



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00623

(22) Data de depozit: 11/10/2022

(41) Data publicării cererii:
28/02/2023 BOPI nr. 2/2023

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE
TURBOMOTOARE - COMOTI,
BD.IULIU MANIU NR.220 D, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• CRISTEA LUCIAN LAURENȚIU,
STR.BĂRĂGANULUI 29A,
POPEȘTI-LEORDENI, IF, RO;
• DEACONU MARIUS,
STR.GENERAL IOAN CULCER, NR.62,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PLATFORMĂ AERIANĂ DE DETECȚIE ȘI LOCALIZARE A EXPLOZIILOR SAU A ALTOR SURSE ACUSTICE TERESTRE ȘI AERIENE, MILITARE SAU CIVILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă aeriană de detecție și localizare a exploziilor sau a altor surse acustice terestre și aeriene, militare sau civile. Platforma, conform invenției este constituită dintr-un balon (100) umplut cu heliu sau alte alternative, pe suprafața căruia este aplicată continuu, printr-o singură trecere, o fibră (101) optică continuă, cu elemente de grile Bragg de bandă largă ca elemente acustic aplicate pe balon (100) care își continuă înfășurarea printr-un modul (102) giroscopic de tip Sagnac care permite stabilirea orientării balonului (100), un modul (103) de detecție care este situat la sol și este compus dintr-o sursă (105) laser de bandă îngustă generatoare de impulsuri de coerență înaltă modulate în timp la nanosecunde, un amplificator (106) acusto-optic cu rol de modulador și amplificator optic, un sistem (112) de achiziție, filtrat și digitizat care preia semnalul și un computer (113) care prelucrează informațiile.

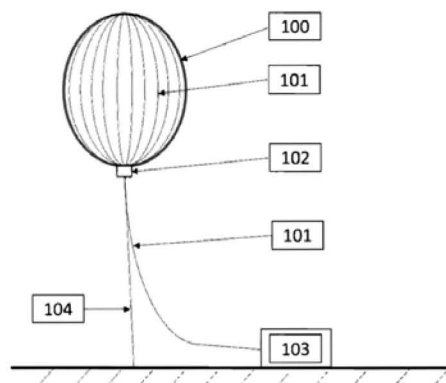


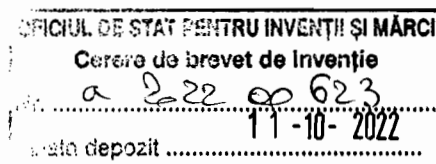
Fig. 1

Revendicări: 1

Figuri: 6

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).





PLATFORMĂ AERIANĂ DE DETECTIE ȘI LOCALIZARE A EXPLOZIILOR SAU A ALTOR SURSE ACUSTICE TERESTRE SI AERIENE, MILITARE SAU CIVILE

Invenția se referă la o platformă aeriană de detecție și localizare a exploziilor sau a altor surse acustice terestre și aeriene, militare sau civile.

Sistemele de detecție a surselor sonore utilizate până acum, sunt în general platforme aeriene, care utilizează surse de curent ca mijloc de operare a senzorilor și a modulelor de prelucrare și transmitere a datelor la sol. Acestea sunt sisteme precise de detecție și localizare a surselor acustice, dar, în același timp, sunt sensibile la acțiunea factorilor atmosferici, în special a încărcărilor electro-magnetice din atmosferă sau de la sol (impulsuri electro-magnetice). Prin comparație, sistemul prezentat în această cerere de brevet este unul imun la astfel de interferențe datorită faptului că utilizează ca mediu de detecție și de transmisie a informației legate de parametrii acustici impulsuri de lumină, inerte electromagnetic, oferind în schimb rezultate similare din punctul de vedere al detecției surselor sonore.

Au fost utilizate platforme aeriene ca suport pentru ridicarea senzorilor în aer, dar echipamentele utilizate au fost doar electronice și astfel susceptibile a fi influențate sau deteriorate de undele electromagnetice. Sisteme de detecție a tragerilor și exploziilor au fost aplicate utilizând senzori distribuiți pe suprafețe de teren extinse.

Se cunoaște un sistem optic de comunicație folosind un balon legat de mare altitudine, conform documentului **US 7046934 B2**. În acest document se prezintă un sistem de comunicații optice care utilizează un balon legat la altitudine mare pentru comunicații cu viteză mare de date între instrumente de la sol și cele din spațiu sau de la altitudine mare.

Se cunoaște un sistem și metodă de localizare acusto-optică a armelor conform documentului **US 5970024 A**. În acest document se prezintă un sistem ce cuprinde un modul acustic de localizare a armelor pentru determinarea locației focului de la arme ostile și unul optic de detectare pentru detectarea energiei unei a doua frecvențe care provine din focul de arme ostil menționat, modul pentru transmiterea datelor care descrie locația focului de arme ostil menționate; și unul de procesare cuplate la mijloacele de detectare acustice și optice menționate.

Se cunoaște o platformă pentru utilizări multiple în stratosfera, conform documentului **WO 2015152897 A1**. În acest document se prezintă niște aparate și niște metode pentru plasarea unei platforme mari, rigide, plutitoare în stratosfera joasă a atmosferei terestre, la o altitudine de aproximativ 20 km, deasupra norilor, umidității, prafului și vântului. Platforma poate servi mai multor utilizări, fie individual, fie în orice combinație. Aceste utilizări includ comunicații radio și luminoase neîntrerupte, radare și observare optică, inclusiv radare foarte puternice și generarea de energie electrică solară.

Se mai cunosc niște sisteme și aplicații ale platformelor mai ușoare decât aerul (LTA), conform documentului **US 9632503 B2**. În acest document se prezintă niște sisteme și metode de operare a sistemelor, care cuprinde o platformă aeropurtată cuprinzând un balon fără pilot; o sarcină utilă care este separată de balonul fără pilot; un transceiver; primul și al doilea dispozitiv de determinare a zborului; cel puțin două surse de alimentare separate pentru primul și al doilea dispozitiv de terminare a zborului; un senzor; un procesor; o pompă; o supapă; și o legătură care, atunci când este spartă, separă balonul fără pilot și sarcina utilă.

Se cunoaște un sistem de balon de identificare a locației, conform documentului **US 6164239 A**. În acest document se prezintă un sistem (balon) de identificare a locației pentru utilizare de către persoanele aflate în drumeții și pierdute sau rănite și altele asemenea, care include un balon umplut cu heliu care este asigurat cu o prindere și lăsat să plutească pentru a permite unui avion de căutare sau un elicopter să localizeze cu ușurință o persoană dispărută.

Se cunoaște o antenă balon, conform documentului **US 7224322 B1**. În acest document se prezintă o antenă balon cu rețea în faze având o membrană interioară cuplată la o membrană exterioară și o antenă cu rețea în faze conectată la o membrană interioară. Antena cu matrice fază transmite o energie către un film reflectorizant de pe membrana exterioară, reflectând energia spre exterior și iluminând o zonă mai mică decât cea iluminată doar de matricea fază.

Se mai cunoaște o platformă plutitoare de detectare la altitudine joasă, conform documentului **CN 104309795 A**. În acest document se prezintă o platformă plutitoare de detectare la joasă altitudine ce cuprinde un balon, un radar cu deschidere sintetică, un echipament optic, un sistem de cabină de lucru, un sistem de alimentare, un sistem de control al zborului; balonul utilizat pentru furnizarea forței de plutire cuprinde un balon principal și un balon auxiliar; radarul cu deschidere sintetică este utilizat pentru detectarea solului; echipamentul optic este utilizat pentru monitorizarea solului; sistemul de cabină de lucru este dispus în partea de jos

a balonului și cuprinde o primă platformă de montare; radarul cu deschidere sintetică și echipamentul optic sunt montate pe prima platformă de montare; sistemul de alimentare furnizează energie pentru platforma plutitoare; sistemul de control al zborului este utilizat pentru controlul zborului; sistemul de control al zborului și sistemul de alimentare sunt dispuse pe a doua platformă de montare; sistemul de aripioare de coadă este utilizat pentru controlul ascensiunii, coborârii și întoarcerii platformei plutitoare; sistemul de control al zborului este conectat cu radarul cu deschidere sintetică, echipamentul optic, sistemul de alimentare și sistemul de aripioare de coadă. Platforma plutitoare de detectare la altitudine joasă are avantajele că mijloacele de detectare sunt mai cuprinzătoare, operarea este mai cuprinzătoare, utilizarea este mai sigură și detectarea pozițiilor și a căilor poate fi corectată în timp real.

Se mai cunoaște un sistem inteligent de monitorizare și metodă de monitorizare a poluării atmosferice, conform documentului **CN 114720210 A**. În acest document se prezintă un sistem inteligent de monitorizare a poluării atmosferice și o metodă de monitorizare și se referă în special la domeniul tehnic al monitorizării atmosferice.

Se cunoaște o metoda de atașare a construcției radarului cu vedere circulară a baloanelor, conform documentului **RU 2652512 C1**. În acest document se prezintă o metoda de construire a radarului cu vedere circulară. Pentru a construi o stație radar, plasând radarul în carcasa plină cu gaz a unui balon de legătura, antrenând antena radar într-o rotație continuă în jurul axei articulației radiale radar cu platforma portantă a balonului, formând volanta pendulului giroscopic, determinând creșterea unghiului de rezemare, în funcție de citirile goniometrului laser conectat la antenă, determinând originea sistemului de coordonate prin măsurători episodice ale direcției obiectului de sol cu coordonate cunoscute în raport cu coordonatele balonului.

Se mai cunosc niște sisteme și metode pentru detectarea locațiilor trăgătorilor dintr-o aeronavă, conform documentului **US 8437223 B2**. Sistemele și metodele descrise în această invenție se referă la un sistem de detectare aeropurtat a trăgătorilor, având o mulțime de senzori cuplați la corpul unei aeronave, cum ar fi un elicopter. Sistemul include cel puțin cinci senzori configurați și aranjați pentru a dezambiguiza locația unui trăgător. Măsurând timpii de sosire a undelor de șoc ale proiectilelor la fiecare dintre senzori și determinând diferențele de timpi de sosire între senzori, sistemele și metodele pot determina locația uneia sau mai multor surse de proiectile.

Se mai cunoaște o metodă de detectarea a unei traiectorii a unui proiectil supersonic care este realizată prin semnale acustice de detectare, conform documentului **US 11294022 B2**. Din aceste semnale de detecție acustică, pot fi derivate două sau mai multe estimări ale traiectoriei derivate din undele de șoc. Mai mult, poate fi estimată traiectoria derivată din tragere, din care poate fi efectuată dezambiguizarea estimărilor de traiectorie derivate din unde de șoc.

Se cunoaște un sistem de tip rețea de senzori cu matrice acustică pentru poziționarea locației unei explozii, conform documentului **CN 102215603 A**. Acest document face referire la un sistem de tip rețea de matrice acustică pentru poziționarea unui punct de explozie, care cuprinde cel puțin două noduri de senzori de matrice acustică. Nodurile senzorilor matricei acustice sunt plasate în apropierea unui container care poate exploda și formează o rețea auto-organizată; nodurile senzorilor de rețea acustică sunt utilizate pentru achiziționarea informațiilor de azimut a punctului de explozie și trimiterea informațiilor de azimut către un terminal de monitorizare; iar terminalul de monitorizare fuzionează datele primite de la fiecare nod senzor al matricei acustice pentru a obține informațiile de poziție ale punctului de explozie. Sistemul de rețea cu matrice acustică furnizat de invenție poate fi utilizat pentru detectarea și poziționarea rapidă a locației unei explozii.

Sistemele cu senzori acustici distribuiți (Distributed Acoustic Sensing - DAS) au fost studiate și aplicate în monitorizarea infrastructurilor critice sau a sănătății structurilor civile (poduri, conducte, baraje, căi ferate clădiri, etc.) datorită multiplelor avantaje ale măsurării distribuite, cum ar fi, dimensiuni reduse ale elementelor de detecție, posibilitatea de a acoperi lungimi de măsurare foarte mari, răspuns în frecvențe de banda largă (de ordinul MHz), sensibilitate ridicată sau imunitate la influența undelor electromagnetice.

Senzorii acustici sunt utilizați în industriile de apărare ca parte a soluțiilor cu senzori distribuiți pentru detectarea pe suprafețe mari, nesupravegheat, a surselor de zgomot, în special a celor de tip impuls datorate tragerilor militare sau a detonării munițiilor. Comparativ cu alte sisteme de detecție, senzorii acustici au multe avantaje cum ar fi, omnidirecționalitatea, posibilitatea de a fi ascunși cu ușurință, sunt pasivi, au un cost redus, un consum de asemenea redus, greutate și dimensiuni reduse. Aceștia permit detectarea, localizarea, clasificarea și urmărirea unei surse acustice. Militar, pot fi utilizați pentru detectarea surselor terestre de zgomot cvasi-aleator continuu (tancuri, camioane, diferite vehicule blindate, etc.) sau aeriene (drone, elicoptere, etc.) sau a celor de tip impuls (trageri de artilerie, mortiere, mitraliere, puști cu

lunetă, etc.). De asemenea, senzorii acustici fac posibilă determinarea cadenței de tragere a artileriei și o estimare a traiectoriei proiectilelor artileriei grele. În aplicații civile, senzorii acustici sunt utilizați în aplicații meteorologice sau pentru identificarea persoanelor pierdute în timpul drumețiilor prin zone greu accesibile.

Semnalul acustic este foarte dependent de condițiile atmosferice, atât pentru sursele de la sol, cât și pentru cele aeriene. Având în vedere faptul că propagarea sunetului se face în aer, detecția acustică este influențată de condițiile atmosferice, cum ar fi direcția și viteza vântului sau temperatura. Absorbția sonoră a terenului, prezența vegetației sau variațiile în înălțime ale terenului sunt alți factori care influențează propagarea sunetului.

Prin urmare, utilizarea balonului ca platformă purtătoare de senzori, comparativ cu sistemele terestre prezintă avantajul unei detecții sonore directe, fără obstacole construite sau de vegetație și fără influența negativă a variațiilor de înălțime a solului.

Prezenta invenție se referă la un sistem de identificare și monitorizare a surselor acustice situate la sol sau în aer, utilizând un balon cu heliu de joasă sau medie altitudine, menținut într-o poziție cvasi-staționară, care operează ca un senzor de semnal sonor și de identificare a locației sursei. Identificarea locației unei surse acustice se realizează prin triangularea semnalului provenit de la locațiile diferite ale elementelor sensibile plasate pe suprafața balonului și care acționează ca niște senzori acustici.

Avantajul acestui sistem constă în faptul că este inert la acțiunea factorilor atmosferici, fibra optică care operează ca un senzor acustic fiind imună la influența undelor electromagnetice prezente în atmosferă. Faptul că la nivelul platformei aeriene nu există componente electrice sau electronice, face ca funcționarea acestuia să nu poată fi influențată de fenomene electromagnetice atmosferice sau induse eventual de un posibil inamic. Sistemul poate avea ca scop și activități de identificare și monitorizare meteorologică, activități civile de salvare de persoane sau activități militare de identificare a surselor acustice de la sol și din aer.

Sistemul de detecție acustică este completat cu unul de identificare a direcției geografice pentru a se putea face corelarea orientării balonului cu sursa acustică, în condițiile de operare variabile generate de factorii atmosferici, în special de vânt. Acest lucru se realizează utilizând efectul Sagnac prin fibra optică, iar pentru acest lucru este folosită aceeași linie de fibră optică.

Comparativ cu sisteme similare de detecție acustică prin platforme aeriene (baloane), care sunt purtătoare ale echipamentelor electronice și astfel existând pericolul de a fi deteriorate sau

pierdute, sistemul propus este purtător doar al elementelor sensibile de fibră optică, astfel că o eventuală defectare, pierdere sau deteriorare este mai puțin probabila și suferă costuri semnificativ mai reduse.

Tehnologia Distributed Acoustic Sensing - DAS se bazează pe tehnica reflectometriei optice în domeniul timpului sensibil la fază (ϕ -OTDR). Impulsuri laser coerente sunt lansate în fibră pentru a monitoriza modificările în timp a retrodispersiei Rayleigh rezultate. Modificările dinamice de deformare a suportului fizic conduc la deplasări mici ale elementelor de împrăștiere/dispersie și, prin urmare, la variații ale fazelor relative ale fotonilor retrodispersați. Fibra căreia i s-au aplicat elemente sensibile FBG (Fiber Bragg Gratings) se comportă ca o serie de interferometre a căror răspuns este sensibil la mici modificări ale deformării existente în acestea.

Avantajul utilizării unui sistem de detecție acustică ce utilizează senzori prin fibră optică, comparativ cu sistemele similare electrice/electronice, este faptul că nu prezintă o sensibilitate la condițiile atmosferice, fiind inert din punctul de vedere al influențelor câmpului electromagnetic natural sau produs artificial (impulsuri electromagnetice utilizate ca arme). Totodată, un astfel de sistem oferă posibilitatea unei detecții omnidirecționale, detectarea de surse situate dincolo de linia de observație directă, fiind un sistem pasiv și care utilizează surse reduse de curent. Prin utilizarea sistemului se oferă avantajul detectării direcției surselor acustice, estimării locației și a unei posibile clasificări ulterioare a acestora. Se pot astfel identifica surse acustice de tip impuls, cum ar fi tragerile de artilerie, mortiere sau rachete, sau surse de tip cvasialeatoare, cum sunt cele generate de motoarele vehiculelor militare aflate în mișcare. De asemenea, se poate indica frecvența tragerilor de artilerie. Având incorporați un număr mare de senzori, sistemul oferă o rezoluție crescută a detecției acustice. Prin faptul că elementele sensibile sunt aplicate pe circumferința balonului, iar acesta este ridicat la înălțime, efectul de atenuare acustică al solului este redus. De asemenea sunt reduse și alte fenomene care influențează propagarea undelor acustice, cum ar fi dispersia și difuzia elementelor de vegetația sau variația de înălțime a solului (Figura 6).

Prin identificarea atât a tragerii de artilerie, cât și a exploziei proiectilelor, face posibil ca sistemul să poată oferi date pentru estimarea traiectoriei acestora și clasificarea tipului de proiectil/armament din caracterul acustic temporal și spectral al tragerii. Nu în ultimul rând,

posibilitatea de a se defecta a platformei aeriene este minimă, comparativ cu platformele purtătoare de echipamente electronice, iar costul de producție și întreținere este tot unul redus.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1...6.

Platforma aeriană de detecție și localizare a exploziilor sau a altor surse acustice terestre și aeriene, militare sau civile, conform invenției și așa cum se poate observa și din cadrul fig.1, este alcătuită dintr-un balon **100** umplut cu heliu sau alternative, pe suprafața căruia este aplicată continuu, printr-o singură trecere, o fibră optică **101**, cu inserții FBG ca element de detecție. Fibra optică își continuă înfășurarea, așa cum se poate observa din cadrul fig.2 printr-un modul giroscopic de tip Sagnac **102** care permite stabilirea orientării balonului și în final este conectată la modulul de detecție, care este și generatorul de impulsuri optice **103**, situat la sol.

Balonul **100** este legat la sol printr-un cablu **104**, care permite păstrarea și estimarea poziției balonului și readucerea acestuia la sol. Acesta poate fi ridicat în aer de la câțiva zeci de metri, până la câteva sute de metri, pentru a fi eficient în detectarea surselor terestre, sau chiar la mii de metri, pentru cele aeriene. De asemenea, balonul **100** poate avea mărimi diferite, de la câțiva metri până la zeci de metri, în funcție de suprafața care se dorește a fi acoperită și de precizia de determinare în domeniul de frecvențe. Astfel, pentru semnale ce conțin un spectru de frecvențe cât mai joase, este necesar un balon cu diametru mai mare.

Sistemul de detecție acustică prin fibră optică DAS (Distributed Acoustic Sensing) utilizează o rețea Bragg FBG (Fiber Bragg Grating) ce folosește principiul reflectometriei optice în domeniul temporal, sensibil la fază Φ -OTDR (Phase-sensitive Optical Time-Domain Reflectometry). Modulul Φ -OTDR injectează o serie de impulsuri optice în fibră și extrage, din același capăt al fibrei, lumina împrăștiată (retrodispersie Rayleigh) sau reflectată înapoi, din diverse locații de-a lungul fibrei. Lumina împrăștiată sau reflectată este receptată înapoi și este utilizată pentru a caracteriza parametrii acustici din fibra optică. Caracteristicile impulsurilor de colectate sunt măsurate și integrate în funcție de timp.

Sistemul de detecție Φ -OTDR (**Error! Reference source not found.**) este compus dintr-o sursă laser de bandă îngustă **105** generatoare de impulsuri de coerență înaltă modulate în timp la nanosecunde, un amplificator acusto-optic **106** ce are rol de modulator și amplificator optic. Controlul și compensarea de fază se realizează printr-un sistem **115**. Un al doilea amplificator optic **107** (Erbium-doped fiber amplifier) amplifică suplimentar impulsurile optice care au pierdut din putere și care sunt trimise prin fibra optică. Acestea trec prin niște zonele sensibile

108 FBG, iar impulsurile reflectate de acestea datorită micro-deformațiilor stratului suport se întorc înapoi, trec printr-un circulator **109** unde interferează cu semnalul generat inițial într-un cuplaj **110** și colectat de o fotodiodă **111** care transformă semnalul optic într-unul electric.

Ulterior, semnalul este preluat de un sistem de achiziție **112**, filtrat și digitizat, iar informațiile sunt prelucrate de un computer **113**. Unitatea de calcul controlează și modulul de control al impulsurilor **114**. Numărul de elemente sensibile FBG influențează sensibilitatea de detecție a semnalelor. Acest număr este restricționat de dimensiunea balonului și de frecvența de generare și de achiziție a trenurilor de impulsuri optice.

Fibra optică trece inițial prin modulul giroscopic de tip Sagnac **102** (Figura 4) cuplat la partea inferioară a balonului și care are scopul de a determina poziția unghiulară a acestuia față de o referință. Lumina incidentă generată în fibra optică este divizată în două impulsuri care ajung la înfășurarea giroscopului, unul în sensul acelor de ceasornic (CW) și celălalt în sens invers acelor de ceasornic (CCW) și care se propagă de-a lungul buclei de fibră optică, ajungând într-un cuplaj optic 50:50, unde impulsurile interferează. Când apare o modificare a poziției unghiulare a balonului, apare și o schimbare de fază între cele două impulsuri. După demodulare de către fotodetector, șirul de date ce descrie modificarea în intensitatea luminii, redă prin urmare și unghiul față de referință.

După ce părăsește modulul giroscopic, trenul de impulsuri ajunge, succesiv, la elementele sensibile **108**, distribuite circular pe balon, în locații cunoscute, conform Figura 5, astfel încât să acopere toate direcțiile ce converg omnidirecțional pe suprafața balonului. Astfel, un tren de impulsuri optice parcurge succesiv toate elementele sensibile dispuse pe fibra optică și implicit pe suprafața balonului. Rezoluția spațială a elementelor sensibile este apreciată la un minim 50 cm la o frecvență a semnalului optic de 2 GHz.

Prin triangulație, semnalele recepționate de elementele sensibile **108** fac posibilă detectarea direcției, estimarea locației, iar prin analiza semnalului în timp și frecvență se determină cadența de tragere, traiectoria posibilă a proiectilelor de artilerie grea și eventual clasificarea sursei acustice.

Sistemul Φ -OTDR permite redarea unui semnal acustic care poartă informații de amplitudine și fază. Semnale tranziente de tip impuls sunt determinate prin analiza în amplitudine a semnalului în domeniul temporal și în frecvențe. Sistemul este capabil să detecteze

semnale de tip impuls a căror energie acustică este situată preponderent în banda de frecvențe 0-500 Hz, zona în care sunt cuprinse tragerile de artilerie de calibru mare.

Pentru detecția semnalelor acustice continue cvasi-staționare caracteristice vehiculelor grele aflate în mișcare sau în operare staționară, este necesar ca semnalul în timp să fie prelucrat și extrase semnăturile spectrale de identificare. Având în vedere faptul că vehiculele militare grele și tancurile au un spectru până în 1.000 Hz, cu o concentrare a energiei acustice până în 150 Hz pentru tancurile medii și mari, zona de interes pentru extragerea semnăturilor spectrale de identificare este redusă la acest interval.

REVENDICARE

Platformă aeriană de detecție și localizare a exploziilor sau a altor surse acustice terestre și aeriene, militare sau civile, **caracterizată prin aceea că**, este alcătuit dintr-un balon (100) umplut cu heliu sau alte alternative, pe suprafața căruia este aplicată continuu, printr-o singură trecere, o fibră optică (101) continuă cu elemente de grile Bragg de bandă largă ca elemente sensibile acustic aplicate pe balon care își continuă înfășurarea printr-un modul giroscopic de tip Sagnac (102) care permite stabilirea orientării balonului (100) și în final este conectată la un modul de detecție (103) situat la sol, dintr-un sistem de detecție Φ -OTDR care este compus dintr-o sursă laser de bandă îngustă (105) generatoare de impulsuri de coerență înaltă modulate în timp la nanosecunde, un amplificator acusto-optic (106) ce are rol de modulator și amplificator optic, semnalul fiind preluat de un sistem de achiziție (112), filtrat și digitizat, iar informațiile sunt prelucrate de un computer (113).

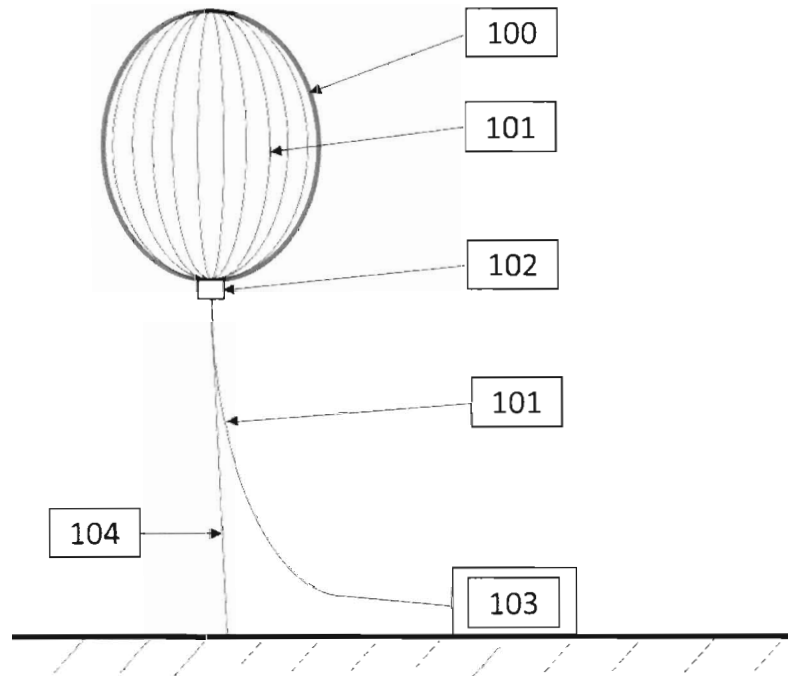


Figura 1

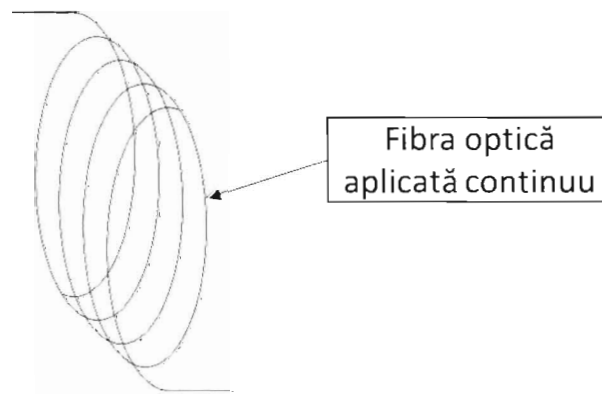


Figura 2

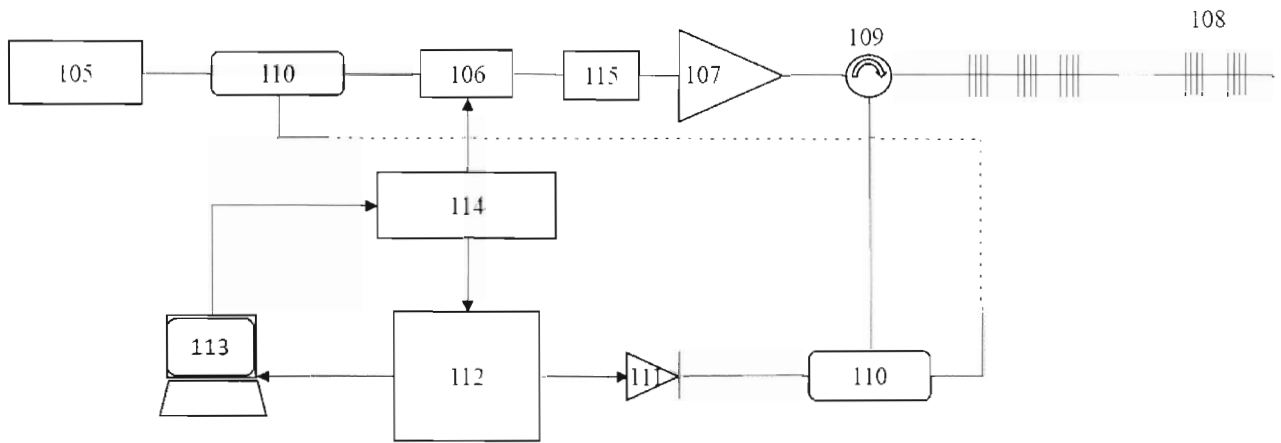


Figura 3

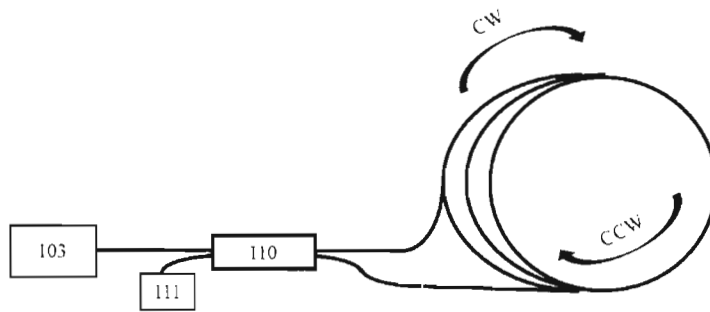


Figura 4



Figura 5

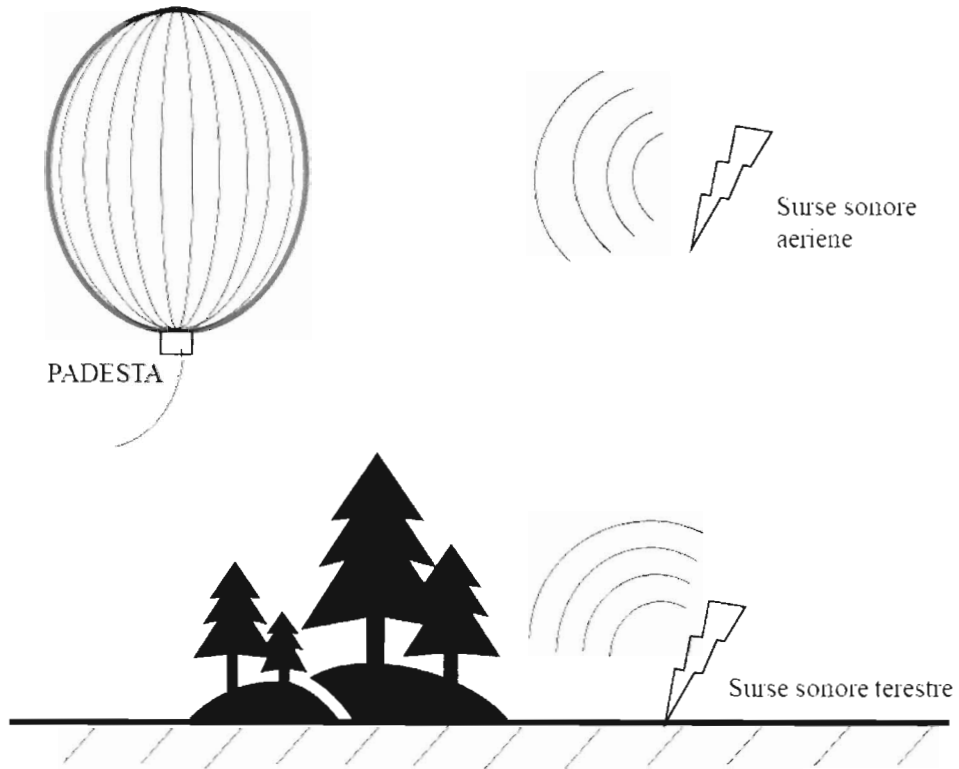


Figura 6