

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00693

(22) Data de depozit: 02.10.2012

(41) Data publicării cererii:  
30.04.2014 BOPI nr. 4/2014

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE  
ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ "ION IONESCU  
DE LA BRAD" IAȘI,  
ALEEA MIHAI SADOVEANU NR. 3, IAȘI, IS,  
RO

(72) Inventatori:  
• VÎNTU VASILE,  
BD. ȘTEFAN CEL MARE ȘI SFÂNT NR. 10,  
BL. B1, SC. A, ET. 4, AP. 11, IAȘI, IS, RO;  
• ȚENU IOAN, ALEEA MIHAI SADOVEANU  
NR. 18A, IAȘI, IS, RO;  
• GUTT ANDREI, STR. VICTORIEI NR. 185  
BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO

(54) PROCEDEU ȘI SENZOR PENTRU ANALIZA  
AMESTECURILOR DE GAZE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la un senzor pentru analiza amestecurilor de gaze. Procedeu conform invenției constă în corelarea valorii permitivității dielectrice a unei anumite specii chimice, care se găsește la un moment dat între armăturile plan paralele ale unui condensator, cu concentrația acelei specii chimice, și corelarea valorii frecvenței de rezonanță a unui circuit oscilant de tip LC, din care face parte condensatorul electric, cu natura speciei chimice respective, pentru atingerea frecvenței de rezonanță a circuitului oscilant LC fiind folosit un actuator piezoelectric ce deplasează armătura plan paralelă a condensatorului electric înspre și dinspre cealaltă armătură a aceluiasi condensator, iar pentru obținerea unei rezoluții și precizii avansate fiind folosită modularea electrică automată a frecvenței oscilatorului LC electric, prin intermediul amplitudinii semnalului electric rezultat la atingerea frecvenței de rezonanță. Senzorul conform invenției este alcătuit dintr-un corp (1) metalic, prevăzut cu un orificiu ( $O_1$ ) pentru intrarea gazelor, două armături (2 și 3) plan paralele de condensator, un actuator (4) piezoelectric liniar, un material (5) electric izolator și un capac (6) filetat, prevăzut cu un alt orificiu ( $O_2$ ) pentru ieșirea

gazelor, asigurarea unei curgeri laminare, fără turbulențe, a gazului prin spațiul dielectric fiind asigurată de îndeplinirea condiției ca diametrul primului orificiu ( $O_1$ ) să fie mai mare decât diametrul celui de-al doilea orificiu ( $O_2$ ).

Revendicări: 2  
Figuri: 3

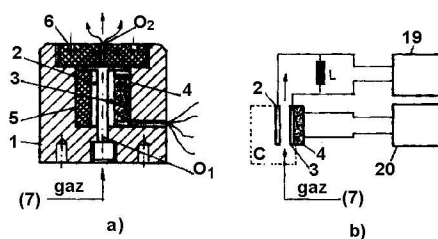
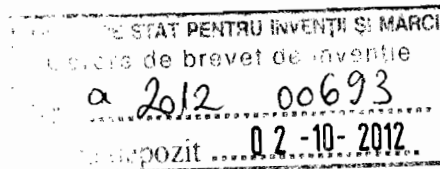


Fig. 1





## PROCEDEU ȘI SENZOR PENTRU ANALIZA AMESTECURILOR DE GAZE

Invenția se referă la un procedeu și un senzor pentru analiza amestecurilor de gaze existente ca atare sau provenite din evaporarea de substanțe lichide, granulare sau solide.

În vederea determinării compoziției calitative și cantitative a amestecurilor gazoase complexe este folosită cromatografia de gaze la care o probă lichidă este evaporată, amestecul gazos rezultat fiind deplasat de către un gaz purtător inert printr-o coloană cromatografică capilară sau cu umplutură, în care pe baza afinității diferite a moleculelor gazoase față de peretele interior al coloanei capilare precum și pe baza mobilității diferite a moleculelor de dimensiuni mici față de moleculele de dimensiuni mari, are loc o frînare diferențiată a moleculelor speciilor gazoase din amestec rezultatul fiind faptul că speciile gazoase sosesc pe rând în dreptul detectorului plasat la capătul coloanei cromatografice. Dezavantajele cromatografiei de gaze sînt multiple, astfel:

- pentru acoperirea unui domeniu larg de specii chimice se folosesc mai multe tipuri de detectoare, neexistînd un detector universal;
- pentru analiză se folosesc reactivi chimici de înaltă puritate;
- după un timp coloanele cromatografice trebuiesc înlocuite;
- deservirea cromatografului și interpretarea datelor necesită personal de înaltă calificare;
- analiza amestecurilor gazoase rezultate din descompunerea pulberilor sau a substanțelor solide se poate realiza numai prin adaptări speciale la cromatograf, costurile fiind ridicate;
- prețul de cost al unui cromatograf la achiziție este foarte mare;

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui procedeu și a unui senzor specific pentru analiza amestecurilor de gaze.

Procedeul conform invenției constă în corelarea valorii permeabilității dielectrice  $\epsilon$  a unei anumite specii chimice gazoase care trece la un moment dat printre armăturile plan paralele ale unui condensator electric variabil:

$$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1)$$

unde:  $\epsilon_0$  - permitivitatea electrică în vacuum;  $\epsilon$  - permitivitatea dielectrică a mediului dintre armăturile condensatorului; A - aria suprafețelor față în față ale armăturilor condensatorului; d - distanța dintre armăturile condensatorului cu

concentrația acelei specii chimice și corelarea valorii frecvenței  $f_0$  de rezonanță a unui circuit oscilant de tip  $LC$ , circuit în care capacitatea  $C$  electrică este dată tocmai de condensatorul electric variabil, cu natura speciei chimice respective și inductanța  $L$  de o bobina montată în paralel cu condensatorul:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{d} \quad (2)$$

În vederea atingerii frecvenței  $f_0$  de rezonanță conform invenției se face automat combinarea matematică a valorii permeabilității  $\epsilon$  dielectrice a speciei chimice care se găsește la acel moment între armăturile condensatorului cu valorile distanțelor realizate în mod automat între armăturile condensatorului. În acest scop este folosit un actuator liniar piezoelectric care deplasează una din armăturile condensatorului înspre și dinspre cealaltă armătură cu distanțe de ordinul micrometrilor și frecvențe de ordinul MHz. Atunci când între armături pătrunde un anumit component gazos, frecvența de oscilație a circuitului electric  $LC$  se modifică *invers proporțional* cu aportul valorii radicalului permeabilității  $\epsilon$  relative a acestui component la valoarea totală a capacității  $C$  a condensatorului și se modifică *proporțional* cu valoarea radicalului distanței  $d$  dintre armăturile condensatorului, relația (2). În multitudinea de distanțe instalate între armăturile plan paralele în cadrul unei oscilații mecanice sinusoidale a armăturii mobile a condensatorului va exista o valoare a distanței  $d$  care combinată cu valoarea permeabilității  $\epsilon$  relative a speciei prezente între armături la acel moment să ducă la acea valoare a capacității  $C$  a condensatorului care să corespundă frecvenței  $f_0$  de rezonanță a circuitului oscilant  $LC$ , frecvență exprimată de relația (2) a lui Thomson. La frecvența de rezonanță  $f_0$  circuitul oscilant absoarbe cea mai mică cantitate de energie electrică de alimentare. Ca atare, prin modularea în amplitudine a semnalului de frecvență a oscilatorului  $LC$ , pe diagrama de frecvență, în dreptul frecvenței de rezonanță (fig.2e), apare un peak (vîrf) îndreptat în jos, iar prin discriminarea semnalului de frecvență prin redresare electrică și amplificarea electronică ulterioară rezultă numai semnalul speciei chimice (fig.2f). Dat fiind faptul că frecvența de oscilație a piezocuarțului este în domeniul MHz, pentru fiecare sinusoidă din cele cca  $10^6$  sinusoide complete pe secundă ale acestuia, rezultă tot atîtea frecvențe de rezonanță respectiv peak-uri de natura celui din figura 2e,f, ceea ce duce la o rezoluție extraordinară în ce privește identificarea speciilor chimice gazoase analizate. Spre exemplu, dacă traversarea speciilor de analizat prin senzor ar dura cca 20 secunde, la o frecvență de oscilație a piezocuarțului de cca 1 MHz rezultă în total  $2 \cdot 10^7$  peak-uri. La o asemenea rezoluție, distribuția valorii maxime medii a peak-urilor pe un timp de 20 secunde nu poate duce la nici un fel de confuzii de interpretare chiar dacă valorile permeabilităților a două specii sînt foarte apropiate și se mai presupune că acestea ar sosi în același timp între armăturile condensatorului. Dat fiind faptul că se folosește atît modulația în frecvență cît și cea în amplitudine, pentru interpretarea datelor în timp real poate fi folosită cu rezultate excelente și Transformata Fourier.

Senzorul, conform invenției, figura 1a, folosit pentru materializarea procedurii are ca element de bază un condensator electric variabil, cu armături plan paralele, modificarea capacității  $C$  fiind realizată cu ajutorul unui actuator piezoelectric care oscilează în regim de înaltă frecvență (domeniul MHz), scop în care una din armăturile senzorului capacitiv este lipită nedemontabil pe una din fețele plan paralele ale actuatorului piezoelectric. Pentru fiecare valoare a distanței  $d$ , figura 2a,c, rezultată din apropierea sau distanțarea armăturii mobile de armătura fixă a condensatorului (în cadrul unei singure sinusoide de oscilație mecanică, figura 2b), corespunde o altă frecvență  $f$  de oscilație, figura 2c, a oscilatorului  $LC$  electric.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- se pun bazele unui procedeu simplu de analiză a amestecurilor de gaze provenite din probe lichide, solide, pulberi sau direct din mediu gazos;
- se realizează un senzor capacitiv, de rezoluție înaltă, utilizabil universal, pentru analiza calitativă și cantitativă a amestecurilor de gaze;
- pentru analiză nu se folosesc reactivi chimici;
- nu există elemente de uzură care trebuie înlocuite periodic;
- deservirea aparatelor construite conform invenției nu necesită personal de înaltă calificare pentru deservirea aparatului și interpretarea datelor;
- pentru analiza unor probe existente în diferite stări de agregare aparatul nu necesită adaptări sau modificări constructive;
- prețul de cost al unui aparat realizat conform procedurii și senzorului din invenție este cel puțin cu un ordin de mărime mai mic decât cel al unui gazcromatograf clasic;

Se dă în continuare un exemplu de realizare a senzorului conform invenției, în legătură cu Figurile 1,2,3, care reprezintă:

Fig.1a - Secțiune prin senzorul conform invenției

Fig.1b - Circuitul oscilant electric și circuitul oscilant piezoelectric al senzorului conform invenției

Fig.2a - Pozițiile armăturii mobile a condensatorului la parcurgerea unei oscilații mecanice sinusoidale complete de către actuatorul piezoelectric

Fig.2b - Forma oscilației mecanice sinusoidale a actuatorului piezoelectric la alimentarea lui cu un semnal electric alternativ

Fig.2c - Evoluția modificării distanței  $d$  dintre armăturile condensatorului la apropierea respectiv la îndepărtarea armăturii mobile de cea fixă. La atingerea valorii  $d_x$ , luată cumulativ cu valoarea permeabilității dielectrice a speciei chimice care se găsește la acel moment între armăturile condensatorului, se atinge condiția pentru instalarea frecvenței de rezonanță  $f_0$  în circuitul oscilant  $LC$

Fig.2d - Evoluția modificării frecvenței oscilatorului  $LC$  la apropierea respectiv la îndepărtarea armăturii mobile de cea fixă în cadrul unei oscilații mecanice sinusoidale complete realizată de actuatorul piezoelectric, punctul  $f_0$  reprezentând valoarea frecvenței de rezonanță

Fig.2e - Semnalul de frecvență al oscilatorului  $LC$  modulat în amplitudine de către semnalul energetic al frecvenței  $f_0$  de rezonanță

Fig.2f - Semnalul energetic redresat și amplificat. Poziția în timp a semnalului corespunde naturii speciei chimice și folosește pentru identificarea acesteia din amestecul gazos, iar amplitudinea (sau integrala suprafeței de sub curbă) semnalului corespunde concentrației speciei chimice din amestecul gazos analizat

Fig.3 - Schema de principiu a unui aparat pentru analiza unui amestec de gaze bazat pe procedeul și senzorul conform invenției

Senzorul conform invenției și aparatul aferent pentru analiza amestecurilor de gaze se compune dintr-un corp **1** metalic prevăzut cu un orificiu  $O_1$  pentru intrarea gazelor, două armături **2 și 3** plan paralele de condensator, un actuator **4** piezoelectric liniar, un material **5** electric izolator și un capac **6** izolator filetat prevăzut cu un orificiu  $O_2$  pentru ieșirea gazelor dintre armăturile **2 și 3** plan paralele de condensator, pentru asigurarea unei curgeri fără turbulențe a gazului prin spațiul dielectric fiind necesară îndeplinirea condiției ca  $\phi O_1 > \phi O_2$ . Senzorul este legat printr-o conductă **7** de un sistem termic destinat evaporării componentelor gazoase din probe lichide pulverulente sau solide, format dintr-un cuptor **8** de încălzire izolat termic, o taviță **9** de ceramică termorezistentă care conține proba **10** de analizat, un capac **11** filetat pentru închiderea etanșă a incintei termice a cuptorului **8**, un rezistor **12** electric de încălzire, o conductă **13** de alimentare cu gaz inert antrenor prevăzută cu un ventil **14** comandat electric, un termocuplu **15** și un termostat **16** electronic. Pentru cîntărirea cu precizie a probelor este folosită o balanță analitică electronică **17** interfațată direct cu unitatea **18** electronică pentru gestionarea funcțiilor aparatului precum și pentru achiziția prelucrarea și afișarea datelor. Aparatul mai conține un senzor capacitiv conform invenției în care intră gazele analizate antrenate de suprapresiunea de evaporare și de suprapresiunea gazului purtător inert heliu, un oscilator **19** electric de tip **LC**, un oscilator **20** electronic pentru alimentarea electrică a actuatorului **4** piezoelectric.

Modul de lucru cu aparatul care are la bază procedeul și senzorul conform invenției este următorul:

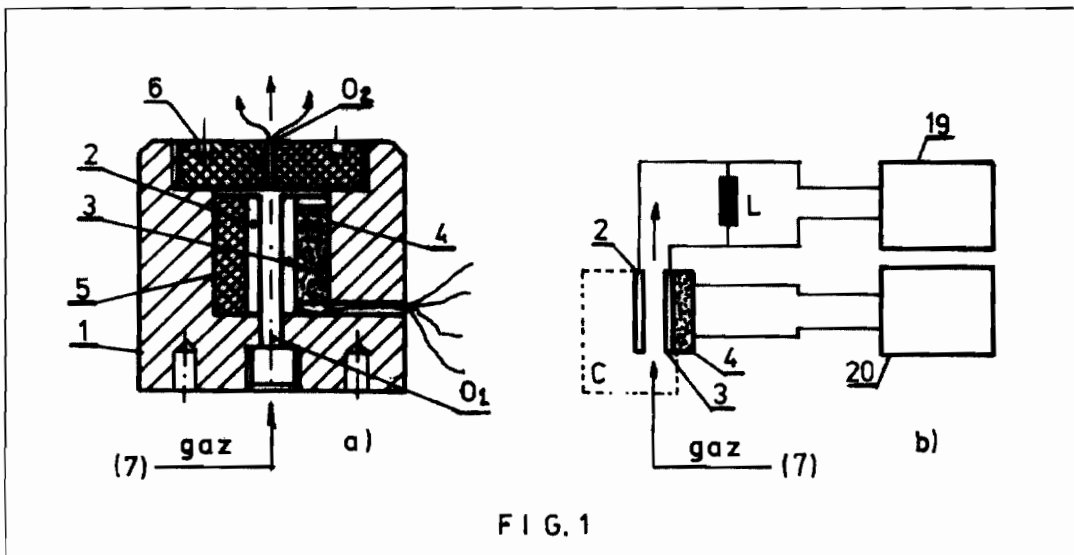
La probe lichide, pulverulente sau solide se cîntărește pe balanța **17** analitică electronică, conectată direct la unitatea **18** electronică centrală, o cantitate precisă (5-10g) de probă într-o taviță **9** din ceramică termorezistentă, după care aceasta se introduce în incinta cuptorului **8** de încălzire și se închide etanș prin intermediul capacului **11** filetat, după care se programează regimul termic de încălzire și se pornește procesul de analiză prin acționarea unui buton de pe panoul frontal al unității **18** electronice centrale ceea ce determină conectarea încălzirii probei și deschiderea automată a ventilului **14** de alimentare cu un debit și o presiune prestabilă pentru gazul inert (heliu sau argon) de antrenare. Încălzirea progresivă, fig.3a, a probei **10** de analizat face ca din aceasta compuşii volatili să se evapore la atingerea temperaturii specifice de evaporare pe rînd și să se deplaseze sub gradientul suprapresiunii rezultate din evaporare, precum și din presiunea gazului inert antrenor, spre orificiul  $O_1$  a senzorului de unde intră în spațiul dintre armăturile **2 și 3** de condensator și părăsește senzorul prin orificiul de ieșire  $O_2$ . În momentul intrării unei anumite specii gazoase în spațiul dintre armăturile condensatorului,

permitivitatea dielectrică relativă a acestuia se modifică ducînd automat, conform relației (1) și (2), la modificarea frecvenței de oscilație a circuitului oscilant  $LC$ , frecvența rezultată fiind un indiciu atît a naturii speciei prezente în detector cît și a concentrației acesteia, diferențierea celor doi parametri fiind efectuată automat după valoarea permitivității dielectrice (determinarea concentrației speciei gazoase) și după valoarea frecvenței de rezonanță (determinarea naturii speciei gazoase). Determinarea concentrației speciilor gazoase din amestec se efectuează întotdeauna la timpii corespunzători trecerii prin zero (fig.2b) a amplitudinii oscilației actuatorului **4** piezoelectric. Frecvența rezultată ca urmare a medierii celor trei distanțe dintre armăturile **2** și **3** plan paralele de condensator este extrapolată automat pe curba de calibrare în vederea determinării concentrației speciei gazoase analizate. Acest artificiu este necesar pentru a evita situația de nedeterminare din punct de vedere matematic (o singură ecuație și două necunoscute: permitivitatea electrică și distanța între armături).

## REVENDICARI

1. Invenția Procedeu și senzor pentru analiza amestecurilor de gaze, caracterizată prin aceea că în vederea realizării analizei calitative și cantitative a unui amestec de gaze este folosit un procedeu care constă în corelarea valorii permitivității dielectrice a unei anumite specii chimice, care se găsește la un moment dat între armăturile plan paralele ale unui condensator, cu concentrația acelei specii chimice și corelarea valorii frecvenței  $f_0$  de rezonanță a unui circuit oscilant de tip LC, din care face parte condensatorul electric, cu natura speciei chimice respective, pentru atingerea frecvenței  $f_0$  de rezonanță a circuitului oscilant LC fiind folosit un actuator piezoelectric care deplasează, cu distanțe de ordinul micrometrilor și frecvențe de ordinul MHz, armătura plan paralelă a condensatorului electric înspre și dinspre cealaltă armătură a aceluiași condensator, pentru obținerea unei rezoluții și precizii avansate fiind folosită modularea electrică automată a frecvenței oscilatorului LC electric prin intermediul amplitudinii semnalului electric rezultat în dreptul absorbției minime de energie (atingerea frecvenței  $f_0$  de rezonanță).
2. Invenția Procedeu și senzor pentru analiza amestecurilor de gaze, caracterizată prin aceea că în vederea realizării analizei calitative și cantitative a unui amestec de gaze este folosit un senzor compus dintr-un corp (1) metalic, prevăzut cu un orificiu ( $O_1$ ) pentru intrarea gazelor, două armături (2) și (3) plan paralele de condensator, un actuator (4) piezoelectric liniar, un material (5) electric izolator și un capac filetat (6) izolator prevăzut cu un orificiu ( $O_2$ ) pentru iesirea gazelor, asigurarea unei curgeri laminare fără turbulente a gazului prin spațiul dielectric fiind asigurată de îndeplinirea condiției ca  $\phi O_1 > \phi O_2$ .

DESENE





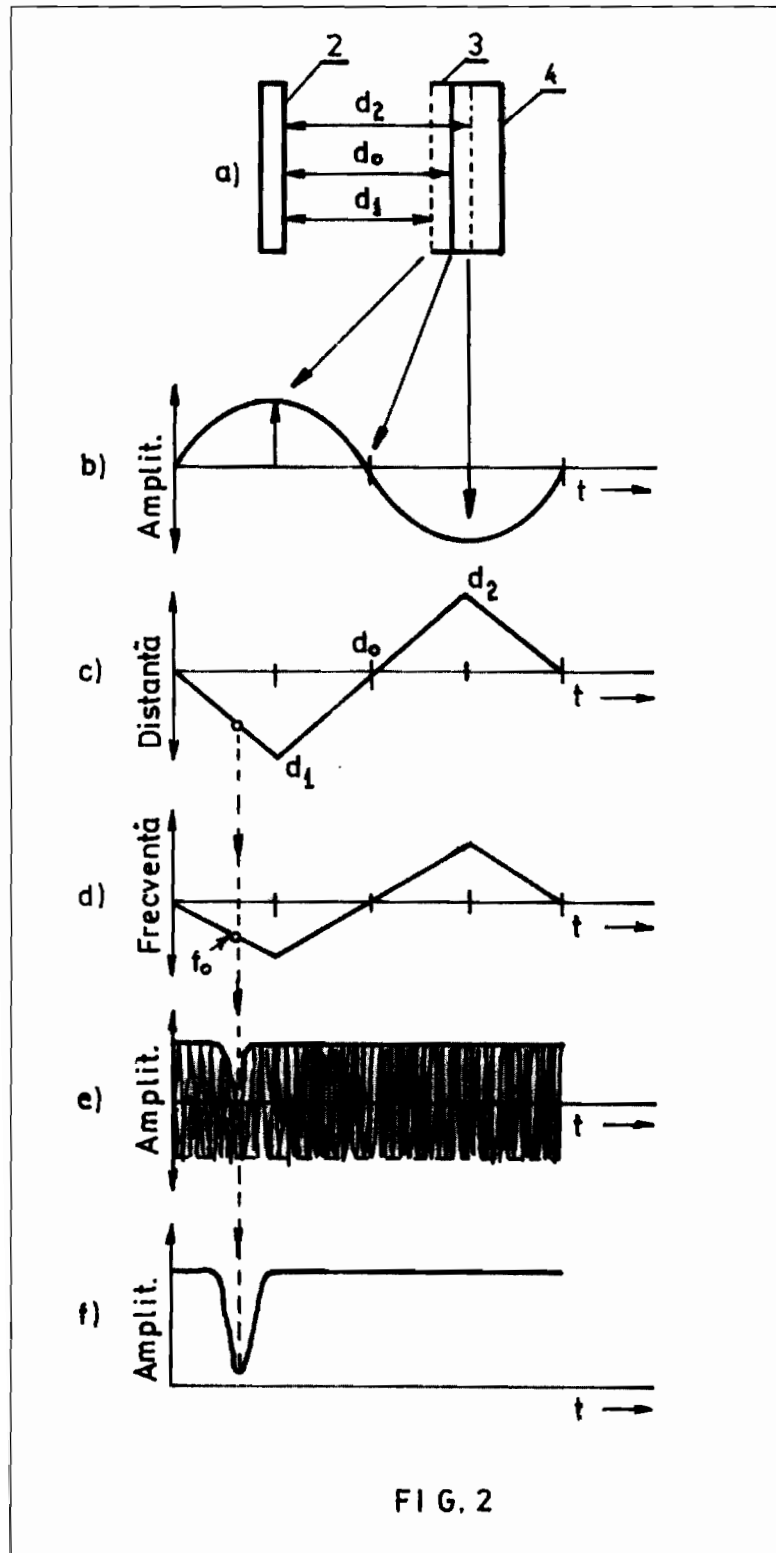


FIG. 2

