

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00269

(22) Data de depozit: 29/05/2023

(41) Data publicării cererii:
30/10/2023 BOPI nr. 10/2023

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE INCDTIM,
STR.DONAT, NR.67-103, POB 700,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• SURDUCAN EMANOIL,
STR.GHEORGHE DIMA NR.10, AP.19,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• SURDUCAN VASILE, STR.NUCULUI
NR.8, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• NEAMȚU CAMELIA, ALEEA IEZER NR.1,
BL. L 5, SC.5, ET.4, AP.49, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;
• GUTT ROBERT, STR. BUCEGI NR.34,
SIBIU, SB, RO;
• TURCU ROMULUS VALERIU FLAVIU,
STR.N.TITULESCU, NR.38,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) **METODĂ DE DESCOMPUNERE A APEI ÎN OXIGEN
ȘI HIDROGEN ÎN REACTOR DE MICROUND**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de descompunere a apei în oxigen și hidrogen și la un reactor de microunde configurat pentru imersie în orice sursă de apă potabilă, apă de mare sau apă uzată care funcționează la presiune normală, reactorul fiind o alternativă la sursele de încălzire poluante cu gaze. Metoda conform invenției constă în interacțiunea apei cu microundele unui reactor (5) compus din cavități (50) de microunde cu o suprafață mare și un aranjament convenabil al câmpurilor electrice (2) și magnetice (3) de microunde relativ la suprafețele cavităților (50), unde un câmp (20) electric variabil suplimentar și un câmp (30) magnetic staționar, realizat cu un magnet (33) permanent, sunt aplicate în reactorul (5) de microunde pe anumite elemente (6) denumite electrozi activi ai cavităților (50) multiple, pentru a detașa și elimina gazele (7) de pe suprafețele conductoare din reactorul (5), crescând astfel debitul de gaze la ieșirea (70) din reactor. Reactorul conform invenției are formă cilindrică, este constituit din mai multe cavități (50) rezonante și este alimentat cu pulsuri (1) de microunde de putere de la un generator (10) de unde cu magnetron, are o linie (55) de alimentare cu microunde din material conductor de formă cilindrică cu diametrul D și lungimea L, izolată de apa din reactor (5) printr-un tub (51) de cuarț, al doilea element component al cavităților coaxiale este un disc (52) cu diametrul Dd din material conductor de grosime Hd, cu un orificiu (521) central prin care trece tubul (51) de cuarț, discurile (52) conductoare fiind izolate electric între ele printr-un suport (53) izolator și apa (8) care umple reactorul (5), cavitatea (50a) principală și cavitatea (50b)

secundară definind cavitatea (50) rezonantă, numărul q de cavități (50) rezonante depinzând doar de geometria aleasă pentru reactorul (5), de puterea de microunde utilizată și de frecvența dominantă Fo.

Revendicări: 6
Figuri: 3

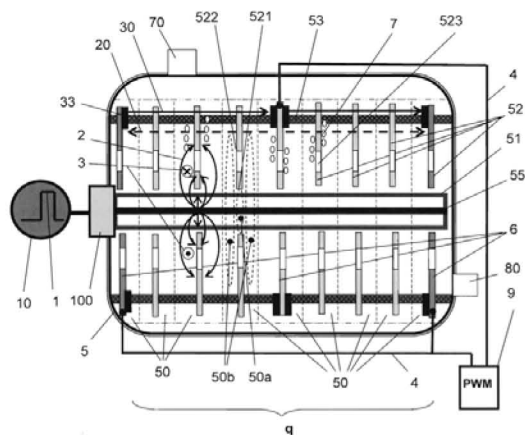
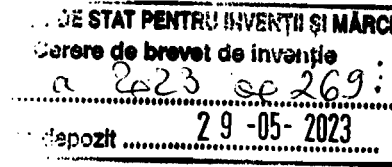


Fig. 1

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 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).





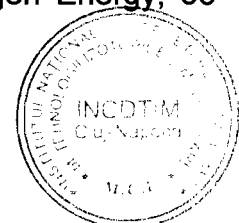
Metodă de descompunere a apei în oxigen și hidrogen în reactor de microunde

Invenția propune o metodă de descompunere a apei în oxigen și hidrogen și un dispozitiv. Dispozitivul ce funcționează pe baza metodei propuse este un reactor de microunde pentru plasmoliza apei în vederea furnizării de oxi-hidrogen (HHO) pentru o sursă de încălzire cu combustie, capabil să funcționeze fără a utiliza materiale speciale și aditivi electrolitici. Dispozitivul funcționează la presiune normală cu orice sursă de apă (apă potabilă, apă de mare, ape uzate, etc.)

Scopul acestui dispozitiv este de a oferi un amestec oxi-hidrogen (HHO) pentru o sursă de încălzire cu combustie, curată, alternativă la sursele tradiționale de încălzire cu gaze poluante care produc prin ardere monoxid și bioxid de carbon.

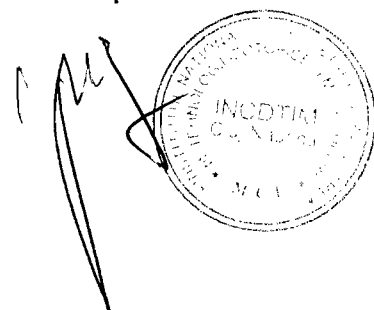
Apa este un lichid cu o structură neobișnuită și o natură anormală în comparație cu un lichid teoretic. Anomaliile apei sunt cunoscute și studiate în literatura de specialitate. Apa este compusă în principal din grupuri cu număr variabil de molecule de apă H_2O , numite clustere. Aceste clustere sunt prezente în mod constant în apă și au o durată de viață finită în sensul că se desfac și se refac continuu, într-un proces dinamic. O astfel de rețea dinamică fluctuantă și autoreplicată de molecule de apă, cu simetrie icosaedrică localizată și suprapusă, $(H_2O)_{280}$, a fost propusă pentru prima dată în 1998 [M. F. Chaplin, A proposal for the structuring of water, *Biophysical Chemistry*, 83 (2000) 211-221]. Ulterior, structura propusă a fost descoperită prin difracție de raze X, în nanopicături de apă în 2001 [A. Müller, H. Bögge și E. Diemann, Structure of a cavity-encapsulated nanodrop of water, *Inorg. Chem. Commun.* 6 (2003) 52-53].

Există numeroase metode clasice de descompunere a apei în hidrogen și oxigen, soluții funcționale la scară industrială bazate pe electroliza apei. Toate aceste soluții folosesc aditivi electrolitici pentru a crește conductivitatea apei. De asemenea, toate aceste soluții folosesc/se bazează pe cel puțin doi electrozi construiți din materiale speciale, alimentați de obicei de la o sursă de curent continuu (DC) [M. Shen, et al., A concise model for evaluating water electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 (2011) 14335-14341].



Documentarea de față privind stadiul tehnicii se referă numai la soluțiile care folosesc pentru descompunerea apei un câmp electromagnetic din domeniul de microunde și care nu se bazează exclusiv pe electrozi și proces clasic de electroliză pentru descompunerea apei.

Astfel, o soluție tehnică care folosește radiația de microunde în procesul de descompunere a apei este prezentată în **RU2647291 (C1)**. Invenția se referă la o metodă de producere a hidrogenului prin disocierea termică a apei. Metoda se realizează prin încălzirea apei și/sau a unui amestec gaz cu vapori de apă la o temperatură mai mare de 2000 °C cu ajutorul radiațiilor de microunde de putere. Antrenarea vaporilor de apă se realizează cu un gaz, respectiv cu ajutorul hidrogenului stocat într-o butelie separată, iar disocierea finală a apei se realizează în camere de disociere. O altă soluție tehnică **WO2008148504 (A2)** folosește de asemenea un gaz de antrenare în camera de reacție, dar se deosebește de cea descrisă anterior prin faptul că apa și/sau aburul și/sau un amestec gaz-apă și/sau un amestec biogaz-apă sunt introduse într-o cameră de reacție, după care se aplică un câmp electromagnetic de microunde de putere iar ionii sunt separați prin intermediul unui câmp electric, iar hidrogenul este extras în zona unui electrod. În literatura de specialitate au fost prezentate/publicate și soluții inovatoare asistate de microunde pentru disocierea directă a apei. Astfel într-una dintre soluții [**J.M. Serra, et al., "Hydrogen production via microwave-induced water splitting at low temperature", Nature Energy 5, 910–919, 2020**] se raportează producția de hidrogen prin electroliza apei, mediată de reacția chimică de activare redox declanșată de microunde în materiale ionice în stare solidă la temperaturi scăzute (<250 °C). Apa a fost redusă prin reacția cu CeO₂ dopat cu gadoliniu în condiții de non-echilibru, care a fost anterior dezoxigenat electrochimic in situ prin aplicarea exclusivă a microundelor. Altă soluție din literatura de specialitate [**G. Chehade, "Hydrogen production by microwave based plasma dissociation of water", Fuel 264, 116831, 2020**] prezintă o metodă de disociere a vaporilor de apă în plasmă de microunde. Apa este introdusă în plasmă de microunde sub formă de abur care curge prin descărcare de plasmă într-un reactor alimentat la o putere de microunde de 900 W.



Prezenta invenție propune o metodă de descompunere a apei în oxigen și hidrogen în prezența unei radiații electromagnetice din domeniul de microunde și un dispozitiv asociat ei. Dispozitivul ce funcționează pe baza metodei propuse este un reactor cu microunde pentru plasmoliza apei în vederea furnizării de oxi-hidrogen pentru o sursă de încălzire cu combustie. Metoda se bazează pe instabilitatea de structură a apei, în sensul că la un moment dat, în apă există simultan un amestec format în principal din grupări moleculare de apă H_2O , cu un număr n diferit de molecule în grupări diferite, denumite clustere, la care se adaugă grupări ionice (H^+ , OH^- , HO_2^- , H_3O^+ , O_2^-), oxigen și hidrogen atomic și molecular [M. F. Chaplin, Water Structure and Science, <https://water.lsbu.ac.uk/water/>]. Toate aceste fracțiuni se regăsesc în apă în stare liberă sau absorbite și/sau adsorbite în clusterelor moleculare. Timpul de viață al acestor instabilități este cuprins între zeci de picosecunde și zeci de nanosecunde.

Metoda propusă constă în utilizarea unor impulsuri de putere de microunde pentru a induce instabilități suplimentare în formarea clusterilor de apă prin intermediul câmpurilor electrice și magnetice variabile de microunde și pentru a rupe un număr mai mare de legături de hidrogen. Pulsurile de microunde de putere determină și încălziri locale până la atingerea unor condiții locale supraceutice, formând bule de vapori de dimensiuni variabile, de la scală nanometrică până la cea micrometrică. Aceste bule sunt comparabile cu cele produse prin ultrasunete și în interiorul lor există o stare de plasmă, vizibilă în condiții speciale de iluminare ca descărcări cu emisie de lumină. În acest mod, radiația de microunde are și un rol de catalizator în descompunerea apei (comparabil cu rolul aditivilor utilizați în electroliza clasică) și creează o densitate de sarcini ionice în lichid. Un câmp electric variabil suplimentar și un câmp magnetic staționar sunt aplicate în reactorul de microunde pe anumite elemente ale cavităților multiple, elemente denumite electrozii activi, pentru a detașa și elimina gazele de pe suprafețele conductoare din reactor, crescând astfel debitul de gaze la ieșirea din reactor. În rezumat, descompunerea apei în prezența câmpului electromagnetic de microunde este un proces dinamic complex care produce un număr mare de specii moleculare și ionice în timpul descompunerii (H^+ , H_2 , OH^- , HO_2^- , H_3O^+ , O_2^- , O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2) și nano-bule în stare de plasmă.

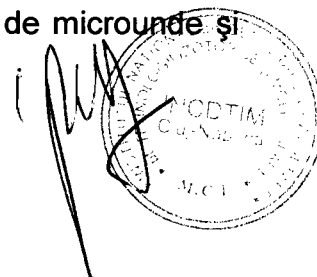


Dispozitivul realizat pe baza acestei metode este un reactor de microunde ce conține mai multe cavități rezonante și este alimentat în regim de pulsuri de microunde de putere de la un generator de microunde cu magnetron. Pulsurile de microunde au spectru larg de frecvențe ΔF , cu o frecvență dominantă F_0 , frecvență la care și puterea de microunde este maximă relativ la puterea celorlalte frecvențe din spectru. Pulsurile sunt repetitive pe durata procesului, iar un puls are o durată de ordinul sutelor de milisecunde. Puterea maximă pe puls este de ordinul sutelor de wați. Reactorul și cavitățile rezonante sunt dimensionate geometric cu dimensiunile critice comparabile cu multipli de sfert de lungime de undă ($\lambda_r/4$) unde λ_r este lungimea de undă a microundelor în apă la frecvența dominantă din puls F_0 . Apa din reactor se află la începutul procesului în condiții normale de temperatură și presiune iar în timpul procesului temperatura apei crește dar nu ajunge la vaporizare în tot volumul de lichid.

În rezumat, față de soluțiile tehnice din stadiul actual al tehnicii, avantajele soluțiilor propuse de această invenție sunt: descompunerea apei se face la presiune și temperatură normală, pentru apă aflată în stare lichidă și în absența unor gaze de proces, spre deosebire de soluțiile propuse în **RU2647291 (C1)** în care temperaturile de descompunere depășesc 2000 C sau se folosesc gaze de antrenare, sau vapori de apă la presiuni superioare celei normale sau amestecuri de gaze cu vapori de apă ca în **WO2008148504 (A2)**, sau apa este introdusă în plasmă de microunde [G. Chegade, "Hydrogen production by microwave based plasma dissociation of water", *Fuel* **264**, 116831, 2020]. De asemenea, în soluția propusă de această invenție descompunerea apei se face fără aditivi chimici și fără catalizatori solizi, cum este cazul unui proces de electroliză, sau alte materiale cu efect catalitic [J.M. Serra, et al., "Hydrogen production via microwave-induced water splitting at low temperature", *Nature Energy* **5**, 910–919, 2020].

Prezenta invenție are următoarele soluții tehnice care reflectă avantajele față de stadiul tehnicii analizat:

- Metoda de descompunere a apei în oxigen și hidrogen se bazează pe instabilitatea de structură a apei și constă în utilizarea unor impulsuri de putere de microunde pentru a induce instabilități suplimentare în formarea clusterilor de apă prin intermediul câmpurilor electrice și magnetice variabile de microunde și



pentru a rupe un număr mai mare de legături de hidrogen la temperatură și presiune normală.

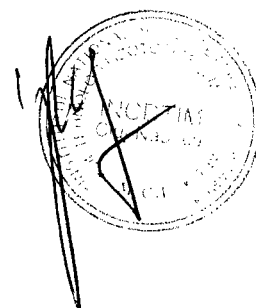
- Pulsurile de microunde au spectru larg de frecvențe ΔF , cu o frecvență dominantă F_0 , frecvență la care și puterea de microunde este maximă relativ la puterea celorlalte frecvențe din spectru, sunt repetitive pe durata procesului, iar un puls are o durată de ordinul sutelor de milisecunde cu puterea maximă de microunde pe puls de ordinul sutelor de wați.
- Dispozitivul realizat pe baza acestei metode este un reactor de microunde umplut cu apă în condiții normale de presiune și temperatură, ce conține mai multe cavități rezonante și este alimentat în regim de pulsuri de microunde de putere de la un generator de microunde.
- Reactorul și cavitățile rezonante sunt dimensionate geometric cu dimensiunile critice comparabile cu multipli de sfert de lungime de undă ($\lambda_r/4$), unde λ_r este lungimea de undă a microundelor în apă la frecvența dominantă din puls F_0 .
- Un câmp electric variabil suplimentar, în combinație cu un câmp magnetic static sunt aplicate în reactorul de microunde pe anumite elemente ale cavităților rezonante multiple, elemente denumite electrozii activi, pentru a detașa și elimina gazele produse de pe suprafețele conductoare din reactor.
- Dispozitivul realizat pe baza acestei invenții poate fi portabil și imersabil în orice sursă de apă.

Figura 1 prezintă o schemă de principiu a dispozitivului utilizat pentru descompunerea apei

Figura 2 prezintă caracteristica de absorbție rezonantă a microundelor (S11) în funcție de frecvența de operare în reactorul de microunde

Figura 3 prezintă configurația reactorului de microunde pentru o versiune portabilă imersabilă în apă

Acestă invenție propune o metodă de descompunere a apei în oxigen și hidrogen în câmp de microunde de putere și un dispozitiv asociat ei.



Metoda se bazează pe instabilitatea de structură a apei, în sensul că, la un moment dat, în apă, există simultan un amestec format în principal din grupări moleculare de apă H_2O , denumite clustere (cu un număr n diferit de molecule în grupări diferite) la care se adaugă grupări ionice (H^+ , OH^- , HO_2^- , H_3O^+ , O_2^-) recum și oxigen și hidrogen atomic și molecular [M. F. Chaplin, Water Structure and Science, <https://water.lsbu.ac.uk/water/>]. Toate aceste fracțiuni se regăsesc în apă în stare liberă sau absorbite și/sau adsorbite în clusterelor moleculare. Timpul de viață al acestor instabilități este cuprins între zeci de picosecunde și zeci de nanosecunde.

Metoda constă în utilizarea unor pulsuri de putere de microunde (1) pentru a induce instabilități în formarea clusterilor de apă prin intermediul câmpurilor electrice (2) și magnetice (3) variabile de microunde (Figura 1). Microundele au o perioadă de variație T ($T=1/F$, unde F este frecvența în Hz, iar $F>2.45GHz$) de ordinul sutelor de picosecunde, comparabilă cu timpul de viață al instabilităților din structura apei, ceea ce conduce la un număr mai mare de legături de hidrogen instabile. Pulsurile sunt repetitive pe durata procesului, iar un puls de microunde are o durată de ordinul sutelor de milisekunde. Puterea maximă pe puls (P_m) este de ordinul sutelor de wați. Datorită acestor puteri mari, pulsurile de microunde determină încălziri locale până la atingerea unor condiții locale supracritice și formarea de bule de vapori de apă de dimensiuni variabile de la scală nanometrică până la cea micrometrică. Aceste bule sunt comparabile cu cele produse prin ultrasunete și în interiorul lor există o stare de plasmă vizibilă în condiții speciale de iluminare ca descărcări cu emisie de lumină. În acest mod, radiația de microunde are și un rol de catalizator în descompunerea apei (comparabil cu rolul aditivilor utilizați în electroliza clasică) și creează o densitate de sarcini ionice în lichid. Metoda propune ca locație pentru interacțiunea apei cu microundele un reactor (5) compus din cavități de microunde (50) cu o suprafață mare și un aranjament convenabil al câmpurilor electrice (2) și magnetice (3) de microunde relativ la suprafețele cavității (50). Un câmp electric variabil (20) suplimentar și un câmp magnetic staționar (30) realizat cu magnet permanent (33) sunt aplicate în reactorul de microunde (5) pe anumite elemente (6) denumite electrozi activi ai cavităților multiple (50) pentru a detașa și elimina gazele (7) de pe suprafețele conductoare din reactor, crescând astfel debitul de gaze la ieșirea din reactor (70).



În rezumat, descompunerea apei în prezența câmpului electromagnetic de microunde este un proces dinamic complex care produce un număr mare de specii moleculare și ionice în timpul descompunerii (H^+ , H_2 , OH^- , HO_2^- , H_3O^+ , O_2^- , O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2) și nano-bule în stare de plasmă.

Dispozitivul realizat pe baza acestei metode (Figura 1) este un reactor de microunde (5) de formă cilindrică, ce conține mai multe cavități rezonante (50) și este alimentat în regim de pulsuri de microunde de putere (1) de la un generator de microunde cu magnetron (10) prin intermediul unui adaptor de impedanță (100). Verificarea adaptării generatorului de microunde (10) la reactor (5) și existența regimului de rezonanță în circuitul de microunde se face prin măsurători de tehnică de microunde la putere scăzută, respectiv prin măsurarea reflexiilor (S11) la intrarea în reactor (5) atât în gol (110) cât și cu reactorul umplut cu un volum de apă (111) (Figura 2). Cavitățile rezonante (50) sunt cavități coaxiale în cazul prezentat în Figura 1. Ele sunt compuse dintr-o linie de alimentare cu microunde (55) din material conductor, comună pentru toate cavitățile (50), de formă cilindrică cu diametrul D și lungimea L , izolată de apa din reactor printr-un tub de cuarț (51). Al doilea element ce compune o cavitate coaxială este un disc cu diametrul D_d din material conductor (52) de grosime H_d , cu orificiu circular central (521) prin care trece tubul de cuarț (51) de diametru exterior D_q și grosime a pereților H_q . Discurile conductoare (52) sunt izolate electric între ele printr-un suport izolator (53) și apa (8) care umple reactorul (5). Suprafața interioară (521) și linia de alimentare (55) formează cavitatea coaxială principală (50a) iar între linia de alimentare (55) și suprafețele laterale (522) ale discului conductor (52) se formează o cavitate coaxială secundară (50b). Cavitatea principală (50a) și cea secundară (50b) definesc o cavitate rezonantă (50). Numărul q de cavități rezonante din reactorul de microunde (5) depinde doar de geometria aleasă pentru reactor (5), puterea de microunde utilizată și frecvența dominantă F_0 din pulsul de microunde care dimensionează lungimea de undă λ_r în reactor, după relația:

$\lambda_r = \lambda_0 / (\epsilon_r)^{0.5}$ unde $\lambda_0 = c/F_0$ iar ϵ_r este permitivitatea dielectrică medie a apei și c este viteza luminii

Pulsurile de microunde (1) au spectru larg de frecvențe ΔF cu o frecvență dominantă F_0 , frecvență la care și puterea de microunde este maximă relativ la puterea celorlalte



frecvențe din spectru. Pulsurile sunt repetitive pe durata procesului, iar un puls are o durată de ordinul sutelor de milisecunde. Puterea maximă pe puls este de ordinul sutelor de wați. Reactorul (5) și cavitățile rezonante (50) sunt dimensionate geometric cu dimensiunile critice comparabile cu multipli de sfert de lungime de undă ($\lambda/4$), unde λ este lungimea de undă a microundelor în apă la frecvența dominantă din puls F_0 . Apa din reactor (8) introdusă în reactor printr-un sistem de alimentare (80) se află la începutul procesului în condiții normale de temperatura și presiune iar în timpul procesului temperatura apei crește dar nu ajunge la vaporizare în tot volumul de lichid. Unele discuri conductoare (6) din componența cavităților multiple (50) de microunde sunt conectate (4) la o sursă de curent continuu modulată (9) prin impulsuri (PWM) cu rol de desprindere abulelor de gaz de pe electrozii activi (6) dar au și o funcție similară electrozilor din electroliza clasică și pot fi utilizate pentru separarea ionică a gazelor. Discurile conductoare (52) sunt prevăzute cu orificii (523) pentru evacuarea gazelor. Impulsurile de putere de microunde (1) și regimul (PWM) pot fi corelate în fază.

Într-o versiune de realizare a invenției, reactorul de microunde descris în figura 1 este configurat pentru imersare (Figura 3) într-un recipient (511) cu apă (8) prin protejarea circuitului de microunde (10,100) a generatorului PWM (9) și a blocului electronic de comandă (101) cu o cutie cu mâner (501). În tabelul 1 sunt principalii parametri de proiectare și valorile lor. Imersia se face la un unghi de inclinare de 45° față de orizontală.

TABELUL 1

F ₀ (GHz)	ΔF (GHz)	ϵ_r	D _q (mm)	H _q (mm)	D (mm)	L (mm)	D _d (mm)	H _d (mm)	P _m (W)	q
2.69	~ 20	66	12	1	3	120	100	2	800	25

Circuitul PWM are o frecvență reglabilă între 1 și 15 KHz, și este alimentat la o sursă de curent continuu DC de 12V, de curent maxim 10A.

Frecvența de repetiție a pulsurilor de microunde de putere este de 1Hz.



1. Metoda de descompunere a apei în oxigen și hidrogen **caracterizată prin aceea că se bazează pe instabilitatea de structură a apei și constă în utilizarea unor impulsuri de putere de microunde pentru a induce instabilități suplimentare în formarea clusterilor de apă prin intermediul câmpurilor electrice și magnetice variabile de microunde și pentru a rupe un număr mai mare de legături de hidrogen la temperatură și presiune normală.**
2. Metoda de descompunere a apei în oxigen și hidrogen **caracterizată prin aceea că pulsurile de microunde au spectru larg de frecvențe ΔF cu o frecvență dominantă F_0 , frecvență la care și puterea de microunde este maximă relativ la puterea celorlalte frecvențe din spectru, sunt repetitive pe durata procesului, un puls are o durată de ordinul sutelor de milisecunde cu puterea maximă de microunde pe puls de ordinul sutelor de wați.**
3. Reactor de microunde conform revendicărilor 1 și 2 **caracterizat prin aceea că este realizat pe baza acestei metode și conține mai multe cavități rezonante și este alimentat în regim de pulsuri de microunde de putere de la un generator de microunde.**
4. Reactor de microunde conform clauzei 3 **caracterizat prin aceea că reactorul și cavitățile rezonante sunt dimensionate geometric cu dimensiunile critice comparabile cu multipli de sfert de lungime de undă ($\lambda r/4$), unde λr este lungimea de undă a microundelor la frecvența dominantă din puls, F_0 , în apă.**
5. Reactor de microunde conform clauzei 3 **caracterizat prin aceea că în reactorul de microunde se aplică un câmp electric variabil, în combinație cu un câmp magnetic static pe anumite elemente ale cavităților rezonante multiple denumite electrozii activi pentru a detașa și elimina gazele produse de pe suprafețele conductoare din reactor.**
6. Reactor de microunde conform clauzelor 1, 2, 3, 4, 5 **caracterizat prin aceea că este portabil și imersabil în orice sursă de apă.**



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. J.' or similar, located to the right of the official stamp.

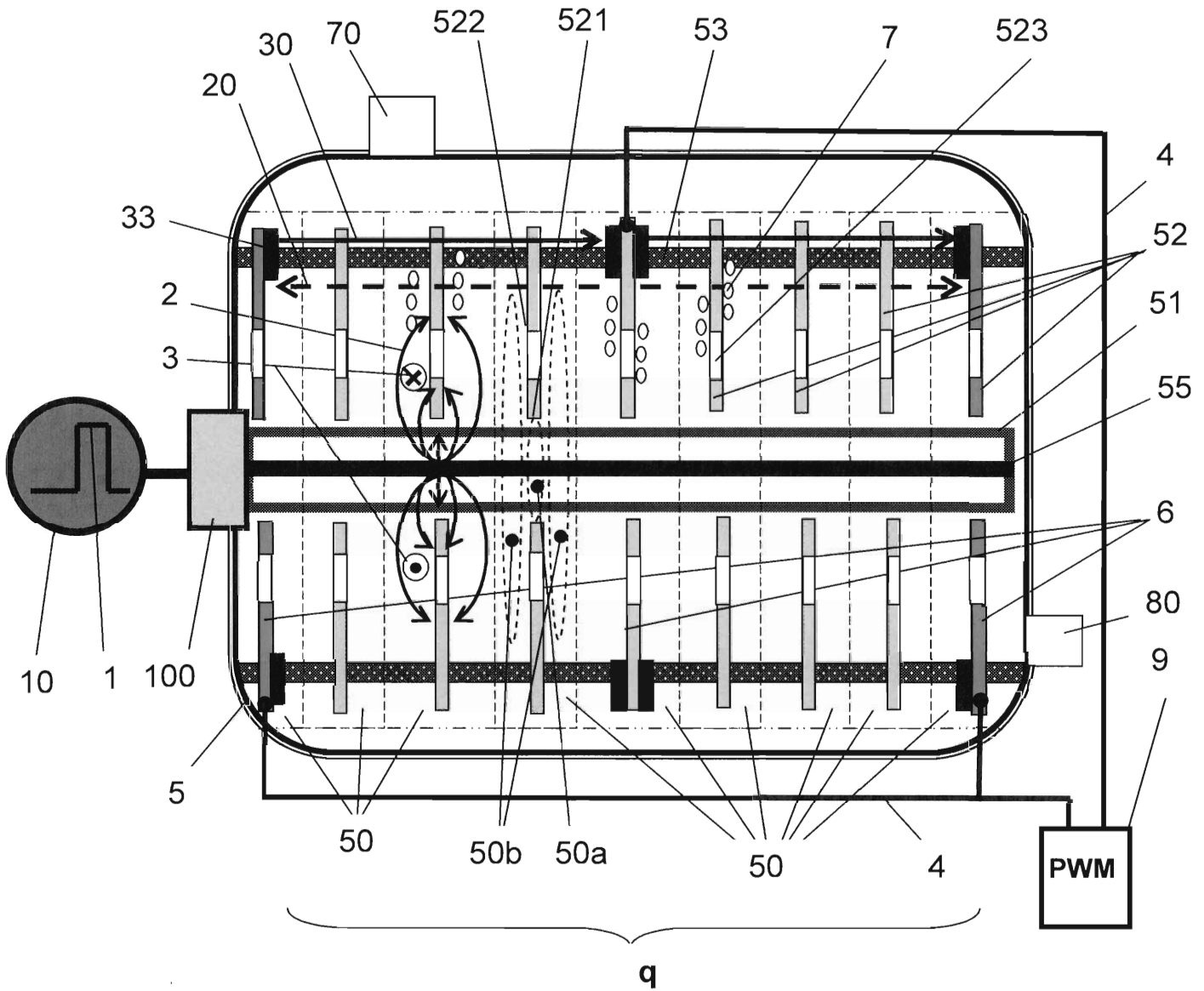


FIGURA 1



[Handwritten signature]

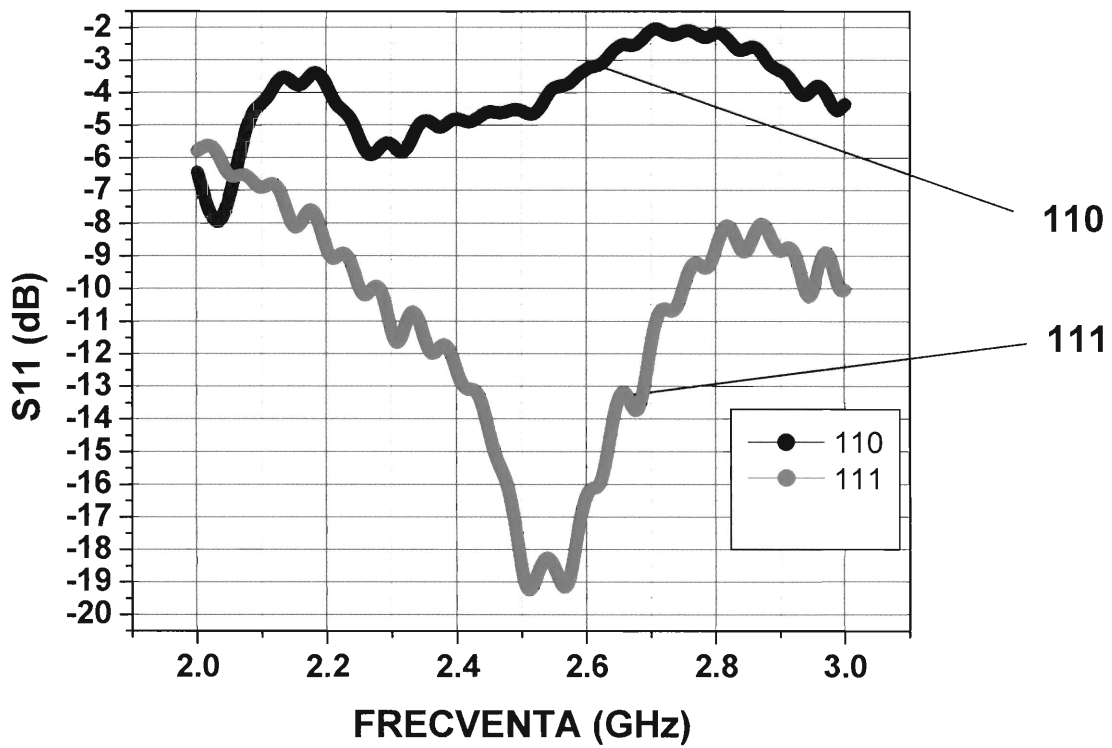


FIGURA 2



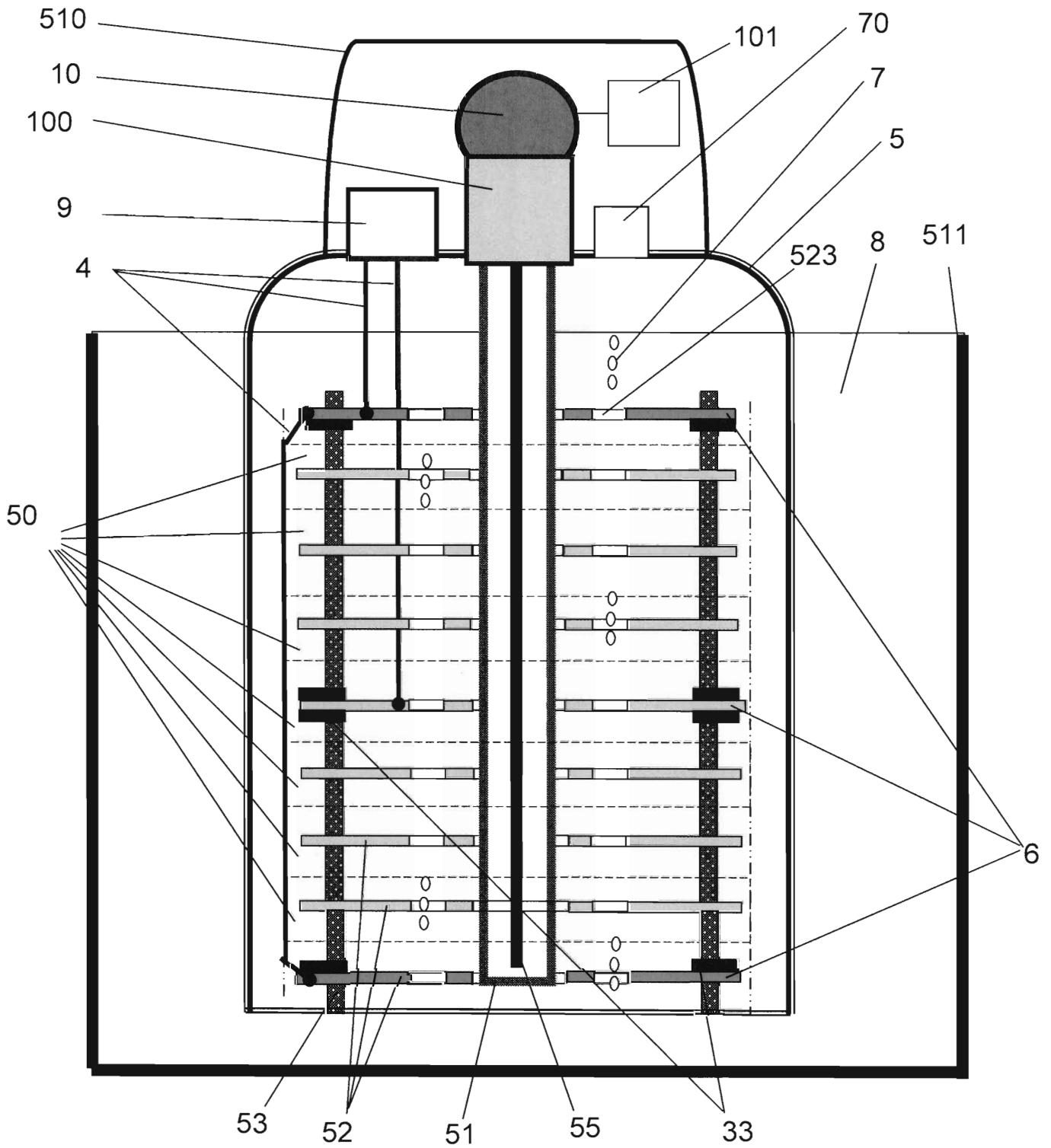


FIGURA 3

