



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00053

(22) Data de depozit: 30/01/2018

(41) Data publicării cererii:
30/07/2019 BOPI nr. 7/2019

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE DELTA DUNĂRII,
STRADA BABADAG, NR.165, TULCEA, TL,
RO

(72) Inventatori:
• MATEESCU CARMEN,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.102, BL.48 A,
SC.1, ET.7, AP.26, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;

• LIPCINSKI DANIEL, STR. LABORATOR
NR.123, BL. V14, SC.2, AP.50, ET. 4,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• LUNGULESCU EDUARD MARIUS,
STR.PRELUNGIREA GHENCEA, NR.285A,
AP.3, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• TĂNASE NICOLAE, STR. CUCULUI NR. 1,
COMUNA ADUNAȚII-COPĂCENI, GR, RO;
• TOROK LILIANA PARASCHIVA,
STR.1848, NR.17, BL.8, SC.C, ET.1, AP.7,
TULCEA, TL, RO

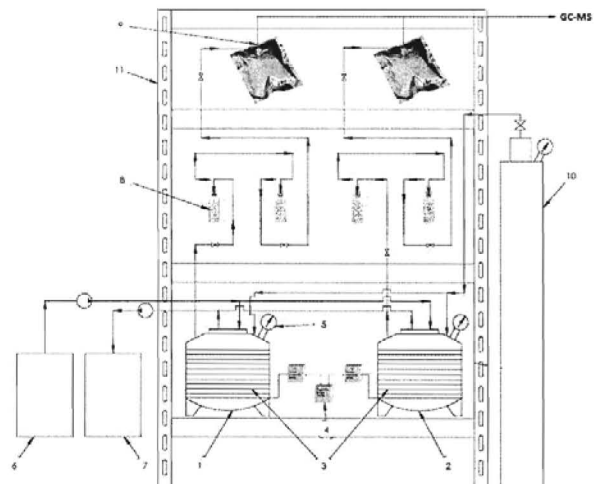
(54) MODEL EXPERIMENTAL PENTRU TESTAREA POTENȚIALULUI DE BIOMETAN AL BIOMASEI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un model experimental demonstrativ, pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, care integrează într-un sistem unitar două bioreactoare de fermentare anaerobă operând în paralel, în regim de temperatură mezofil, adaptabil și pentru regim termofil, fiecare bioreactor fiind echipat cu o linie de purificare a biogazului, și cu un recipient de recoltare biogaz purificat, permițând totodată cuantificarea producției de biogaz prin metode volumetrice, manometrice și cromatografice, precum și prelevarea manuală sau automată a probelor de biogaz pentru analize de laborator. Modelul conform invenției este alcătuit din două incinte (1 și 2) de fermentare, fiecare cu un volum de 5 l, încălzite electric printr-o manta (3) de încălzire, de tipul conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incintei, asigurând un regim de temperatură mezofil, adaptabil și pentru regim termofil, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controler (4) de temperatură; incintele (1 și 2) de fermentare sunt prevăzute cu câte un manometru (5), substratul organic de biomasă depozitat în rezervorul (6) de alimentare fiind introdus în incinte de fermentare, iar nămolul fermentat este evacuat și depozitat în rezervorul (7) de evacuare; biogazul este purificat prin trecerea fluxului prin câte două vase (8) de spălare, și colectat în două recipiente (9) de recoltare biogaz, modelul experimental fiind echipat cu un recipient (10) de azot, pentru crearea

condițiilor de anaerobioză, toate componentele modelului experimental fiind integrate într-un sistem unitar prin amplasarea etajată pe un stand (11) de susținere cu trei niveluri.

Revendicări: 1
Figuri: 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 invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Model experimental pentru testarea potențialului de biometan al biomasei

Prezenta invenție se referă la un model experimental demonstrativ de laborator destinat testării potențialului de biometan al biomasei, ce integrează într-un sistem unitar două bioreactoare de fermentare anaerobă care operează în paralel, în regim de temperatură mezofil, adaptabil și pentru regim termofil, fiecare bioreactor fiind echipat cu o linie de purificare biogaz și un recipient de recoltare biogaz purificat, permițând totodată cuantificarea producției de biogaz prin metode volumetrice, manometrice și cromatografice, precum și prelevarea manuală sau automată a probelor de biogaz pentru analize de laborator.

Este cunoscut faptul că valorificarea biomasei pentru producerea de biogaz a dobândit un interes crescând în comunitatea științifică având în vedere creșterea cerințelor pentru producerea de energie regenerabilă din resurse valorificabile, concomitent cu îmbunătățirea calității mediului. Dezvoltarea de tehnologii de biogaz performante este posibilă numai prin parcurgerea etapei de cercetări experimentale de laborator, care vizează identificarea de amestecuri de fermentare cu potențial de biogaz și de biometan ridicat, precum și a parametrilor operaționali care favorizează procesele biochimice de producere a biogazului. Numeroși factori afectează eficiența de transformare anaerobă a biomasei în biogaz, acești factori acționând direct asupra metabolismului microbial și implicit asupra producției și calității biogazului. Prin urmare, studii teoretice și cercetări experimentale suplimentare desfășurate în modele experimentale de laborator sunt esențiale pentru dezvoltarea de tehnologii de biogaz eficiente, cu aplicabilitate practică, utilizând biomasă generată în natură sau rezultată în activități domestice și agro-industriale.

Se cunosc numeroase instalații de biogaz, variantele constructive și funcționale fiind foarte diverse, depinzând de materia primă utilizată ca substrat de fermentare, dar și de scopul pentru care acestea sunt proiectate: producere de gaz combustibil, producere de energie electrică și termică. Acestea sunt instalații de capacitate medie și mare (volum reactor de fermentare 50 - 5000 m³), construite în cadrul fermelor sau la diverși producători din industria alimentară, în scopul tratării reziduurilor organice generate. Pentru conceperea și dezvoltarea instalațiilor de biogaz au fost utilizate rezultatele testelor de laborator privind potențialul de biogaz al biomasei utilizate, teste care au fost desfășurate fie pe bioreactoare comerciale de laborator cu aplicabilitate multiplă, fie pe baza unor teste de fermentare a probelor de biomasă în vase de laborator sau în montaje experimentale concepute și realizate în cadrul unor lucrări de cercetare, acestea din urmă nefiind instalații patentate. Testele de laborator se efectuează fie în incinte sau vase de fermentare cu alimentare continuă, fie cu alimentare în șarje. Scopul testelor de laborator este optimizarea procesului de fermentare anaerobă în condiții de aplicabilitate practică, pentru stabilirea unui echilibru între condițiile optime de fermentare și balanța cost-beneficiu a întregului proces.

Montajele de laborator sunt utilizate pentru experimente de fermentare cu alimentare în șarje, iar vasele de fermentare sunt amplasate fie în baie de apă, fie în etuvă cu încălzire, pentru asigurarea regimului termic constant, în domeniul mezofil sau termofil impus. Volumul de biogaz generat în proces este contorizat prin metoda dezlocuirii, adică prin determinarea zilnică a volumului de apă dezlocuit de biogazul care se acumulează la baza unui cilindru imersat în apa aflată într-un vas, cilindru fiind dispus inversat.

Bioreactoarele de laborator, pe lângă costul de fabricație foarte ridicat, sunt destinate unor aplicații multiple, precum culturi de celule în mediu aerob sau anaerob, fermentării microbiene cu aplicații de cercetare în domeniul biocombustibililor de tip bioetanol,

biodiesel, dar nu sunt dedicate exclusiv procedeele de fermentare microbiană anaerobă cu producere de biogaz și nu sunt dotate cu sistem de spălare/purificare biogaz. În plus, aceste bioreactoare nu au prevăzut un sistem de captare, stocare și contorizare biogaz.

Soluțiile tehnice de laborator menționate anterior prezintă unele dezavantaje, dintre care pot fi subliniate următoarele:

- Bioreactoarele de laborator nu sunt concepute exclusiv pentru teste de fermentare anaerobă ci sunt dotate cu diverse facilități care le permit utilizarea în aplicații diverse, în special pentru fermentare microbiană aerobă și pentru culturi celulare, însă această configurație complexă ridică foarte mult costul de fabricație și de mentenanță al echipamentului;

- Încălzirea se realizează prin intermediul unei plite electrice amplasate la baza vasului de fermentare, sau prin intermediul unui panou de încălzire vertical, asigurarea temperaturii constante în incintă implicând necesitatea omogenizării continue a masei de fermentare;

- Nu sunt dotate cu sistem de purificare biogaz care au rolul de reținere a bioxidului de carbon și hidrogenului sulfurat în scopul concentrării biogazului în metan;

- Nu prezintă componenta de stocare biogaz care permite evaluarea calitativă și cantitativă a biogazului generat în proces.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui model experimental de laborator destinat exclusiv proceselor de fermentare anaerobă a biomasei cu producere de biogaz, care permite efectuarea simultană a două experimente de fermentare anaerobă, amplasarea într-un sistem unitar a tuturor componentelor necesare procesului tehnologic, cu elementele componente dispuse etajat, ce includ atât componenta de fermentare, cât și componentele de spălare a biogazului și de stocare în recipiente flexibile, impermeabile la metan, prevăzuți cu valvă și sistem de prelevare biogaz pentru analiză chimică; asigurarea încălzirii constante a substratului de biomasă prin intermediul unui conductor electric înfășurat pe suprafața cilindrică a corpului fiecărei incinte, cu control de temperatură unitar asigurat de un controller comandat de un microprocesor; omogenizarea substratului organic de biomasă mărunțit anterior astfel încât particulele solide să se mențină în suspensia organică, este asigurată prin intermediul hidrodinamicii naturale create de gazele de fermentare.

Modelul experimental pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că integrează într-un sistem unitar toate componentele procesului tehnologic, amplasate etajat pe trei nivele fixate pe un stand de susținere având lungimea 1200 mm și înălțimea 1760 mm, pe nivelul inferior fiind amplasate două incinte de fermentare confecționate din inox, fiecare având volumul de 5 litri, fiind prevăzute cu gură de alimentare substrat organic de biomasă respectiv iese pentru nămolul fermentat, prevăzută cu dispozitiv de închidere, fitting racord pentru gaz, supapă de supra-presiune și manometru pentru indicarea presiunii, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire reprezentată de câte un conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2mm, rezistența electrică de 150Ω, izolat din punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incinte, distanța între spire fiind de aproximativ 10mm, astfel încât să asigure un regim de temperatură constant în domeniul $37\pm 2^{\circ}\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controller de temperatură comandat printr-un

microprocesor ATMEL de tipul AT89C2051-24PI; alimentarea și evacuarea incintelor de fermentare se realizează manual sau cu ajutorul unor pompe de nămol; biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare de tip Drechsel, în total instalația conținând patru vase de spălare, amplasate pe nivelul intermediar al standului de susținere, fiecare vas având volumul util de 500 ml, vasele de spălare fiind realizate din sticlă borosilicată și umplute cu câte 300 ml soluție de hidroxid de sodiu 2N; biogazul purificat este colectat în doi recipiente de recoltare biogaz amplasați pe nivelul superior al standului de susținere, câte un recipient de recoltare prevăzut pentru fiecare incintă de fermentare, recipientii având volumul de 5 litri, perete multistrat confecționat din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon, recipientii de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și orificiu de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; instalația experimentală este echipată cu un recipient de azot pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de fermentare.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Permite efectuarea de teste de laborator în scop de cercetare și/sau scop didactic, pentru evaluarea potențialului de biometan al diferitelor tipuri de biomasă în vederea proiectării și dimensionării de instalații de biogaz cu aplicabilitate practică în cadrul unor proiecte de dezvoltare;
- Permite efectuarea simultană a două teste de fermentare anaerobă pentru determinarea potențialului de biometan al biomasei, acest avantaj oferind posibilitatea efectuării de analize comparative pentru același substrat de fermentare supus unor tratamente mecanice și/sau fizico-chimice preliminare, sau testări simultane pe substraturi organice diferite, reducând astfel durata totală a experimentelor de laborator;
- Asigură economie de spațiu de lucru prin amplasarea tuturor componentelor necesare procesului tehnologic de fermentare anaerobă într-un sistem unitar, cu elementele componente dispuse etajat;
- Asigură încălzirea substratului organic de biomasă în regim de lucru mezofil, adaptabil pentru regim termofil, cu controlul și reglarea temperaturii de fermentare;
- Permite purificarea biogazului și concentrarea sa în metan, adică în componenta care asigură valoarea energetică a biogazului;
- Permite colectarea, stocarea biogazului și prelevarea de probe pentru analiză chimică;
- Permite contorizarea volumului de biogaz generat prin metode volumetrice, manometrice și cromatografice, precum și evaluarea calitativă a biogazului purificat

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției, pentru un model experimental demonstrativ destinat testării potențialului de biometan al biomasei, în legătură cu figura 1 care reprezintă schema de principiu a modelului experimental demonstrativ de laborator pentru testarea potențialului de biometan al biomasei.

Modelul experimental demonstrativ pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, conform invenției este alcătuit din două incinte de fermentare **1, 2**, confecționate din inox, fiecare având volumul de 5 litri, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire **3**, reprezentată de câte un conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2mm, rezistența electrică de 150Ω, izolat din punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incintei, distanța între spire fiind de aproximativ 10mm, astfel

încât să asigure un regim de temperatură constant în domeniul $37\pm 2^{\circ}\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controller de temperatură **4**, comandat printr-un microprocesor ATMEL de tipul AT89C2051-24PI; incintele de fermentare sunt prevăzute cu câte un manometru **5** pentru indicarea presiunii din interior, substratul organic de biomasă depozitat în rezervorul de alimentare **6** fiind introdus manual sau prin pompare în incinta de fermentare, iar nămolul fermentat fiind evacuat manual sau prin pompare din incinta de fermentare și depozitat în rezervorul de evacuare **7**; biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare **8**, fiecare vas având volumul util de 500 ml, vasele de spălare fiind umplute cu câte 300 ml soluție de hidroxid de sodiu 2N; biogazul purificat este colectat în doi recipienți de recoltare biogaz **9**, câte un recipient de recoltare prevăzut pentru fiecare incintă de fermentare, recipientii având volumul de 5 litri, perete multistrat confecționat din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon, recipientii de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și sistem de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; modelul experimental este echipat cu un recipient de azot **10** pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de fermentare; componentele modelului experimental sunt integrate într-un sistem unitar prin amplasarea etajată pe un stand de susținere **11** cu trei nivele.

Modelul experimental demonstrativ pentru testarea potențialului de biometan al biomasei funcționează în modul următor: Biomasa prelucrată conform procedurilor cunoscute și inoculată cu material biologic activ, denumită generic substrat organic, este depozitată în rezervorul de alimentare, de unde este alimentată manual sau prin pompare în cele două incinte de fermentare amplasate pe nivelul inferior al standului de susținere. Aerul existent în interiorul incintelor este evacuat prin purjare cu azot. Incintele de fermentare sunt încălzite până la temperatura de fermentare de $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ prin pornirea regulatorului termic, temperatura de fermentare fiind controlabilă și menținută constantă pe toată durata experimentului, la regimul termic mezofil impus, adaptabil pentru regim termofil. Biogazul generat în cele două incinte de fermentare este evacuat pe la partea superioară a incintelor de fermentare, manometrele instalate pe capacul incintelor asigurând controlul presiunii din interior. Fluxul de biogaz din fiecare dintre cele două incinte care funcționează în paralel este condus prin intermediul unui tub de teflon către sistemul de spălare-purificare biogaz amplasat pe nivelul intermediar al standului de susținere, biogazul proaspăt fiind barbotat în primul vas de spălare ce conține 300 ml soluție NaOH 2N, după care biogazul îmbogățit în metan este condus către cel de-al doilea vas de spălare ce conține 300 ml soluție NaOH 2N sau altă soluție alcalină, în vederea unei purificări avansate. Biogazul purificat, provenit de la fiecare din cele două sisteme de spălare este condus prin intermediul unui tub de teflon către cei doi recipienți de recoltare biogaz amplasați pe nivelul superior al standului de susținere, câte un recipient de recoltare pentru fiecare sistem de două vase de spălare-purificare biogaz. Volumul de biogaz colectat în fiecare din cei doi recipienți de recoltare este cuantificat zilnic pe durata testelor de fermentare și este determinat cantitativ fie prin metoda volumetrică, fie manometrică sau cromatografică, calitatea biogazului fiind evaluată prin prelevarea de probă și analiză cromatografică.

Invenția este destinată activităților de cercetare fundamentală și aplicativă, dezvoltare tehnologică și inovare în domeniul valorificării biomasei de diferite proveniențe pentru producere de biogaz și fertilizanți ecologici.

Invenția se aplică tratării anaerobe, în regim de temperatură mezofil ($37^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), adaptabil și pentru regim termofil, a biomasei de tip fracțiunea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor de origine biologică din agricultură, silvicultură și industriile conexe, pescuit și acvacultură, inclusiv biomasă algală, precum și fracțiunea biodegradabilă a deșeurilor industriale și municipale.

Bibliografie:

- [1] Budiyo, Aryantoko Wicaksono, Arif Rahmawan, Hashfi Hawali Abdul Matin, Larasati Gumilang Kencana Wardana I, Tutuk Djoko Kusworo, Siswo Sumardiono *The effect of pretreatment using sodium hydroxide and acetic acid to biogas production from rice straw waste*, Conference SICEST 2016, January 2017, DOI:10.1051/mateconf/201710102011
- [2] Koenraad Van Meerbeek - Low-Input High-Diversity systems: Potential for biomass and bioenergy production - Teza de doctorat la Aarhus University, Faculty of Bioscience Engineering, octombrie 2015
- [3] Adrian Eugen Cioabla, Ioana Ionel, *Biomass Waste as a Renewable Source of Biogas Production – Experiments*, Capitol 9, Alternative Fuel, volum editat de Maximino Manzanera, ISBN 978-953-307-372-9, publicat: August 9, 2011 sub licenta CC BY-NC-SA 3.0
- [4] Odey Emmanuel Alepu¹, Zifu Li, Harrison Odion Ikhumhen, Loissi Kalakodio and Kaijun Wang, *Effect of Hydraulic Retention Time on Anaerobic Digestion of Xiao Jiahe Municipal Sludge*, International Journal of Waste Resources, E-ISSN: 2252-5211, iulie 2016
- [5] Cerere de brevet 92-200627, *Procedeu și instalație de fermentare anaerobă, cu producere de biogaz și îngrășăminte lichide*, Autori: Togănel Dan Iosif; Demetrescu Alexandru; Morușcă Adrian Viorel:
- [6] Cerere de brevet 95-00107, *Procedeu și instalație de fermentare anaerobă, cu funcționare discontinuă, cu producere de biogaz și îngrășăminte solide*, Autor: Togănel Dan Iosif
- [7] *BIG>East Promoting Biogazul – Ghid practic*, Proiect european EIE/07/214/SI2.467620, derulat in perioada 2007-2010, www.big-east.eu

Revendicare

Model experimental pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, caracterizat prin aceea că este alcătuit din două incinte de fermentare (1) și (2), confecționate din inox, fiecare având volumul de 5 litri, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire (3), reprezentată de câte un conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2mm, rezistența electrică de 150Ω, izolat din punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incintei, distanța între spire fiind de aproximativ 10mm, astfel încât să asigure un regim de temperatură constant în domeniul $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controller de temperatură (4), comandat printr-un microprocesor ATMEL de tipul AT89C2051-24PI; incintele de fermentare sunt prevăzute cu câte un manometru (5) pentru indicarea presiunii din interior, substratul organic de biomasă depozitat în rezervorul de alimentare (6) fiind introdus manual sau prin pompare în incinta de fermentare, iar nămolul fermentat fiind evacuat manual sau prin pompare din incinta de fermentare și depozitat în rezervorul de evacuare (7); biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare (8), fiecare vas având volumul util de 500 ml, vasele de spălare fiind umplute cu câte 300 ml soluție de hidroxid de sodiu 2N; biogazul purificat este colectat în doi recipiente de recoltare biogaz (9), câte un recipient de recoltare prevăzut pentru fiecare incintă de fermentare, recipientii având volumul de 5 litri, perete multistrat confecționat din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon, recipientii de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și sistem de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; modelul experimental este echipat cu un recipient de azot (10) pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de fermentare; componentele modelului experimental sunt integrate într-un sistem unitar prin amplasarea etajată pe un stand de susținere (11) cu trei nivele.

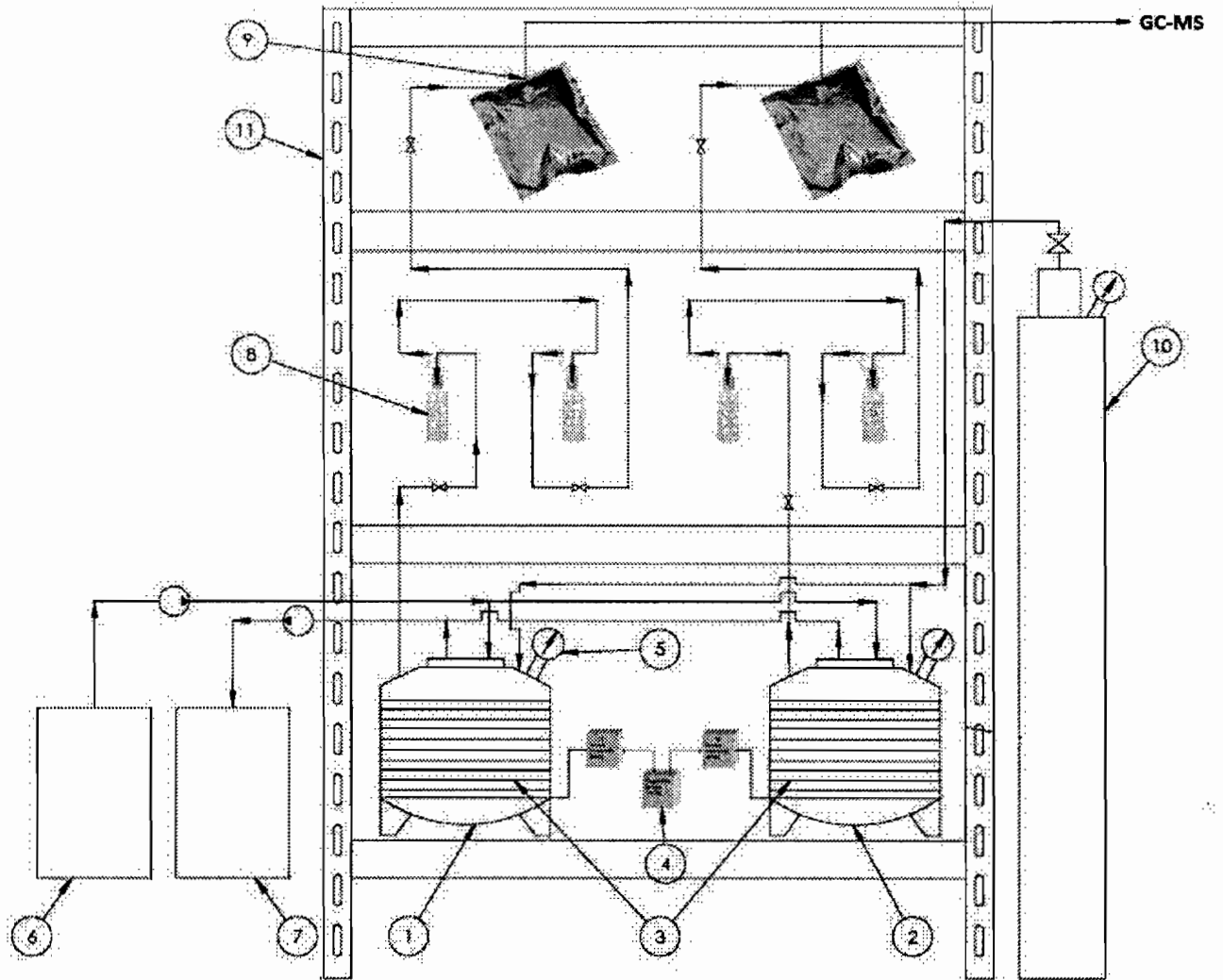


Figura 1