



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00350**

(22) Data de depozit: **18/05/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2019** BOPI nr. **4/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**30/12/2016** BOPI nr. **12/2016**

(73) Titular:  
• **MIRA TECHNOLOGIES GROUP S.R.L.**,  
*STR. TEIUL DOAMNEI NR. 2, BL. 10, AP. 2,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO*

(72) Inventatori:  
• **ZAHARIA SANDEL - AURELIAN**,  
*ALEEA BUTEICA EMANOIL MARIUS NR. 2,  
BL. 68, SC. 1, AP. 14, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;*  
• **APOSTOL MARIAN**, *STR. FIZICIENILOR  
NR. 22, BL. O 2, SC. 1, AP. 10, MĂGURELE,  
IF, RO;*  
• **IONIȚĂ SILVIU**, *BD. I.C. BRĂȚIANU  
NR. 12, BL. A7, SC. A, AP. 18, PITEȘTI, AG,  
RO;*  
• **IANA VASILE-GABRIEL**,  
*STR. COASTA CÂMPULUI NR. 343,  
ȘTEFĂNEȘTI, AG, RO;*  
• **MONEA CRISTIAN**, *BD. LIBERTĂȚII  
NR. 28, BL. P6, SC. B, AP. 15, PITEȘTI, AG,  
RO;*

• **IONESCU LAURENȚIU-MIHAI**,  
*STR. BRADULUI NR. 9, BL. 40, SC. F,  
AP. 4, PITEȘTI, AG, RO;*  
• **ANGHEL DANIEL-CONSTANTIN**,  
*STR. BANAT NR. 15, BL. B3, SC. C, AP. 1,  
PITEȘTI, AG, RO;*  
• **ILIE MĂDĂLIN-EUGEN**,  
*STR. DOAMNA GHICA NR. 12, BL. 1A,  
SC. 3, AP. 87, BUCUREȘTI, B, RO;*  
• **VARGA ALEXANDRU FLORIAN**,  
*STR. LACUL TEI NR. 109, BL. 13A, SC. C,  
AP. 121, BUCUREȘTI, B, RO*

(74) Mandatar:  
**DILIGENS INTELLECTUAL PROPERTY  
S.R.L.**, *SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR. 3,  
BL. 17, SC. 2, AP. 27, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 6246237 B1; US 5233300;  
WO 2011/126594 A2**

(54) **DETECTOR MOBIL ȘI METODĂ DE DETECȚIE  
A SUBSTANȚELOR CU RISC EXPLOZIV, A EXPLOZIVILOR  
ȘI A DROGURILOR PE BAZA EFECTULUI REZONANȚEI  
NUCLEARE CUADRIPOLEARE (NQR)**



# RO 131585 B1

1           Invenția se referă la o metodă pentru detectarea de substanțe și materiale explozive  
și de droguri, pe baza principiului rezonanței nucleare cuadripolare, destinată verificării  
3           bagajelor și persoanelor în punctele de trecere a frontierei din aeroporturi, porturi, gări și din  
alte obiective care reclamă un control riguros împotriva acțiunilor teroriste și a traficului cu  
5           substanțe interzise din gama explozivilor și a drogurilor.

          Este cunoscut faptul că efectul rezonanței nucleare cuadripolare se manifestă în  
7           substanțe care conțin, în principal, atomi de azot ( $^{14}\text{N}$ ), clor ( $^{35}\text{Cl}$ ), potasiu (K). Azotul este  
prezent în toate substanțele explozive, precum și în unele droguri, clorul este prezent, de  
9           asemenea, în anumite droguri, iar potasiul se găsește în substanțe cu risc exploziv. În aceste  
substanțe, efectul rezonanței nucleare cuadripolare apare exclusiv prin excitarea atomilor  
11          de azot, clor sau potasiu cu câmpuri de radiofrecvență având frecvența specifică fiecărei  
substanțe precis determinată și recepționarea semnalului de răspuns (dezexcitare a sub-  
13          stanței) exact pe aceeași frecvență. Fenomenul intim al procesului de excitare-dezexcitare  
a nucleelor cuadripolare în substanțe are origine cuantică și a fost descris teoretic și  
15          evidențiat experimental de mai mulți ani (1).

          Sunt cunoscute detectoare NQR pentru detecția de substanțe explozive și droguri  
17          care sunt alcătuite din următoarele componente: generator de impulsuri de radiofrecvență,  
amplificator de putere, circuit rezonant bobină-condensator (LC), amplificator cu zgomot  
19          redus, sistem de comutare emisie-recepție, sistem de prelucrare a semnalelor, sistem de  
afişare a rezultatului scanării, carcasă pentru ecranarea electromagnetică a întregului sistem.  
21          Principalele neajunsuri ale acestora sunt legate în general de nivelul mare al puterii de RF  
cu care se lucrează, care impune soluții de ecranare electromagnetică costisitoare și foarte  
23          grele, și, implicit, dimensiuni de gabarit mari. De exemplu, este cunoscută soluția din brevetul  
rusec **RU 2247361 (C1)**, care prezintă un detector NQR ce are o unitate de recepție și de  
25          prelucrare a semnalului, camere video, dispozitiv de prelucrare informații optice, platformă  
de greutate, cântar, traductor NQR și un indicator, aparat de emisie, dispozitiv de amortizare  
27          și un dispozitiv de reglare a circuitului traductor NQR. Persoana care este inspectată este  
plasată într-o cabină termopan, pe platforma de greutate, în interiorul cabinei, al cărui perete  
29          interior este realizat din material dielectric care servește ca un ecran. Circuitul traductor NQR  
este poziționat între pereții cabinei.

31          Metodele cunoscute pentru detectarea substanțelor prin metoda NQR se bazează  
pe anumite scheme de impulsuri de emisie pentru excitarea nucleelor atomice, detecția în  
33          cuadratură, acumularea și medierea semnalelor de răspuns recepționate de la substanță,  
urmate de prelucrarea în frecvență a semnalului rezultat (folosind transformata Fourier).  
35          Identificarea propriu-zisă a unei anumite substanțe căutate se face pe baza comparării  
amplitudinii semnalului în frecvență, respectiv în timp, cu niveluri cunoscute prestabilite. Un  
37          neajuns principal al metodelor de detecție NQR este legat de influența semnificativă pe care  
o are temperatura efectivă a substanței scanate asupra frecvenței specifice NQR, corecția  
39          frecvenței cu temperatura nefiind posibilă în general, deoarece nu se poate măsura exact  
temperatura substanței aflată, de regulă, în bagaje.

41          Din cererea de brevet **US 5233300 A** sunt cunoscute o metodă și un sistem de  
detectare sensibilă a explozivilor și narcoticelor prin rezonanță nucleară cuadripolară (NQR),  
43          care este realizată la putere RF redusă prin asigurarea că intensitatea câmpului RF este mai  
mare decât cea a câmpului magnetic local. Acest lucru este realizat printr-o dimensionare  
45          corespunzătoare a bobinei.

          Mai este cunoscută, de asemenea, soluția din cererea internațională de brevet **WO**  
47          **20111265594 A**, care folosește microprocesoare pentru comanda generatorului de semnal,  
dar care nu corectează frecvența de scanare cu temperatura ambientală obținută prin  
49          măsurarea temperaturii din exteriorul detectorului și suplimentar, prin modificarea schemei  
de impulsuri.

# RO 131585 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în posibilitatea de a realiza corecția frecvenței cu temperatura și acordul automat pe frecvențele specifice de lucru.	1
Soluția pentru rezolvarea acestei probleme este reprezentată de o metodă pentru detecția substanțelor cu risc exploziv, a explozivilor și a drogurilor, ce include următoarele etape:	3
- măsurarea temperaturii ambientale cu un senzor;	5
- conversia digitală a valorii temperaturii și citirea acesteia în programul de aplicație ce comandă sistemul de procesare radio;	7
- calculul frecvenței NQR folosind coeficientul de variație specific fiecărei substanțe de scanat și transmiterea valorii respective ( $f_0$ ) la un generator programabil de semnal de radiofrecvență;	9
- comanda, prin programul de aplicație, a unor impulsuri de RF cu o anumită durată ( $T_{RF}$ ) pe parcursul căreia frecvența semnalului se va schimba crescător în 10 trepte într-un interval prestabilit $\Delta f$ în jurul lui $f_0$ , respectiv $f_0 \pm \Delta f/2$ ;	11
- identificarea substanței prin discriminarea în timp real a semnalului recepționat cu un set de patru criterii combinate aplicat la răspunsul spectral obținut prin metoda transformatei Fourier rapide FFT.	13
Conform unui alt aspect al invenției, cele patru criterii se raportează la caracteristicile semnalului recepționat, precum amplitudinea și poziția vârfului spectral maxim, poziția relativă a eventualelor vârfuri secundare și valoarea medie, impunând ca pozițiile și amplitudinile vârfurilor, respectiv media, să se încadreze în intervale numerice determinate în funcție de amplitudinea vârfului spectral maxim.	15
Conform unui alt aspect al invenției, se folosesc următoarele valori specifice pentru detecția RDX și a materialelor explozive pe bază de RDX:	17
- frecvența de excitație NQR de bază $f_0 = 3,410$ MHz corectată cu temperatura, intervalul prestabilit pentru corecția frecvenței în 10 trepte $\Delta f = 2$ KHz;	19
- durata impulsului de RF $T_{RF} = 130$ $\mu$ s;	21
- timpul de așteptare pentru achiziție $T_{delay} = 175$ $\mu$ s;	23
- timpul de achiziție $T_{acq} = 350$ $\mu$ s;	25
- timpul dintre impulsurile de RF $T_{impulsuri} = 600$ $\mu$ s;	27
- timpul efectiv de așteptare până la emiterea următorului impuls se calculează CU relația $T_{wait} = T_{impulsuri} - T_{acq} - T_{delay} - T_{RF} - 4$ $\mu$ s;	29
- numărul de impulsuri în secvența de scanare $n = 20$ ;	31
- numărul de secvențe de scanare aplicate $k = 100$ , durata dintre secvențe $T_{rep} \geq T_i$ , unde $T_i = 13$ ms.	33
Conform unui alt aspect al invenției, unitatea de stocare, prelucrare a datelor și interfață comandă, la interfața amplificatorului de putere, un nivel de putere al impulsului de RF de 30 W și regimul de întrerupere a amplificării prin funcția „Mute”, astfel încât amplificarea să fie tăiată periodic pe întreaga durată de așteptare $T_{wait}$ , pe durata destinată achiziției de date $T_{acq}$ , blocul comandă o fereastră de recepție prin închiderea comutatorului cu un semnal, permițând astfel semnalului de răspuns să fie amplificat în bandă de frecvență de interes cu un lanț de amplificare, filtrare, respectiv amplificare, rezultând un semnal RF recepție care intră în sistemul de procesare printr-un bloc de conversie digitală a semnalului radio unde este convertit în date.	35
Conform unui alt aspect al invenției, datele achiziționate succesiv conform secvenței de detecție se mediază pentru eliminarea zgomotului și rezultatul final se supune unui proces de demodulare în cuadratură cu separarea componentelor reală, respectiv imaginară, semnalul demodulat complex fiind transformat din domeniul timp în domeniul frecvență cu algoritmul transformatei Fourier rapide (FFT) și supus analizei cu sistemul de patru criterii pentru discriminarea prezenței substanței de interes.	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

# RO 131585 B1

1 Metoda de detecție conform invenției prezintă următoarele avantaje:  
2 - detectorul poate fi instalat cu operativitate în diverse locuri datorită mobilității și a  
3 gabaritului redus;  
4 - costuri de producție și de exploatare mai reduse datorate inclusiv consumului mai  
5 mic de energie și materiale;  
6 - puterea necesară de emisie este mai redusă datorită soluțiilor tehnice adoptate la  
7 nivel de sistem și metodă;  
8 - procesul de detecție este automat pentru o listă de substanțe selectate de utilizator,  
9 din baza de date a detectorului;  
10 - realizarea corecției de frecvență prin măsurarea-estimarea temperaturii și variației  
11 frecvenței de excitație garantează creșterea probabilității de detecție în situații reale;  
12 - tehnica propusă de corecție a frecvenței cu temperatura permite stocarea datelor  
13 valide (perechea temperatură-frecvență) pentru substanțele de interes în baza de date a  
14 detectorului, pentru recunoașterea lor ulterioară;  
15 - sistemul de criterii de interpretare și decizie, aplicat semnalului de răspuns NQR  
16 pentru discriminare, conferă o probabilitate ridicată de detecție.

17 Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...6,  
18 care reprezintă:

19 - fig. 1, vedere schematică a detectorului mobil de detecție a substanțelor cu risc  
20 exploziv, a explozivilor și a drogurilor pe baza efectului rezonanței nucleare cuadripolare  
21 (NQR), conform invenției;

22 - fig. 2, vedere de ansamblu a detectorului mobil a substanțelor cu risc exploziv, a  
23 explozivilor și a drogurilor pe baza efectului rezonanței nucleare cuadripolare (NQR),  
24 conform invenției;

25 - fig. 3, schema unității centrale a detectorului mobil al substanțelor cu risc exploziv,  
26 a explozivilor și a drogurilor pe baza efectului rezonanței nucleare cuadripolare (NQR),  
27 conform invenției;

28 - fig. 4, organigrama metodei de detecție a substanțelor cu risc exploziv, a explozivilor  
29 și a drogurilor pe baza efectului rezonanței nucleare cuadripolare (NQR), conform invenției;

30 - fig. 5, secvența generică de aplicare a metodei de detecție;

31 - fig. 6 a, b, interfață utilizator.

32 Detectorul NQR mobil pentru detecția substanțelor cu risc exploziv, a explozivilor și  
33 a drogurilor este alcătuit dintr-o carcasă **15** cu dimensiuni de gabarit reduse, având o  
34 compartimentare specială în care se află unitatea centrală **UC**, la care se conectează o  
35 unitate **USPI** de stocare și prelucrare a datelor, și o interfață prevăzută cu o consolă pentru  
36 utilizator și cu un cap **CS1** de scanare a substanțelor explozive/droguri la nivelul picioarelor,  
37 respectiv un cap **CS2** de scanare a obiectelor suspecte din sol sau care nu pot fi deplasate.

38 Carcasa **15** este o incintă de ecranare pentru radiația electromagnetică în banda  
39 0,4...6 MHz construită pe un cadru din profile metalice. Aceasta este compusă din patru  
40 compartimente adiacente: compartimentul **A** al bobinei **1** de scanare, alăturat - pe același  
41 nivel un alt compartiment **A'** al condensatoarelor **CV1** și, respectiv, **CV2** variabile, un al  
42 treilea compartiment **B** al unității **UC** centrale cu sistemul **SPR** de procesare radio, un al  
43 patrulea compartiment **C** care include un sistem de recepție **3**, un amplificator de putere **AP**,  
44 o interfață de comandă a amplificatorului de putere **IAP**, o sursă de alimentare cu  
45 acumulatori **7**, un modul de încărcare a acumulatorilor **8**, două motoare **M1**, **M2** electrice  
46 prevăzute cu sisteme de transmisie cu pinion **13** și curea **14**, și o sursă de alimentare a  
47 motoarelor **M1**, **M2**.

# RO 131585 B1

Compartimentul **A** și compartimentul **A'** formează împreună un subansamblu unitar cu pereții alcătuiți din mai multe straturi de materiale diferite. De la interior spre exterior pereții sunt formați dintr-un strat de cauciuc cu grosimea de 3 mm, un strat de tablă de cupru cu grosimea de 3 mm, un strat de tablă de fier cu grosimea de 1,5 mm, poziționat la o distanță de 30 mm de stratul precedent, un strat de cauciuc gros de 3 mm, un strat de pâslă absorbantă conductivă și un strat de tablă de fier zincată cu grosimea de 0,3 mm. Pereții compartimentelor **B** și **C** sunt din tablă de fier groasă de 1,5 mm pe care se lipește pâslă absorbantă conductivă pe partea interioară, iar partea exterioară se acoperă cu vopsea alchidică.

Bobina **1** de scanare poate fi interschimbabilă cu bobine din aceeași categorie, dar cu caracteristici electrice diferite pentru scanarea picioarelor sau a unor obiecte suspecte care nu pot fi deplasate.

Unitatea **UC** centrală reprezintă partea principală a detectorului; aceasta are o construcție compactă și include toate modulele hardware și componentele software necesare funcționării detectorului conform metodei de detecție. Unitatea **UC** este alcătuită, cu referire la fig. 3, dintr-un sistem **SPR** de procesare radio care conține un generator **DDS** programabil de semnal de radiofrecvență ce transmite impulsuri de RF la un amplificator de putere **AP** cuplat cu o interfață **IAP** de comandă a câștigului și de achiziție a nivelului de semnal reflectat, un circuit **CA** de acord serie-paralel format dintr-o bobină spirală plană **L** prevăzută cu un miez central de ferită, și două condensatoare **CV1**, **CV2** variabile, acționate de motoarele electrice de tip pas-cu-pas **M1**, **M2** care sunt comandate de un modul **MAA** de acord și adaptare automată, prin intermediul unor interfețe de comandă în principiu cunoscute. Interfața **IAP** de comandă a câștigului și de achiziție a nivelului de semnal reflectat pentru controlul amplificatorului **AP** de RF este compusă dintr-un circuit programabil și un atenuator variabil, aceasta fiind comandată de programul de control al detectorului rezident în unitatea **USPI** de stocare, prelucrare și interfață. Semnalul de RF livrat de amplificatorul **AP** de putere se aplică circuitului de acord **CA** prin intermediul unui filtru **FTS-P** de putere și al unui circuit **CIZ** de protecție.

Partea de bază care intră în contact cu substanța (proba) este bobina **L** de radiofrecvență prin care se emite semnalul de excitație RF și se recepționează un semnal de răspuns **NQR**. Parametrii circuitului **CA** de acord sunt menținuți în limitele optime prin intermediul modulului **MAA** de acord și adaptare automată. Semnalul **NQR** reprezentând răspunsul substanței este achiziționat prin intermediul lanțului de recepție alcătuit dintr-un comutator **SW-R** de recepție, un amplificator **A1** de zgomot redus, un ansamblu de filtre **FTJ-FTS** și un amplificator **A2** final, fiind adus în parametri optimi pentru conversia digitală cu ajutorul blocului **DRM** de conversie digitală a semnalului radio și a prelucrării în cadrul blocului **NQR DSP** de comandă și prelucrare. Toate aceste elemente funcționale ale unității **UC** sunt comandate de modulul **USPI** pentru stocarea, procesarea semnalului și interfațarea cu utilizatorul. Acest modul se află la distanță și se conectează la o consolă de comunicație om-mașină. Unitatea **USPI** este constituită dintr-un sistem de calcul cu microprocesor în principiu cunoscut, pe care rulează un software care are ca funcții principale:

- prelucrarea datelor de la sistemul **SPR** de procesare radio cu algoritmul de bază pentru transformata Fourier rapidă **FFT**;
- evaluarea spectrului de frecvență cu patru criterii și combinarea acestora în filtrul **FTJ-FTS** logic de discriminare pentru prezența substanțelor de interes;
- gestionarea bazei **BD** de date cu substanțe și a interfeței grafice cu utilizatorul;

# RO 131585 B1

1 - comanda interfeței IAP de comandă a câștigului și de achiziție a nivelului de semnal  
reflectat pentru controlul amplificatorului de RF;

3 - corectarea frecvenței de scanare cu temperatura ambientală, prin modificarea  
parametrilor impulsurilor, folosind frecvențe purtătoare multiple care variază între limite  
5 prestabilite în jurul temperaturii date și o durată mai mare a impulsurilor.

- execuția unui program de aplicație care comandă secvența de scanare la **SPR**.

7 Este cunoscut faptul că frecvențele NQR variază cu temperatura substanțelor. Pe  
intervale de câteva grade, această variație este de regulă liniară. Fiecare substanță are în  
9 general un coeficient propriu de variație a frecvenței NQR cu temperatura, de regulă acesta  
fiind negativ. Pentru a crește probabilitatea de detecție, frecvența de scanare se corectează  
11 automat în funcție de temperatura ambientală măsurată în locul de staționare a bagajului și  
suplimentar prin modificarea compoziției de frecvență și a duratei impulsurilor. Astfel, se  
13 folosesc impulsuri mai lungi, cu frecvențe purtătoare multiple care variază între limite  
prestabilite (impulsuri „colorate”). În final, substanța scanată se identifică folosind un sistem  
15 de criterii combinate - de amplitudine, și spectrale - aplicate semnalului de răspuns.

Corecția frecvenței de lucru cu temperatura se realizează prin două metode: (1)  
17 măsurarea temperaturii ambientale cu un senzor, conversia digitală a valorii temperaturii,  
citirea acesteia în programul de aplicație ce comandă **SPR**, calculul frecvenței NQR folosind  
19 coeficientul de variație specific fiecărei substanțe de scanat și transmiterea valorii respective  
( $f_0$ ) la blocul de sinteză digitală a frecvenței **DDS**, respectiv (2) programul de aplicație va  
21 comanda impulsuri de RF cu o anumită durată ( $t_{TRF}$ ), pe parcursul căreia frecvența semnalului  
se va schimba crescător în 10 trepte într-un interval prestabilit  $\Delta f$  în jurul lui  $f_0$ , respectiv  
23  $f_0 \pm \Delta f/2$ . Identificarea substanței se face prin discriminarea în timp real a semnalului  
recepționat cu un set de patru criterii combinate, aplicat la răspunsul spectral obținut prin  
25 metoda FFT. Criteriile se raportează la caracteristicile semnalului recepționat, precum  
amplitudinea și poziția vârfului spectral maxim, poziția relativă a eventualelor vârfuri  
27 secundare și valoarea medie, impunând ca pozițiile și amplitudinile vârfurilor, respectiv  
media, să se încadreze în intervale numerice determinate în funcție de amplitudinea vârfului  
29 spectral maxim. Metoda de identificare constă în deosebirea spectrului semnalului  
recepționat de cel obținut în cazul unei scanări în care este prezentă altă substanță sau nu  
31 există substanța scanată aleasă de utilizator, situație în care se obțin numeroase vârfuri  
spectrale, cu amplitudini comparabile, care indică absența substanței scanate alese. Prin  
33 faptul că se raportează la caracteristicile semnalului recepționat și nu la caracteristici  
prestabilite (memorate în baza de date), criteriile oferă flexibilitate în discriminarea  
35 semnalului. Aceste criterii combinate joacă rolul unui filtru logic de discriminare care  
garantează o probabilitate de detecție ridicată și un procent foarte mic de alarme fals  
37 pozitive.

Baza de date a detectorului cuprinde substanțe ce pot fi detectate prin metoda NQR,  
39 de exemplu: substanțe/materiale explozive (RDX flegmatizat și neflegmatizat HITEX-M (C4);  
compoziție B; tetril; azotat de potasiu; pulberi negre; azotat de amoniu;) și droguri și  
41 substanțe toxice (heroină; paracetamol; azotit de sodiu).

Programul de prelucrare a datelor de la detectorul propriu-zis asigură detecția  
43 automată a substanțelor selectate și este descris de diagrama din fig. 4.

Afișarea rezultatului scanării, precum și comunicarea utilizatorului cu detectorul, se  
45 face prin intermediul consolei IC cu utilizatorul cu ajutorul unei interfețe grafice ce permite  
controlul procesului de detecție, vizualizarea istoricului scanărilor și editarea câmpurilor bazei  
47 de date. Interfața grafică are trei moduri de lucru:

- Operator - modul de lucru destinat personalului de deservire a echipamentului de  
49 detecție, folosind comenzi foarte simple de pornire/oprire a procesului de detecție, respectiv  
de selectare a uneia sau mai multor substanțe de interes (vezi fig. 6 a, b);

# RO 131585 B1

- Administrator - permite, în plus față de modul Operator, vizualizarea istoricului scanărilor;	1
- Mentenanță - permite, în plus față de modul Administrator, accesul (citire/scriere) la toate tabelele bazei de date (acest mod este dedicat exclusiv personalului care realizează mentenanța detectorului).	3 5
Capetele de scanare <b>CS1</b> și <b>CS2</b> pentru detecția substanțelor explozive/droguri la nivelul picioarelor, respectiv în obiectele suspecte care nu pot fi deplasate, se conectează la detectorul propriu-zis printr-un cablu scurt de radiofrecvență. Capul de scanare pentru picioare <b>CS1</b> este alcătuit dintr-o bobină plană montată într-o incintă ecranată prevăzută cu o fantă de acces pentru picior. Capul de scanare <b>CS2</b> pentru obiecte suspecte care nu pot fi deplasate este alcătuit dintr-o bobină plană introdusă într-o incintă de ecranare semideschisă prevăzută cu un mâner.	7 9 11
Metoda de detecție se bazează pe schema de impulsuri generică din fig. 5, care este generată de unitatea centrală <b>UC</b> pe baza datelor specifice pentru fiecare substanță de interes stocată în prealabil în baza de date <b>BD</b> a sistemului. Secvența de lucru a sistemului parcurge, în general, aceleași etape pentru oricare substanță, dar parametrii de lucru frecvență, durate, număr de scanări necesare și putere de RF necesară pentru excitație diferă de la substanță la substanță. Modul de lucru al detectorului este complet automat odată ce utilizatorul a selectat substanțele de interes. Căutarea substanțelor selectate se face în ordinea descrescătoare a frecvențelor de excitație, prin preluarea succesivă din baza de date <b>BD</b> a valorilor specifice pentru parametrii de detecție. Conform unui exemplu de realizare a invenției, metoda de detecție folosește următoarele valori specifice pentru detecția RDX și a materialelor explozive pe bază de RDX: frecvența de excitație NQR de bază $f_0 = 3,410$ MHz, corectată cu temperatura, intervalul prestabilit pentru corecția frecvenței în 10 trepte $\Delta f = 2$ KHz, durata impulsului de RF $T_{RF} = 130$ $\mu$ s, timpul de așteptare pentru achiziție $T_{delay} = 175$ $\mu$ s, timpul de achiziție $T_{acq} = 350$ $\mu$ s, timpul dintre impulsurile de RF $T_{impulsuri} = 600$ $\mu$ s, timpul efectiv de așteptare până la emiterea următorului impuls se calculează cu relația $T_{wait} = T_{impulsuri} - T_{acq} - T_{delay} - T_{RF} - 4$ $\mu$ s, numărul de impulsuri în secvența de scanare $n = 20$ , numărul de secvențe de scanare aplicate $k = 100$ , durata dintre secvențe $T_{rep} \geq T_1$ , unde $T_1 = 13$ ms. <b>USPI</b> comandă, la interfața <b>IAP</b> a amplificatorului de putere <b>AP</b> , un nivel de putere al impulsului de RF de 30 W și regimul de întrerupere a amplificării prin funcția „Mute”, astfel încât amplificarea să fie tăiată periodic pe întreaga durată de așteptare $T_{wait}$ . Pe durata destinată achiziției de date $T_{acq}$ blocul <b>NQR DSP</b> comandă o fereastră de recepție prin închiderea comutatorului <b>SW_R</b> cu un semnal TTL, permițând astfel semnalului de răspuns să fie amplificat în banda de frecvență de interes cu lanțul de amplificare <b>A1</b> , filtrare <b>FTJ-FTS</b> , respectiv amplificare <b>A2</b> , rezultând un semnal RF, recepție care intră în <b>SPR</b> prin modulul <b>DRM</b> , unde este convertit în date. Datele achiziționate succesiv conform secvenței de detecție se mediază pentru eliminarea zgomotului și rezultatul final se supune unui proces de demodulare în cuadratura cu separarea componentelor reală, respectiv imaginară, <b>DRM</b> . Semnalul demodulat complex este transformat din domeniul timp în domeniul frecvență cu algoritmul transformatei Fourier rapide (FFT). Semnalul în frecvență este supus analizei cu sistemul de patru criterii pentru discriminarea prezentei substanței de interes.	13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43

# RO 131585 B1

## Revendicări

1  
3 1. Metodă pentru detecția substanțelor cu risc exploziv, a explozivilor și a drogurilor, **caracterizată prin aceea că** include următoarele etape:

5 - măsurarea temperaturii ambientale cu un senzor;  
7 - conversia digitală a valorii temperaturii și citirea acesteia în programul de aplicație ce comandă sistemul (SPR) de procesare radio;

9 - calculul frecvenței NQR folosind coeficientul de variație specific fiecărei substanțe de scanat și transmiterea valorii respective  $f_0$  la un generator (DDS) programabil de semnal de radiofrecvență;

11 - comanda, prin programul de aplicație, a unor impulsuri de RF cu o anumită durată  $T_{RF}$ , pe parcursul căreia frecvența semnalului se va schimba crescător în 10 trepte într-un interval prestabilit  $\Delta f$  în jurul lui  $f_0$ , respectiv  $f_0 \pm \Delta f/2$ ;

13 - identificarea substanței prin discriminarea în timp real a semnalului recepționat cu un set de patru criterii combinate aplicat la răspunsul spectral obținut prin metoda transformatei Fourier rapide FFT.

17 2. Metodă de detecție, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** cele patru criterii se raportează la caracteristicile semnalului recepționat, precum amplitudinea și poziția vârfului spectral maxim, poziția relativă a eventualelor vârfuri secundare și valoarea medie, impunând ca pozițiile și amplitudinile vârfurilor, respectiv media, să se încadreze în intervale numerice determinate în funcție de amplitudinea vârfului spectral maxim.

21 3. Metodă de detecție, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** se folosesc următoarele valori specifice pentru detecția RDX și a materialelor explozive pe bază de RDX:

25 - frecvența de excitație NQR de bază  $f_0 = 3,410$  MHz corectată cu temperatura intervalul prestabilit pentru corecția frecvenței în 10 trepte  $\Delta f = 2$  KHz;

27 - durata impulsului de RF  $T_{RF} = 130$   $\mu$ s;

29 - timpul de așteptare pentru achiziție  $T_{delay} = 175$   $\mu$ s;

31 - timpul de achiziție  $T_{acq} = 350$   $\mu$ s;

33 - timpul dintre impulsurile de RF  $T_{impulsuri} = 600$   $\mu$ s;

35 - timpul efectiv de așteptare până la emiterea următorului impuls se calculează CU relația  $T_{wait} = T_{impulsuri} + T_{acq} + T_{delay} + T_{RF} - 4$   $\mu$ s;

37 - numărul de impulsuri în secvența de scanare  $n = 20$ ;

39 - numărul de secvențe de scanare aplicate  $k = 100$ , durata dintre secvențe  $T_{rep} \geq T_1$ , unde  $T_1 = 13$  ms.

41 4. Metodă de detecție, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** unitatea (USPI) comandă, la interfața (IAP) a amplificatorului de putere (AP), un nivel de putere al impulsului de RF de 30 W și regimul de întrerupere a amplificării prin funcția „Mute”, astfel încât amplificarea să fie tăiată periodic pe întreaga durată de așteptare  $T_{wait}$ , pe durata destinată achiziției de date  $T_{acq}$ , blocul (NQR DSP) de comandă și prelucrare comandă o fereastră de recepție prin închiderea unui comutator (SW\_R) cu un semnal TTL, permițând astfel semnalului de răspuns să fie amplificat în bandă de frecvență de interes cu un lanț de amplificare, filtrare, respectiv amplificare, rezultând un semnal RF recepție care intră în sistemul de procesare printr-un bloc de conversie digitală a semnalului radio unde este convertit în date.

47 5. Metodă de detecție, conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** datele achiziționate succesiv conform secvenței de detecție se mediază pentru eliminarea zgomotului și rezultatul final se supune unui proces de demodulare în cuadratură cu separarea componentelor reală, respectiv imaginară, semnalul demodulat complex fiind transformat din domeniul timp în domeniul frecvență cu algoritmul transformatei Fourier rapide (FFT) și supus analizei cu sistemul de patru criterii pentru discriminarea prezenței substanței de interes.



(51) Int.Cl.  
G01R 33/44 (2006.01);  
G01N 24/08 (2006.01);  
G01N 3/14 (2006.01)

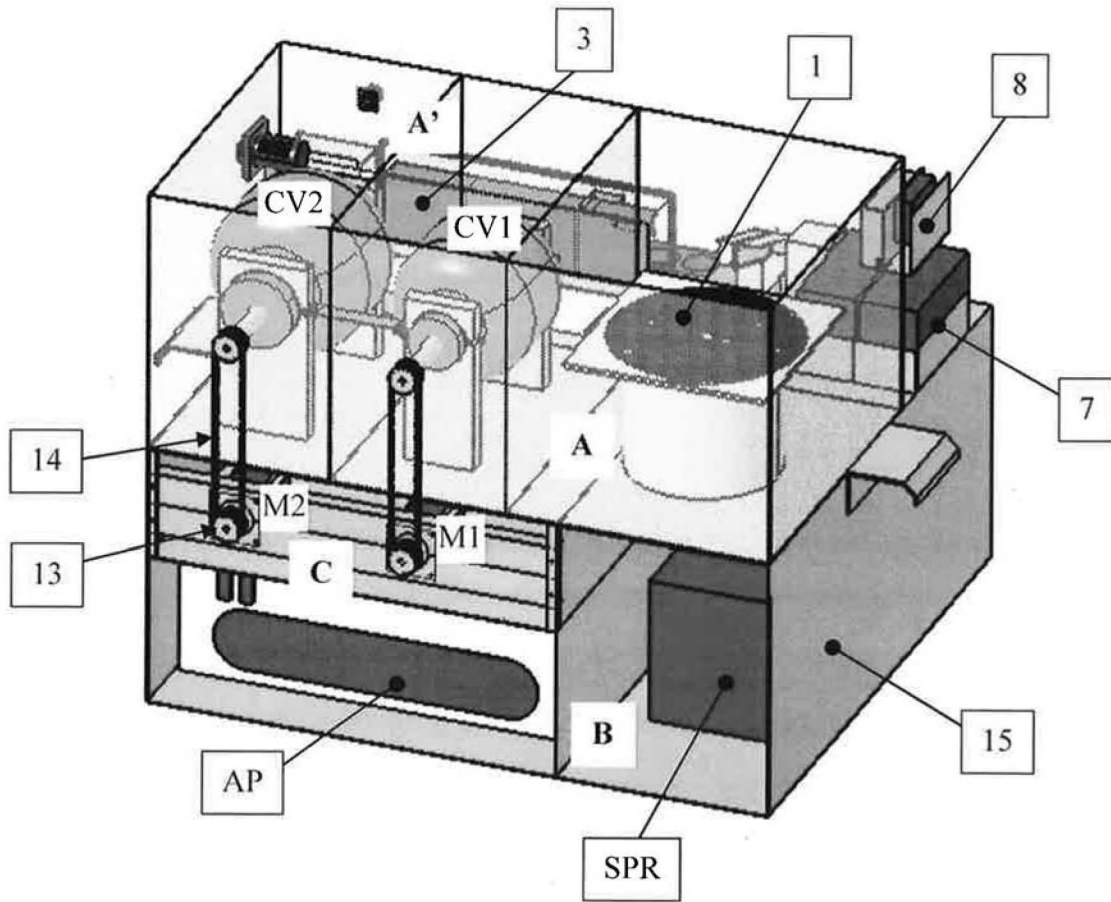


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01R 33/44 (2006.01);

G01N 24/08 (2006.01);

G01N 3/14 (2006.01)

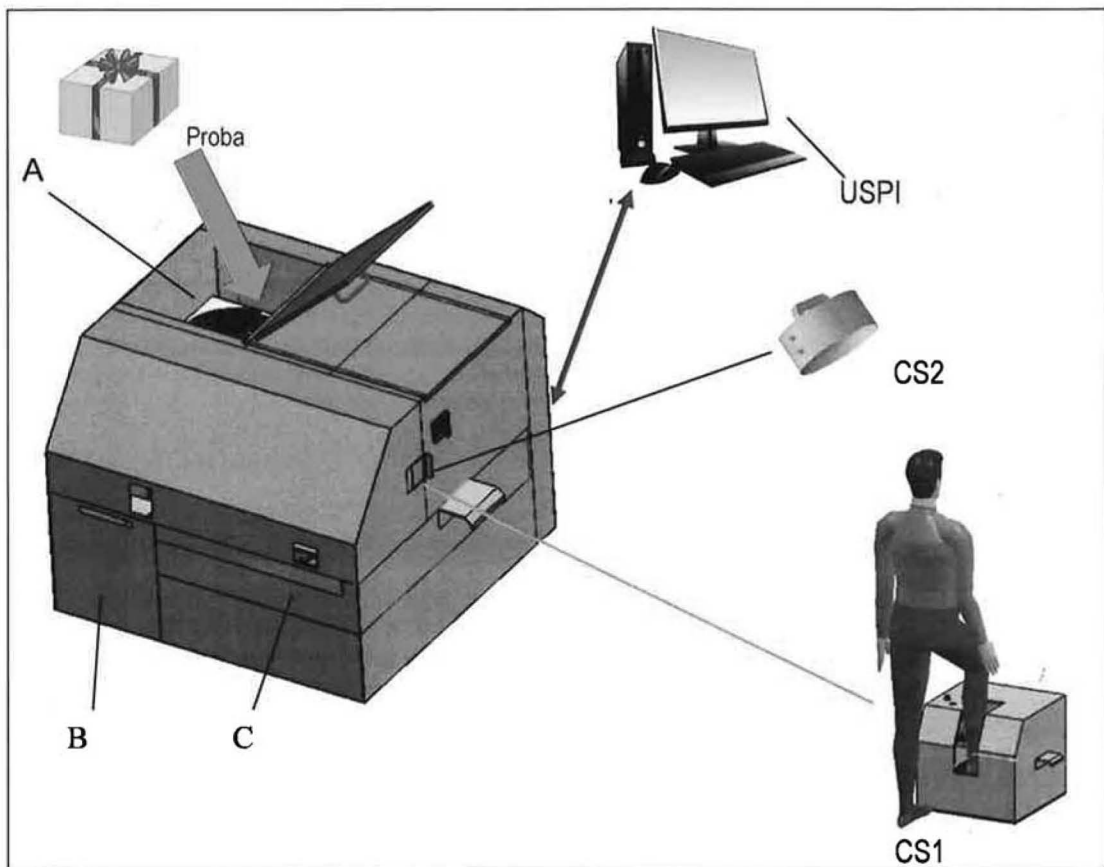


Fig. 2

# RO 131585 B1

(51) Int.Cl.

G01R 33/44 (2006.01);

G01N 24/08 (2006.01);

G01N 3/14 (2006.01)

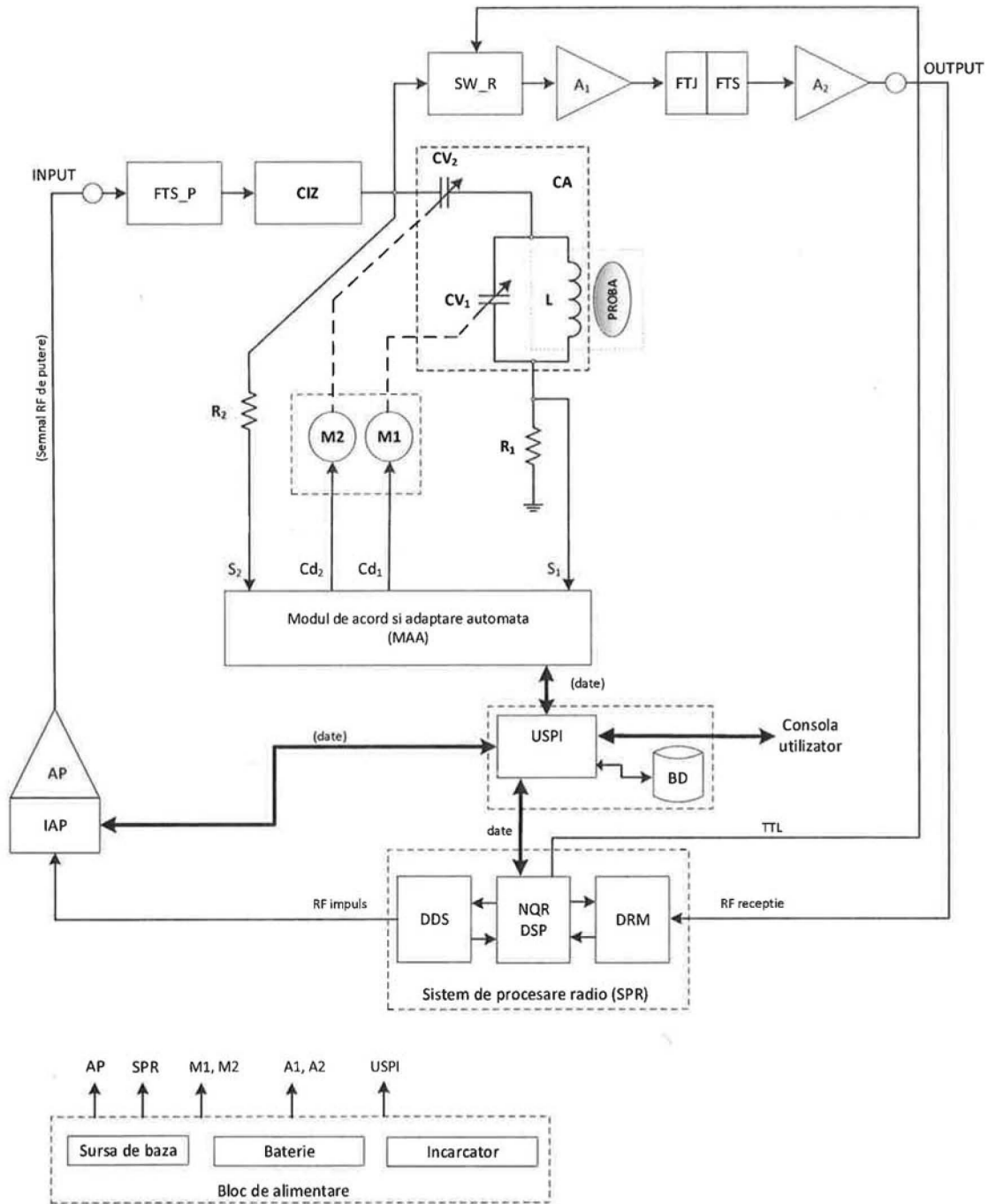


Fig. 3

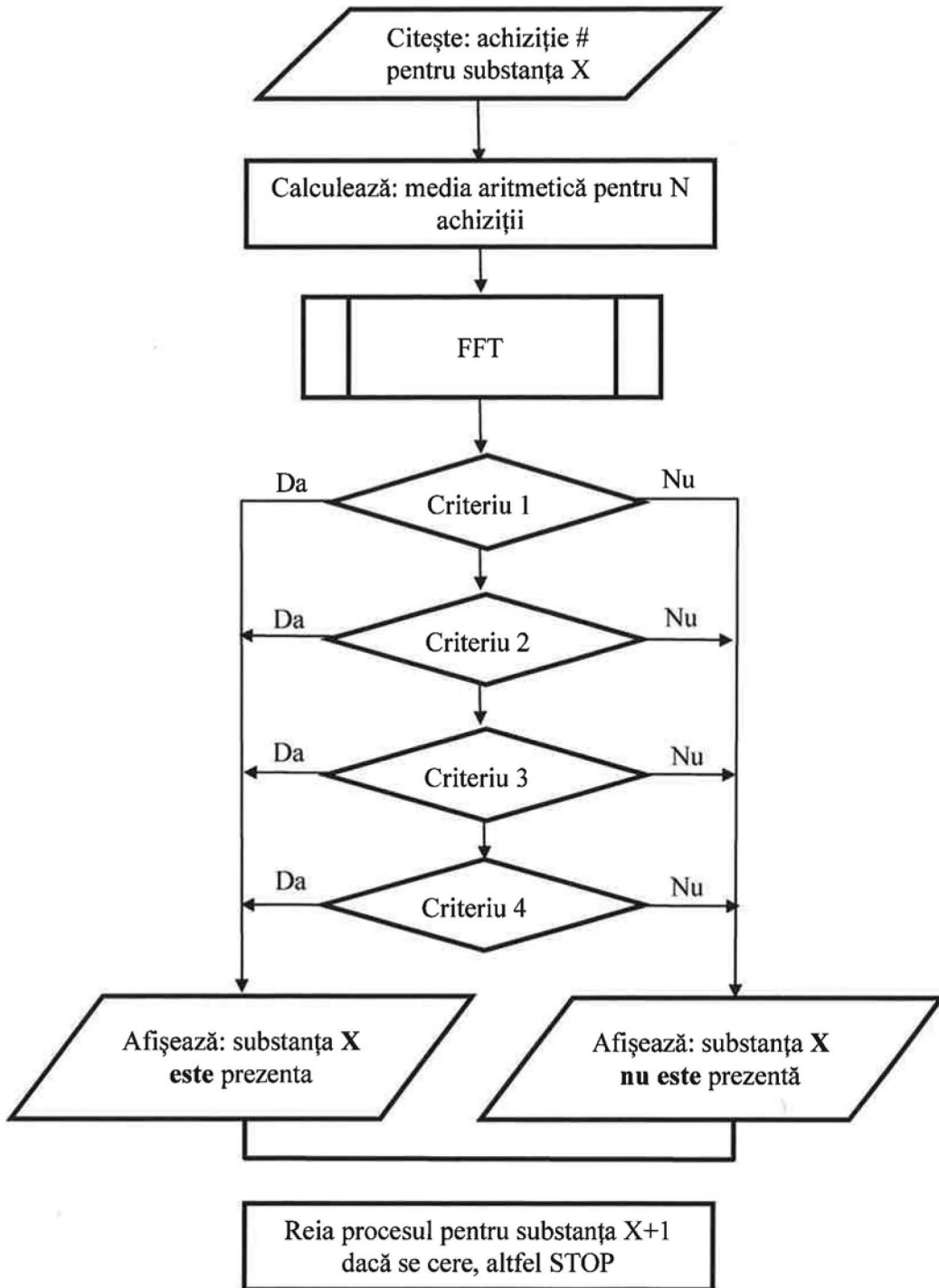


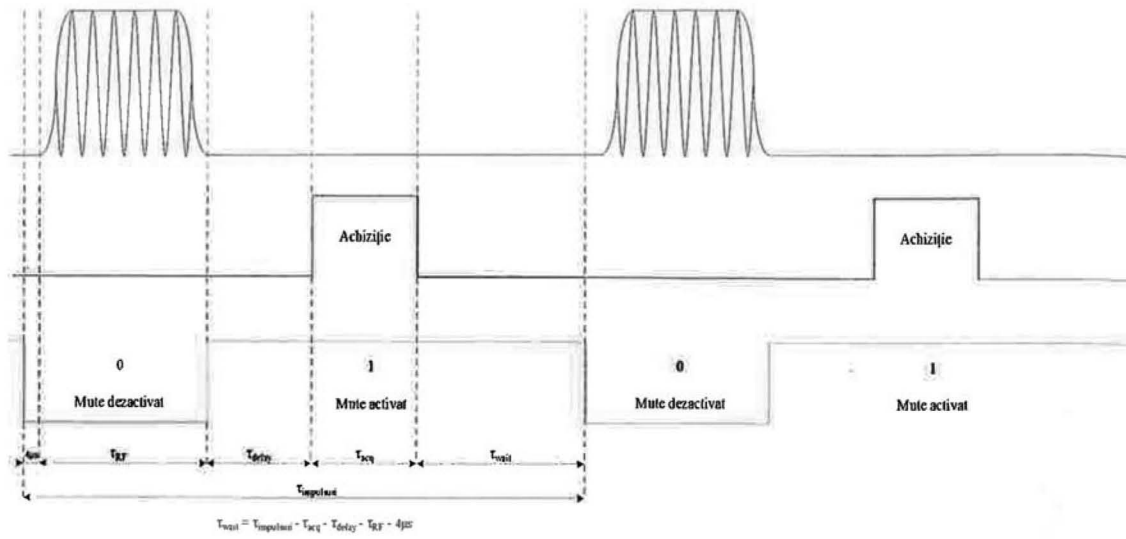
Fig. 4

(51) Int.Cl.

**G01R 33/44** (2006.01);

**G01N 24/08** (2006.01);

**G01N 3/14** (2006.01)



**Fig. 5**

(51) Int.Cl.

G01R 33/44 (2006.01);

G01N 24/08 (2006.01);

G01N 3/14 (2006.01)



(a) Ecranul interfeței utilizator în cazul unui rezultat pozitiv



(b) Ecranul interfeței utilizator în cazul unui rezultat negativ

Fig. 6

