

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00219

(22) Data de depozit: 12/04/2017

(41) Data publicării cererii:
29/11/2017 BOPI nr. 11/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI
INGINERIE NUCLEARĂ
"HORIA HULUBEI", STR.REACTORULUI
NR.30, MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• MITRICĂ BOGDAN, STR.MIHAIL MOXA,
NR.10, AP.5, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• STANCA DENIS-IULIAN,
STR.ING.NICOLAE TEODORESCU, NR.10,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;

• BĂLĂCEANU ALEXANDRU,
STR.CALMATUI, NR.69,
TURNU MĂGURELE, TR, RO;
• MOSU TOMA-ȘTEFAN,
STR.PROGRESULUI NR.8A,
SAT BERCEI, COMUNA BERCEI, IF, RO;
• GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU,
STR.COZIA, NR.53, PLOIEȘTI, PH, RO;
• NICULESCU-OGLINZANU MIHAI,
STR.UNIRII, NR.3, AP.5, POGOANELE, BZ,
RO;
• MUNTEANU ANDREEA-VIOLETA,
ALEEA TULCEA, NR.5, BL.126B, SC.1,
AP.24, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• MĂRGINEANU ROMUL MIRCEA,
STR.AUREL CIUREA, NR.2, BL.S41, SC.1,
ET.6, AP.21, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) **PROTOTIP METODĂ PENTRU SCANAREA NAVELOR
CU AJUTORUL FLUXULUI DE MIUONI PROVENIȚI
DIN RADIAȚIA COSMICĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un detector subacvatic și la o metodă de scanare a navelor cu ajutorul fluxului de mioni proveniți din radiația cosmică. Detectorul conform invenției este alcătuit din patru suprafețe active având fiecare câte 40 de bare (5) din material scintilator plastic, fiecare bară (5) fiind prevăzută cu un șanț longitudinal în care este inserată fibră optică, semnalele luminoase obținute în urma interacțiunii radiației cu barele (5) de scintilator plastic ale fiecărei suprafețe active fiind citite cu ajutorul a doi senzori (3) optici de tip microfotomultiplicator, iar scintilatoarele (5), senzorii (3) optici și fibra optică sunt fixate cu ajutorul unor componente (2 și 4) mecanice de prindere în interiorul unor cutii (1) de protecție care, la rândul lor, sunt plasate într-un dispozitiv submersibil de protecție. Metoda de scanare a navelor, conform invenției, se bazează pe măsurarea fluxului direcțional de mioni sub navă și compararea rezultatelor cu estimările teoretice obținute prin simulări Monte-Carlo detaliate.

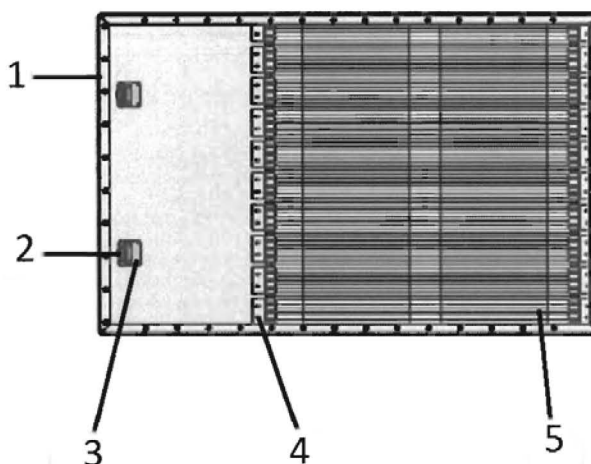


Fig. 2

Revendicări: 2
Figuri: 3

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).



~~SECRET DE SERVICIU~~

NESECRET

5/37
10.04.2017

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2017 0219
Data depozit 12.04.2017

DESCRIERE

Brevet

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 5/9 din 12.04.2017

Prototip si metoda pentru scanarea navelor cu ajutorul fluxului de miuoni proveniti din radiatia cosmica

Exista cateva tehnici de detectie folosite pe scara larga pentru scanarea persoanelor si marfurilor in vami si punctele de trecere a frontierei. Radiatia electromagnetica in domeniul spectral gamma si X este folosita pe scara larga pentru scanarea autovehiculelor si a containerelor, la punctele de trecere ale frontierelor terestre, cat si a bagajelor si marfurilor in aeroporturi. Recent a fost pus in uz un detector cu radiatie gamma pentru scanarea avioanelor. Insa aceste tipuri de radiatie nu reusesc sa penetreze grosimea tablei din care sunt alcatuite vapoarele, fiind astfel inutila folosirea lor pentru identificarea marfurilor ilicite sau periculoase transportate maritim sau fluvial.

Datorita amenintarilor teroriste tot mai mari in ultima perioada, au crescut nevoile de securitate si control in punctele de tranzit al marfurilor, porturile fiind vulnerabile din acest punct de vedere.

O noua metoda de scanare neinvaziva a fost dezvoltata recent avand la baza detectia si analiza fluxului de miuoni rezultati in urma interactiei radiatiei cosmice cu atmosfera terestra, tomografia miuonica. Avand la baza aceasta metoda, miuonii cosmici au fost folositi cu succes intr-o multitudine de aplicatii in diverse domenii, cum ar fi arheologia [1,2], geologia [3], geofizica [4]. Diferite tipuri de detectori au fost construite, cum ar fi o camera multifilara din 3 planuri prevazuta cu doua straturi de scintilatori plastici folosita la scanarea piramidelor Giza, Egipt [1] si Teotihuacan, Mexic [2], o camera proportionala multifilara pentru studii geofizice [4] sau folosirea emulsiilor chimice [5].

De curand a fost lansat pe piata un sistem de detectie pentru scanarea containerelor pe uscat la intrarile din porturi. Acesta, avand ca si principiu de functionare tomografia miuonica, realizeaza o imagine a containerului scanat prin plasarea deasupra, dedesubtul, dar in partile laterale ale acestuia a unor suprafete active formate din tuburi de drift [6].

Inventia propusa spre brevetare foloseste informatia furnizata de un dispozitiv subacvatic de detectie care masoara fluxul directionat al miuonilor si identifica anomalile din densitatea materialului situat deasupra. Detectorul este plasat intr-un dispozitiv submersibil de protectie care permite pozitionarea in locul si la adancimea dorita.

Acest dispozitiv a fost conceput in vederea cresterii securitatii portuare prin identificarea potentialelor pericole oferite de traficul ilegal de materiale radioactive.

Principiul de detectie are la baza proprietatea miuonilor de a pierde energie la trecerea lor printr-un strat de material. Asadar, stratul de material strabatut inainte de detectie va modifica energia de prag si astfel si fluxul miuonilor incidenti va scadea. Avand sectiunea de interactie mult mai mica decat a altor particule ce ar putea da semnal in volumul sensibil al detectorului, cum ar fi

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

~~SECRET DE SERVICIU~~

electroni sau gamma, prin interactia cu toate cele patru straturi active ale detectorului se realizeaza discriminarea cu usurinta a miuonilor, semnalele de coincidenta validand trecerea acestora prin dispozitiv, celelalte particule pierzandu-si energia inainte de a forma semnalul de coincidenta.

Detectorul, conform inventiei, prezinta urmatoarele avantaje:

- Permite reconstructia directiei de sosire a miuonilor incidenti
- Modul de constructie este simplu, fiind alcatuit din materiale uzuale
- Are o fiabilitate ridicata
- Este submersibil, putand fi ancorat in orice port maritim sau fluvial
- Prezinta un consum redus de energie electrica
- Nu prezinta riscuri pentru operatori
- Nu prezinta riscuri pentru mediul inconjurator
- Precizia poate fi crescuta si timpul necesar pentru finalizarea unei scanari redus prin instalarea mai multor dispozitive in aceeasi locatie
- Asigura posibilitatea scanarii oricarui tip de nava aflata in apropierea dispozitivului

In continuare este prezentat detectorul conform inventiei. In figurile 1-3 aferente sunt reprezentate:

- Fig.1, reprezentarea schematica a principiului de detectie
- Fig.2, prezentarea unei suprafete active de detectie
- Fig.3, prezentarea dispozitivului submersibil de protectie

Sistemul de detectie identifica miuonii ca evenimente de coincidenta intre patru suprafete active de 1m^2 de material scintilator.

Numeroase configuratii de straturi active din scintilatori plastici au fost construite pana in prezent, toate avand ca principiu de functionare culegerea semnalelor luminoase rezultate in urma interactiei miuonilor cu volumul sensibil prin intermediul unor ghiduri de unda ori a fibrelor optice si directionate catre senzori optici, cum ar fi fotomultiplicatorii sau fotodiodele.

Avand in vedere ca pentru a reconstrui cu o acuratete cat mai buna imaginea obiectelor scanate este nevoie ca determinarea traiectoriei miuonilor incidenti sa fie realizata cu o rezolutie cat mai buna, au fost alese pentru alcatuirea volumului sensibil bare din plastic scintilator inguste. Spatiul fiind limitat, culegerea si transportul semnalelor luminoase sunt realizate cu ajutorul fibrelor optice. Tinand cont ca este necesar ca numarul canalelor de detectie prezent in fiecare suprafata activa sa fie mare, un canal pentru fiecare bara scintilatoare, iar electronica de achizitie si alimentarea sistemului de detectie vor fi plasate la suprafata, transferul de date si alimentarea realizandu-se prin intermediul unui cablu submarin standard (Figura 1 – reperul 4), s-a optat pentru folosirea micro-fotomultiplicatorilor ca si senzori optici.

Prezentul prototip consta din patru suprafete active, fiecare fiind alcatuita din 40 de bare de scintilator plastic cu dimensiunile de $100 \cdot 2,6 \cdot 1 \text{ cm}^3$. Fiecare bara este prevazuta cu un sant

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

longitudinal ce contine fibra optica. Semnalele luminoase obtinute in urma interactiei radiatiei cu barele din scintilator plastic ale fiecarei suprafete active sunt citite cu ajutorul a doi senzori optici de tip micro-fotomultiplicator cu 64 de anode independente. In figura 2 este prezentata schita unei suprafete active.

Cele patru suprafete active sunt grupate doua cate doua, fiecare grup avand directiile barelor pozitionate perpendicular, pentru a permite reconstructia traiectoriei miuonilor incidenti.

Prin montarea ansamblului de detectie intr-un dispozitiv submersibil de protectie (Figura 1 – reperul 3 si Figura 3) i-a fost conferita acestuia capacitatea de a efectua masuratori in conditii de submersie, ducand astfel la posibilitatea de a fi instalat in orice port maritim sau fluvial, in vederea scanarii navelor aflate in tranzit.

Electronica de achizitie si alimentarea sistemului de detectie vor fi plasate la suprafata in cabina operatorului, transferul de date de la micro-fotomultiplicatori si alimentarea acestora realizandu-se prin intermediul unui cablu submarin standard (Figura 1 – reperul 4).

Bibliografie

- [1] L. W. Alvarez, A. J. Anderson, F. El Bedwei, et al., "Search for hidden chambers in the pyramids," Science, vol. 167, no. 3919, pp. 832–839, 1970.
- [2] R. Alfaro et al., "A muon detector to be installed at the Pyramid of the Sun", Revista Mexicana de Fisica, 49 (2003) 54–59
- [3] K. Nagamine, M. Iwasaki, K. Shimomura, and K. Ishida, "Method of probing inner-structure of geophysical substance with the horizontal cosmic-ray muons and possible application to volcanic eruption prediction," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, vol. 356, no. 2-3, pp. 585–595, 1995
- [4] G. G. Barnaföldi, G. Hamar, H. G. Melegh, L. Oláh, G. Surányi, and D. Varga, "Portable cosmic muon telescope for environmental applications," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, vol. 689, pp. 60–69, 2012.
- [5] A. B. Aleksandrov et al., "Test Experiments on muon radiography with emulsion track detectors in Russia", Physics of Particles and Nuclei Letters, 12 (2015) 713-719
- [6] <http://www.patentsencyclopedia.com/app/20160116630>

MITRICA BOGDAN 

STANCA DENIS IULIAN 

BALACEANU ALEXANDRU 

MOSU TOMA 

MUNTEANU ANDREEA 

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA 

NICULESCU-ŢGLINZANU MIHAI 

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU 

~~SECRET DE SERVICIU~~

NESECRET

5/37
10.04.2017

REVENDICARI

Brevet

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci 2
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 8/9 din 12.04.2017

Detector subacvatic pentru scanarea navelor cu ajutorul fluxului de miuoni proveniti din radiatia cosmica

1. Detector subacvatic pentru scanarea navelor cu ajutorul fluxului de miuoni proveniti din radiatia cosmica, **caracterizat prin:** capacitatea de a efectua masuratori in conditii de submersie, lucru ce permite scanarea navelor in porturi maritime sau fluviale; alcatuit din 4 suprafete active (Figura 1 – reperul 2) avand fiecare 40 de bare din material scintilator plastic cu dimensiunile de $100 \cdot 2,6 \cdot 1 \text{ cm}^3$ (Figura 2 – reperul 5). Fiecare bara este prevazuta cu un sant longitudinal in care este inserata fibra optica. Semnalele luminoase obtinute in urma interactiei radiatiei cu barele de scintilator plastic ale fiecarei suprafete active sunt citite cu ajutorul a doi senzori optici de tip microfotomultiplicator cu 64 de anode independente (Figura 2 – reperul 3). Scintilatorii, senzorii optici si fibra sunt montati in cutii de protectie (Figura 2 – reperul 1), fiind fixati cu ajutorul unor componente mecanice de prindere (Figura.2 – reperatele 2 si 4). Cele 4 suprafete active si electronica de achizitie a datelor sunt plasate intr-un dispozitiv submersibil de protectie (Figura 1 – reperul 3 si Figura 3).
2. Metoda de scanare a navelor pentru monitorizarea traficului de materiale radioactive si a marfurilor ilicite, bazata pe masurarea fluxului directionat de miuoni sub nava. Principalul avantaj al metodei, comparativ cu alte sisteme bazate pe masurarea fluxului de miuoni, consta in prezenta detectorului la o adancime la care influenta factorilor de mediu asupra fluxului de miuoni fiind neglijabila. Astfel, nu este nevoie de un sistem complex de detectie, scanarea bazandu-se pe compararea rezultatelor cu estimarile teoretice obtinute prin simulari Monte-Carlo detaliate.

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

~~SECRET DE SERVICIU~~

DESENE

Brevet

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. S/9 din 12.04.2017

20

Prototip si metoda pentru scanarea navelor cu ajutorul fluxului de miuoni proveniti din radiatia cosmica

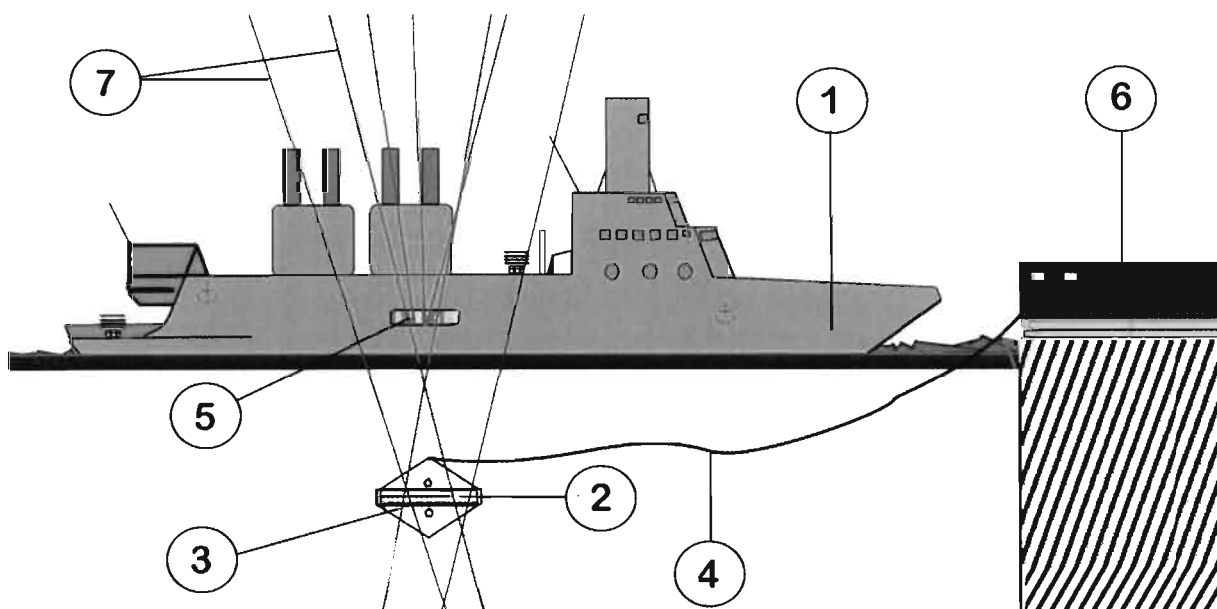


Fig.1 Reprezentare schematica a principiului de detectie unde:

- 1 Nava scanata
- 2 Detectorul de miuoni format din 4 suprafete active
- 3 Dispozitivul submersibil de protectie ce contine detectorul
- 4 Cablu transmisie date si alimentare detector
- 5 Obiect suspect
- 6 Cabina procesare date
- 7 Traiectorii miuoni (cu rosu sunt reprezentati cei a caror traiectorie nu se intersecteaza cu obiectul suspect, cu albastru, cei care interactioneaza cu obiectul suspect)

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

8/37
10-04-2017

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci 19
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 8/9 din 12.04.2017

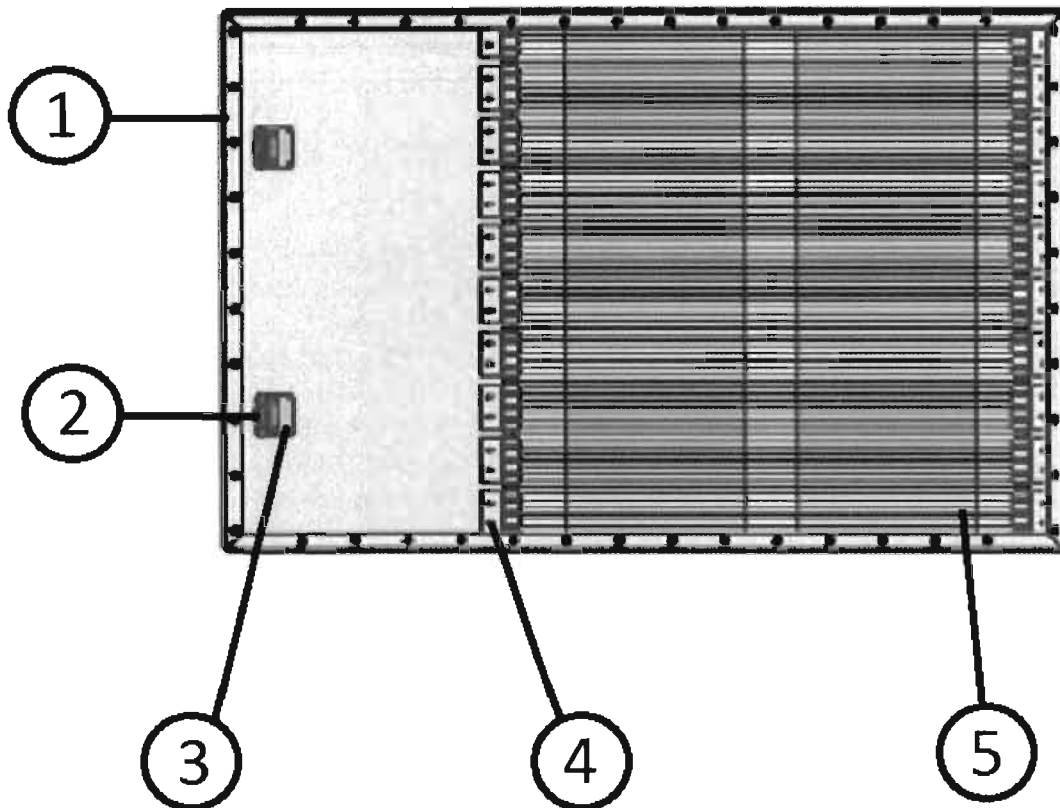


Fig.2 Prezentarea unei suprafete active unde:

- 1 Cutie metalica de protectie ce contine suprafata activa
- 2 Element de prindere a fotomultiplicatorului
- 3 Senzorul optic de tip micro-fotomultiplicator
- 4 Elemente de prindere a barelor scintilatoare de cutia metalica
- 5 Bare din material plastic scintilator. Sunt prevazute cu santuri pentru inserarea fibrei optice

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

8/37
10.04.2017

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 8/9 din 12.04.2017

18

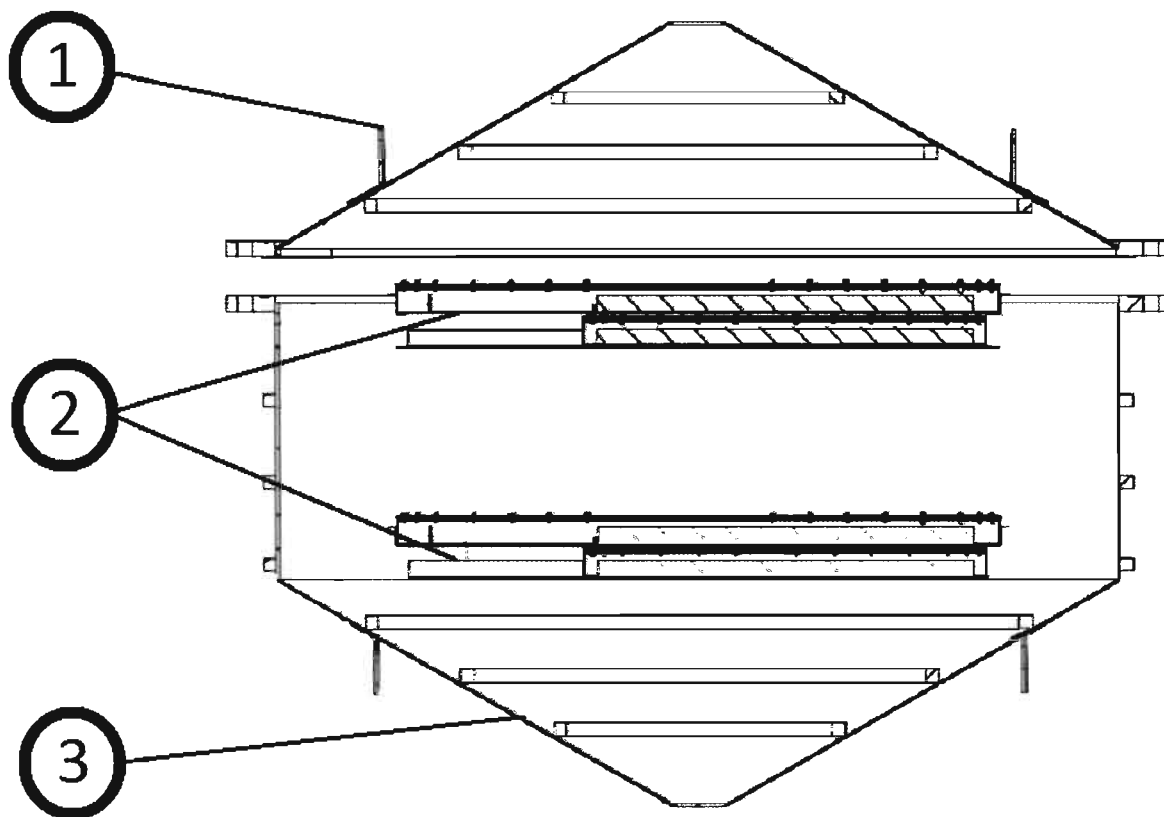


Fig.3 Prezentarea dispozitivului submersibil de protecție unde:

- 1 Urechi de prindere
- 2 Suprafetele active ale detectorului
- 3 Invelis metalic de protecție

MITRICA BOGDAN

STANCA DENIS IULIAN

BALACEANU ALEXANDRU

MOSU TOMA

MUNTEANU ANDREEA

MARGINEANU ROMUL-MIRCEA

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI

GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU