



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

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

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2020** BOPI nr. **2/2020**

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

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **MATEESCU CARMEN,  
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.102, BL.48 A,  
SC.1, ET.7, AP.26, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **LINGVAY IOSIF, BD.CHIȘINĂU NR.19,  
BL.A 5, SC.1, ET.10, AP.41, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **CARAMITU ALINA RUXANDRA,  
ALEEA AVIATOR STĂLPEANU NR. 5, BL. 5,  
SC. 4, ET. 4, AP. 40, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, 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, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**KENGO SASAKI, DAISUKE SASAKI,  
MASANIKO MORITA, SHIN-ICHI HIRANO,  
NORIO MATSUMOTO, NAOYA OHMURA,  
"BIOELECTROCHEMICAL SYSTEM  
STABILIZES METHANE FERMENTATION  
FROM GARBAGE SLURRY",  
YASUOLAGARASHI-BIORESOURCE  
TECHNOLOGY, VOL. 10, PP. 3415-3422,  
2010; US 7504245 (B2)**

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



# RO 132199 B1

1 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  
3 biochimice ale microorganismelor metanogene.

5 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 tempe-  
ratura biomasei etc., factori care determină viteză de dezvoltare a microorganismelor de  
7 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,  
9 în etapele premergătoare formării gazului metan prezența bacteriilor acidogene este necesară,  
însă dezvoltarea excesivă a acestora în defavoarea microorganismelor metanogene duce la un  
11 conținut ridicat în CO<sub>2</sub> și, implicit, la diminuarea semnificativă a puterii calorice a biogazului  
format. În cursul procesului de fermentare anaerobă, este necesară menținerea unui echilibru  
13 dinamic între formarea acizilor volatili și consumarea lor de către bacteriile metanogene, adică  
un conținut de acizi volatili relativ scăzut. Perturbarea metabolismului bacteriilor metanogene  
15 determină acumularea în mediu a acizilor volatili, datorită procesului lent de asimilare a aces-  
tora. Deși, până la un punct, ei sunt neutralizați de alcalinitatea nămolului, ce are capacitate de  
17 tamponare datorită prezenței bicarbonaților, după epuizarea acestora se încetinește activitatea  
bacteriilor metanogene și se produce un dezechilibru care perturbă procesul.

19 Sunt cunoscute din articolul **"Bioelectrochemical system stabilizes methane  
fermentation from garbage slurry", KengoSasaki, DaisukeSasaki, Masahiko Morita, Shin-  
21 ichi Hirano, Norio Matsumoto, Naoya Ohmura, Yasuolgarashi-Bioresource Technology,  
Vol. 10, May 2010, pp. 3415-3422**, bioreactoare metanogene ca mijloc de degradare a  
23 gunoiului, prin utilizarea unui sistem electrochimic prin reglarea potențialului electric pe  
materialul de susținere, la o rată de încărcare organică, reactoarele cu un potențial de -0,6 sau  
25 -0,8 V, generate de o reacție electrochimică catodică, au arătat o îndepărtare mai mare a  
CODcr și a metanogenezei decât reactoarele cu potențial de 0,0 sau -0,3 V, generat de reacția  
27 anodică, sau la reactoarele de control fără reglare electrochimică, aceste rezultate indicând  
faptul că reglarea electrochimică catodică poate susține fermentarea metanului din gunoi.

29 De asemenea, este cunoscută, din brevetul **US 7504245 (B2)**, o metodă cuprinzând  
aplicarea energiei ultrasonice la o biomasă, pentru obținere de etanol, și care folosește energie  
31 ultrasonică drept singurul mijloc de pretratare.

Sunt cunoscute diverse procedee de stimulare a proceselor fermentative de obținere a  
33 biogazului, care implică tratare chimică (tratare alcalină cu NaOH, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>S etc., tratare acidă  
cu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>, tratare cu solvenți sau tratare cu agenți oxidanți de tipul H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,  
35 ozon) [**R. Bakker, J. Hazewinkel, J. Van Groenestijn, "Process and apparatus for the  
conversion of biomass", US Patent no. 7,501,025, March 2009**], tratare fizică (măcinare,  
37 încălzire sau răcire, comprimare, iradiere cu raze gamma, fascicul de electroni, microunde,  
ultrasunete) sau biologică (adaos de culturi microbiene pure, tratare cu enzime produse de fungi  
39 și actinomicete) [**Thomas Jeffries "Biodegradation of lignin and hemicelluloses", Book  
Biochemistry of Microbial degradation, Ed. C. Ratledge, Kluwer Academic Publishers,  
41 1994, pp. 233-277**], precum și o combinație a acestor metode [**M. J. Taherzadeh, K. Karimi,  
"Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A  
43 Review", International Journal of Molecular Sciences, 2008, vol. 9, ISSN 1422-0067, pp.  
1621-1651**], prin care, în fermentatoarele specializate, se urmărește obținerea unui biogaz cu  
45 o cât mai ridicată valoare energetică, respectiv, cu un raport CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> maxim.

# RO 132199 B1

Pe de altă parte, se cunoaște faptul că respectivele câmpuri electrice sinusoidale din gama frecvențelor de extrem de joasă frecvență, aplicate culturilor microbiene, în funcție de specie și de nutriții prezente în mediu, la anumite frecvențe sensibile pot modifica semnificativ metabolismul microorganismelor, inclusiv ale celor de fermentare [Radu Elena, Lipcinski D., Tănase N., Lingvay I., "Influența câmpului electric de 50 Hz asupra dezvoltării culturilor de *Aspergillus niger*", EEA- Electrotehnica, Electronica, Automatizări, Vol. 63, Nr. 3, 2015, pp. 68-74].

Se cunosc numeroase variante constructive de instalații de biogaz, cum ar fi cele cu camere separate pentru fermentarea acidogenă și cea metanogenă, cele cu tratarea prealabilă a masei de fermentație, 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;
- timpi de retenție ridicați;
- consum de materiale pentru reglarea pH-ului;
- substanțele utilizate la corecția pH-ului (lapte de var, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> etc.), prin conținutul lor de cationi la concentrații mai mari de 10 g/l, produc inhibarea fermentării anaerobe, iar prin conținutul lor de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> formează CO<sub>2</sub> care diminuează puterea calorică 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<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> 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, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor metanogene se realizează prin aplicarea unui câmp electric sinusoidal de 200...500 V/m, din domeniul frecvențelor extrem de joase, 0,5... 200 Hz, în funcție de materia primă fermentată, respectiv:

- resturi vegetale cu conținut de minimum 30% celuloză, cu adaos de 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele: 1,08 ± 0,07 Hz; 3,6 ± 0,15 Hz; 8,3 ± 0,2 Hz; 20,4 ± 0,3 Hz; 26,4 ± 0,3 Hz;
- deșeuri din industria alimentară și menajere, cu conținut de minimum 10% amidon cu adaos de 10÷30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele: 2,8 ± 0,15 Hz; 4,13 ± 0,15 Hz; 7,8 ± 0,2 Hz; 9,5 ± 0,2 Hz; 53,3 ± 0,3 Hz;
- deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele: 2 ± 0,1 Hz; 3,1 ± 0,1 Hz; 11 ± 0,3 Hz; 14,5 ± 0,6 Hz; 20 ± 0,2 Hz; 26,5 ± 2 Hz; 74 ± 3 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 ± 0,3 Hz; 20,5 ± 0,5 Hz; 26,5 ± 0,4 Hz.

Instalația pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de extremă joasă frecvență, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că este alcătuită dintr-o incintă de fermentare, de formă paralelipipedică, realizată din rășină epoxidică armată cu fibră de sticlă, cu raportul lungime L/lățime l/înălțime H de 3/0,9...1,1/1,3...1,5, la care cei doi pereți plan paraleli care au raportul lungime L/înălțime H 3/1,3...1,5 au înglobate în rășină epoxidică, la o adâncime de 2 ± 0,3 mm, câte un electrod de polarizare format din

# RO 132199 B1

1 plasă de sârmă cu ochiuri mai mici de 50 mm, conectată electric la bornele de racordare a  
2 generatorului cu frecvența controlată în domeniul 0,5...200 Hz, capabil să debiteze tensiuni de  
3 până la 5600 V<sub>vv</sub> - asigurând astfel stimularea și controlul proceselor fermentative. Între cei doi  
4 pereți cu electrozi de polarizare sunt prevăzute niște șicane pentru controlul transportului de  
5 masă între gura de alimentare și cea de evacuare, montate pe pereții cu raportul lățime  
6 l/înălțime H 0,9...1,1/1,3...1,5, având diametrele cuprinse între 80 și 400 mm, asigurând astfel  
7 atât productivitatea reactorului (creșterea raportului producție biogaz/volum reactor), cât și  
8 valorificarea superioară a materiilor prime prelucrate. Incinta de fermentare este prevăzută cu  
9 trei guri de vizitare, câte una pentru fiecare compartiment separat de șicane, cu diametrul  
10 cuprins între 400 și 800 mm (prin care se asigură curățarea incintei - evacuare periodică a  
11 eventualelor sedimente), și un racord cu robinet cu diametrul cuprins între 20 și 80 mm, pentru  
12 evacuarea biogazului. Alimentarea cu suspensie de materii prime și inocul se realizează  
13 printr-un dispozitiv de alimentare format dintr-un vas tampon de materii prime cu nivel reglabil,  
14 racordat la gura de alimentare printr-un tub flexibil. Tranzitul de masă prin incinta de fermentare  
15 este asigurată gravitațional prin controlul diferenței dintre nivelul materiilor prime din vasul  
16 tampon și nivelul gurii de evacuare.

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

- 18 - productivitate (volum biogaz produs/volum fermentator) ridicată;
- 19 - timp de retenție scăzut;
- 20 - nu necesită consum de materiale pentru reglarea pH-ului;
- 21 - nu implică un consum auxiliar de energie pentru agitare mecanică, manevrarea  
22 biomasei între etapele de procesare etc.;
- 23 - valorificarea superioară a materiei prime;
- 24 - biogazul obținut are putere calorifică ridicată, respectiv, un raport volumetric CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>  
25 cuprins în domeniul 2,3...19;
- 26 - îmbunătățirea calității mediului prin creșterea gradului de degradare și conversie a  
27 poluanților organici din biomasă, și reducerea potențialului patogen al acestora;
- 28 - instalație compactă, simplă, ușor de executat, utilizarea/exploatarea nu necesită  
29 personal înalt calificat;
- 30 - polarizarea biomasei fiind realizată capacitiv (prin electrozi izolați) și la frecvențe  
31 extrem de joase (sub 200 Hz), puterea consumată de generatorul de tensiune cu frecvență  
32 controlată este mică (pentru o incintă de 3 x 1 x 1 m, de maximum 50 W).

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

- 37 - fig. 1, vedere de ansamblu 3D a instalației conform invenției;
- 38 - fig. 2, secțiune longitudinală ansamblu 3D a instalației de biogaz;
- 39 - fig. 3, secțiune transversală a instalației de biogaz;
- 40 - fig. 4, secțiune longitudinală ansamblu 2D a instalației de biogaz;
- 41 - fig. 5, schița dispozitivului de alimentare.

42 Instalația pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de  
43 extremă joasă frecvență, conform invenției, este alcătuită dintr-o incintă de fermentare **1**, de  
44 formă paralelipipedică, realizată din rășină epoxidică armată cu fibră de sticlă **2**, cu raportul  
45 lungime L/lățime l/înălțime H de 3/0,9...1,1/1,3...1,5.

46 Pentru asigurarea polarizării biomasei în câmp electric sinusoidal de extremă joasă  
47 frecvență, cei doi pereți plan paraleli, cu raportul lungime L/înălțime H 3/1,3...1,5, ai incintei **1**,  
48 au înglobate în stratul de rășină epoxidică **2**, la o adâncime de 2 ± 0,3 mm, câte un electrod de  
49 polarizare **3**, formați din plasă de sârmă cu ochiuri mai mici de 50 mm, conectați electric la

# RO 132199 B1

bornele **4** de racordare a generatorului **5** cu frecvența controlată în domeniul 0,5...200 Hz, capabil să debiteze tensiuni de până la 5600 V<sub>v</sub> și un curent de până la 0,025 A (valoare eficace) pe o sarcină capacitivă. 1  
3

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 l/înălțime H 0,9...1,1/1,3...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. 5  
7  
9

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. 11

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. 13  
15  
17

La punerea în funcțiune, cu robinetul **10** deschis, incinta de fermentare **1** se încarcă astfel cu suspensie de biomasă, având umiditatea cuprinsă între 87 și 95%, formată din 10...30% inocul din dejecții de vită și materia primă tocată/mărunțită corespunzător (până la fracții solide cu dimensiuni de maximum 1 cm). 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**. 19  
21  
23

După încărcarea incintei de fermentare **1** cu biomasă, se reglează frecvența semnalului sinusoidal de stimulare produs de generatorul **5**, în funcție de compoziția suspensiei de biomasă, după cum urmează: 25  
27

- 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 ± 0,07 Hz; 3,6 ± 0,15 Hz; 8,3 ± 0,2 Hz; 20,4 ± 0,3 Hz; 26,4 ± 0,3 Hz; 29

- deșeuri din industria alimentară și menajere, cu conținut de minimum 10% amidon, cu adaos de 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele: 2,8 ± 0,15 Hz; 4,13 ± 0,15 Hz; 7,8 ± 0,2 Hz; 9,5 ± 0,2 Hz; 53,3 ± 0,3 Hz; 31  
33

- deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele: 2 ± 0,1 Hz; 3,1 ± 0,1 Hz; 11 ± 0,3 Hz; 14,5 ± 0,6 Hz; 20 ± 0,2 Hz; 26,5 ± 2 Hz; 74 ± 3 Hz; 35

- 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 ± 0,3 Hz; 20,5 ± 0,5 Hz; 26,5 ± 0,4 Hz, și se reglează tensiunea U debitată de generatorul **5** la o valoare U [V<sub>v</sub>] = lățimea l [m] · k, unde k este un coeficient, având valoarea cuprinsă între 4000 și 5000 V<sub>v</sub>/m. Se pornește generatorul **5** și, după 2...5 zile (în funcție de temperatura biomasei), începe formarea de gaze, care se evacuează prin robinetul **10** spre un rezervor tampon (gazometru) sau direct la consumatori. 37  
39  
41  
43

După 5...10 zile de la pornire, degajarea de biogaz se intensifică treptat, după care, la circa 20...60 zile (în funcție de calitatea materiilor prime prelucrate), se va constata o reducere a debitului de gaz, semn că s-a epuizat biomasa, 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**. 45  
47

# RO 132199 B1

## Revendicări

1. Procedeu de stimulare a biomasei pentru producerea biogazului, **caracterizat prin aceea că** se aplică pentru un câmp electric sinusoidal de 200...500 V/m, din domeniul frecvențelor extrem de joase, 0,5...200 Hz, în funcție de materia primă fermentată, pentru eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor metanogene, respectiv:

- resturi vegetale cu conținut minim de 30% celuloză, cu adaos de 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele:  $1,08 \pm 0,07$  Hz;  $3,6 \pm 0,15$  Hz;  $8,3 \pm 0,2$  Hz;  $20,4 \pm 0,3$  Hz;  $26,4 \pm 0,3$  Hz;

- deșeuri din industria alimentară și menajere, cu conținut de minimum 10% amidon cu adaos de 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele:  $2,8 \pm 0,15$  Hz;  $4,13 \pm 0,15$  Hz;  $7,8 \pm 0,2$  Hz;  $9,5 \pm 0,2$  Hz;  $53,3 \pm 0,3$  Hz;

- deșeuri rezultate la fabricarea zahărului (melasă, resturi sfeclă, trestie etc.) cu 10...30% inocul din dejecții de vită - se stimulează cu frecvențele:  $2 \pm 0,1$  Hz;  $3,1 \pm 0,1$  Hz;  $11 \pm 0,3$  Hz;  $14,5 \pm 0,6$  Hz;  $20 \pm 0,2$  Hz;  $26,5 \pm 2$  Hz;  $74 \pm 3$  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  $2,9 \pm 0,3$  Hz;  $20,5 \pm 0,5$  Hz;  $26,5 \pm 0,4$  Hz.

2. Instalație pentru producerea biogazului prin stimularea biomasei în câmp electric de extremă joasă frecvență, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** este alcătuită dintr-o incintă de fermentare (1), de formă paralelipipedică, realizată din rășină epoxidică armată cu fibră de sticlă (2), cu raportul lungime L /lățime l/ înălțime H de 3/0,9...1,1/1,3...1,5, la care cei doi pereți plan paraleli, care au raportul lungime L/înălțime H 3/1,3...1,5 au înglobate în rășină epoxidică (2), la o adâncime de  $2 \pm 0,3$  mm, câte un electrod de polarizare (3) format din plasă de sârmă cu ochiuri mai mici de 50 mm, conectată electric la bornele (4) de racordare a generatorului (5) cu frecvența controlată în domeniul 0,5...200 Hz, capabil să debiteze tensiuni de până la 5600 V<sub>vv</sub>, între cei doi pereți cu electrozi de polarizare (3) sunt prevăzute niște șicane (6) pentru controlul transportului de masă între gura de alimentare (7) și cea de evacuare (8), montate pe pereții cu raportul lățime l/înălțime H 0,9...1,1/1,3...1,5 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), din instalația definită în revendicarea 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 biogazului.

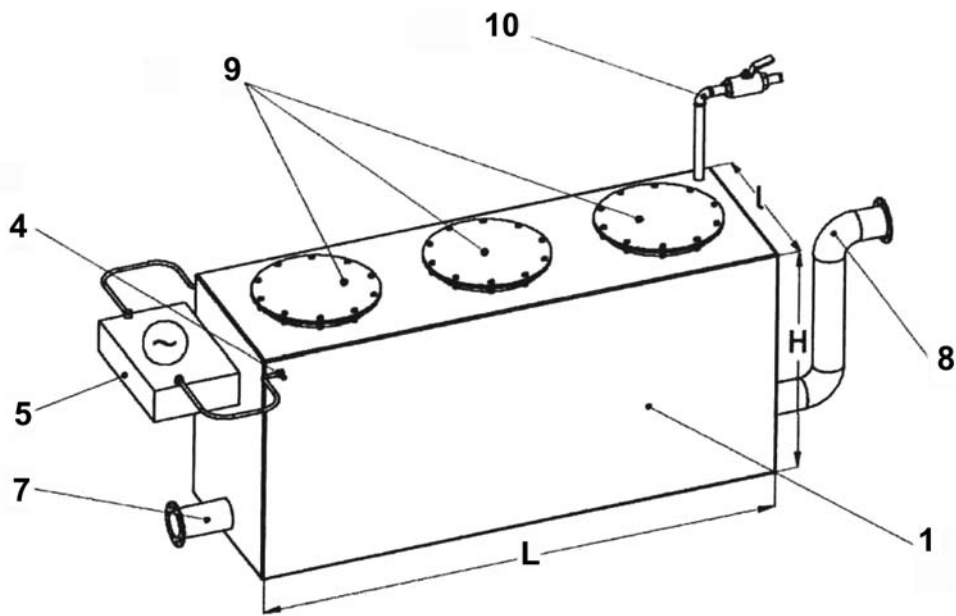


Fig. 1

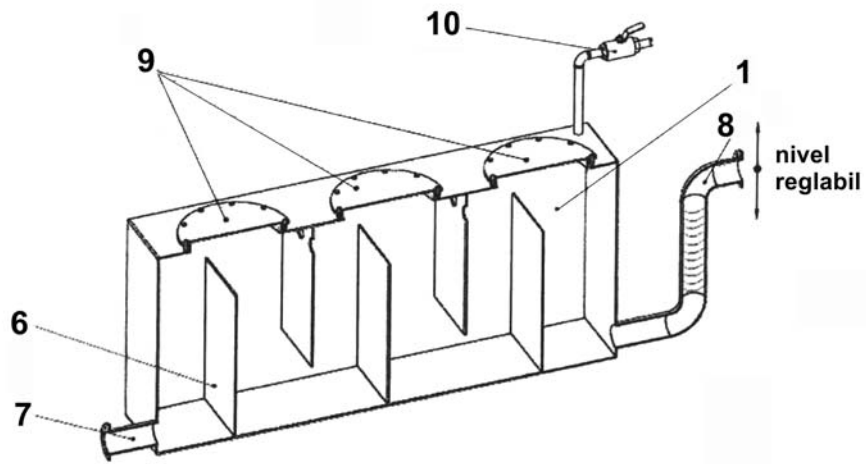


Fig. 2

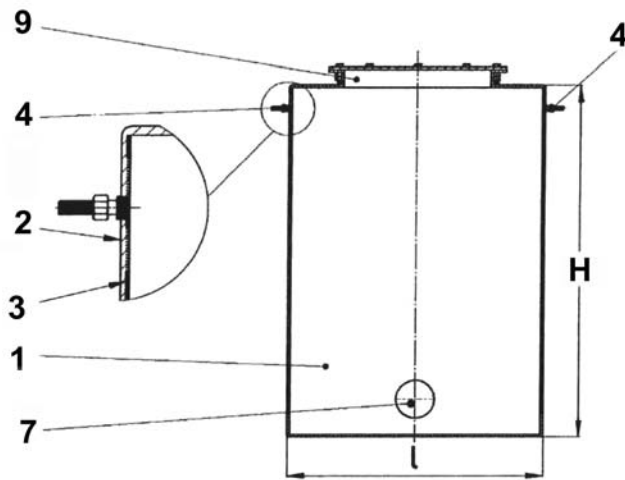


Fig. 3



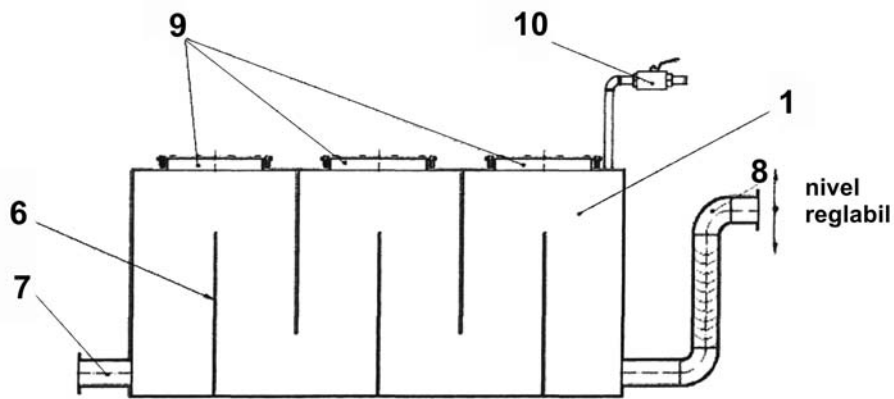


Fig. 4

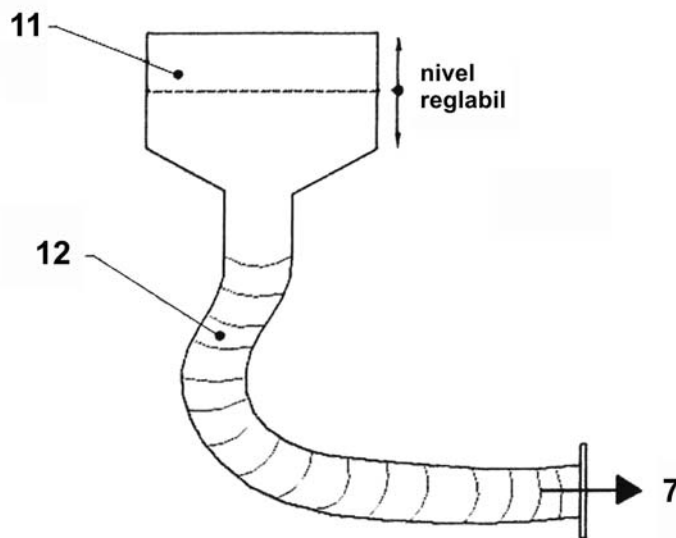


Fig. 5

