completarea treptată cu suspensie de materii prime prin vasul de tampon 11 și implicit evacuarea volumului echivalent de biomasă epuizată prin gura de evacuare 8.

Revendicări

1. Procedeu de stimulare a biomasei pentru producerea biogazului, caracterizat prin aceea că eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor metanogene se realizează prin aplicarea unui câmp electric sinusoidal de $200\div500$ V/m din domeniul frecvențelor extrem de joase $0,5 \div 200$ Hz funcție de materia primă fermentată, respectiv:
 - resturi vegetale cu conținut minim de 30% celuloză cu adaos de $10\div30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $1,08\pm0,07$ Hz; $3,6\pm0,15$ Hz; $8,3\pm0,2$ Hz; $20,4\pm0,3$ Hz; $26,4\pm0,3$ Hz;
 - deșeuri din industria alimentară și menajere cu conținut minim 10% amidon cu adaos de $10\div30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2,8\pm0,15$ Hz; $4,13\pm0,15$ Hz; $7,8\pm0,2$ Hz; $9,5\pm0,2$ Hz; $53,3\pm0,3$ Hz;
 - deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu $10\div30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele: $2\pm0,1$ Hz; $3,1\pm0,1$ Hz; $11\pm0,3$ Hz; $14,5\pm0,6$ Hz; $20\pm0,2$ Hz; $26,5\pm2$ Hz; 74 ± 3 Hz;
 - materialele reziduale provenite din industria băuturilor alcoolice (vin, bere, spirtoase) cu $10\div30\%$ inocul din dejecții de vită – se stimulează cu frecvențele în domeniul $2,9\pm0,3$ Hz; $20,5\pm0,5$ Hz; $26,5\pm0,4$ Hz.
2. Instalație pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de extremă joasă frecvență, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că este alcătuită dintr-o incintă de fermentare (1), de formă paralelipipedică, realizată din răsină epoxidică armată cu fibră de sticlă (2), cu raportul lungime L / lățime I / înălțime H de $3 / 0,9\div1,1 / 1,3\div1,5$, la care cei doi pereți plan paraleli care au raportul lungime L / înălțime H $3/1,3\div1,5$ au înglobate în răsină epoxidică (2), la o adâncime de $2 \pm 0,3$ mm, câte un electrod de polarizare (3) format din plasă de sărmă cu ochiuri mai mici de 50 mm, conectată electric la bornele (4) de racordare a generatorului (5) cu frecvență controlată în domeniul $0,5\div200$ Hz, capabil să debiteze tensiuni de până la 5600 Vvv, între cei doi pereți cu electrozi de polarizare (3) sunt prevăzute niste sicane (6) pentru controlul transportului de masă între gura de alimentare (7) și cea de evacuare (8) montate pe pereții cu raportul lățime I / înălțime H $0,9\div1,1/1,3\div1,5$ având diametrele cuprinse între 80 și 400 mm, de asemenea incinta de fermentare (1) este prevăzută cu trei guri de vizitare (9) cu diametrul cuprins între 400 și 800 mm și un racord cu robinet (10) cu diametrul cuprins între 20 și 80 mm. pentru evacuarea biogazului.
3. Dispozitiv de alimentare a incintei de fermentație (1), conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că este format dintr-un vas tampon de materii prime (11) poziționabil la un nivel reglabil printr-un tub flexibil de racord (12) la gura de alimentare (7) a instalației pentru producerea biogazu lui.

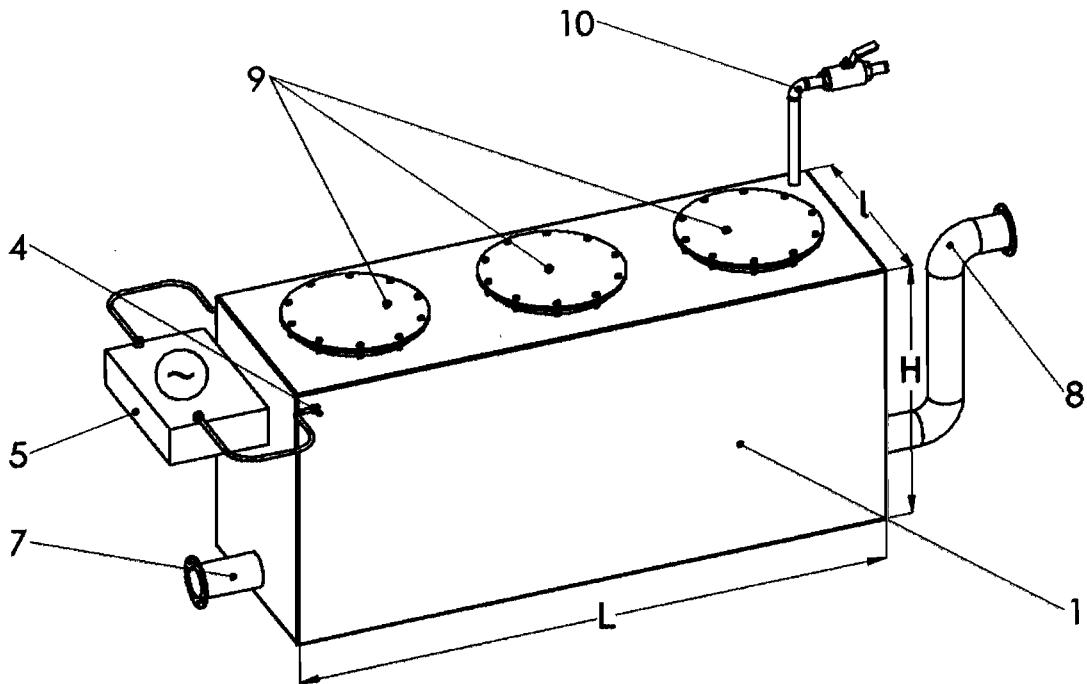


Figura 1.

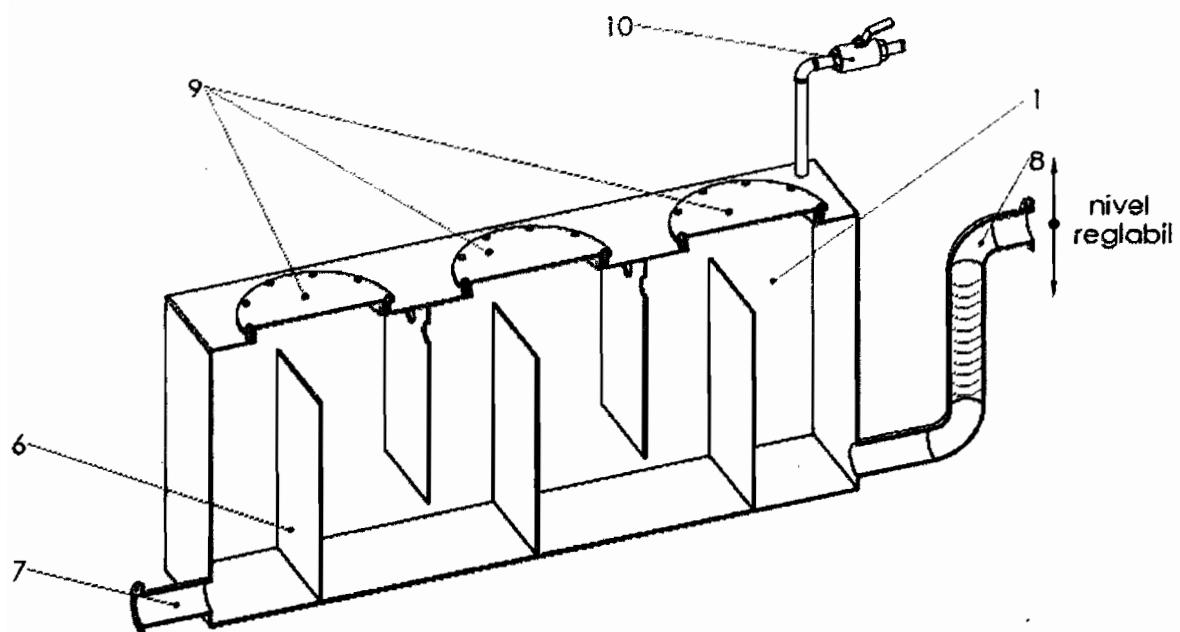


Figura 2.

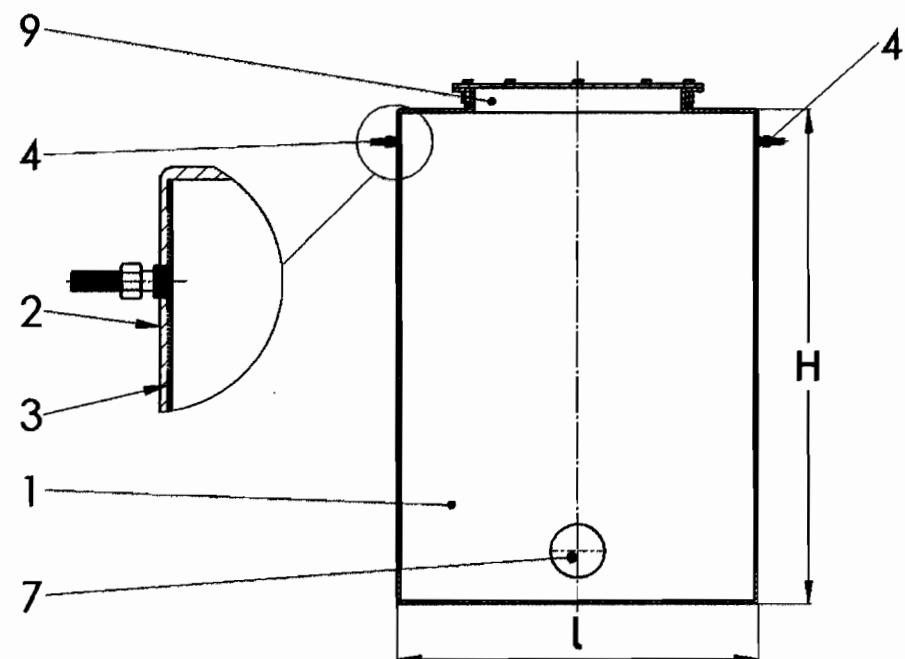


Figura 3.

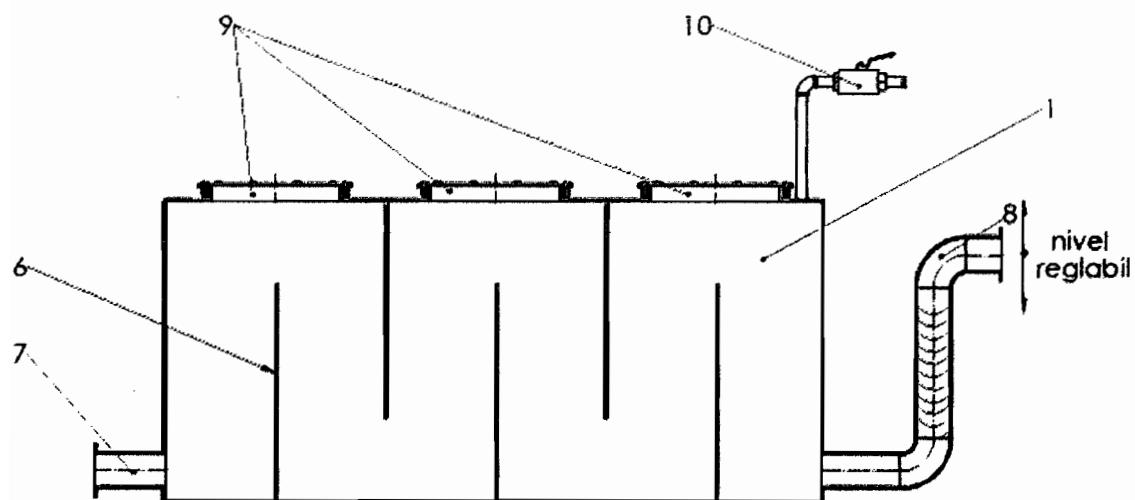


Figura 4.

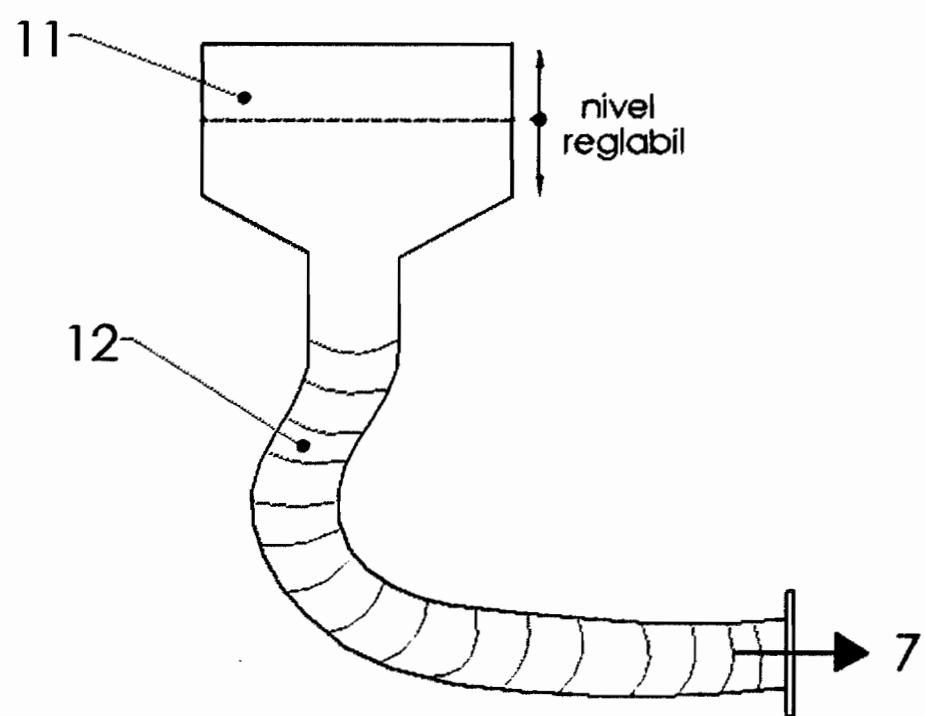


Figura 5.