

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00382

(22) Data de depozit: 02/07/2021

(41) Data publicării cererii:
30/03/2022 BOPI nr. 3/2022

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

(72) Inventatori:
• BĂLĂCEANU ALEXANDRU, STR.BÂRCĂ
NR.21, BL.M10, ET.1, AP.5, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA, STR.SÎRBI
NR.13, DĂRĂȘTI, IF, RO;
• GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU,
STR.COZIA, NR.53, PLOIEȘTI, PH, RO;

• NICULESCU-OGLINZANU MIHAI,
STR.UNIRII, NR.3, AP.5, POGOANELE, BZ,
RO;
• MOȘU TOMA-ȘTEFAN,
STR.PROGRESULUI NR.8 A,
COMUNA BERCENI, IF, RO;
• SĂFTOIU ALEXANDRA,
STR.DRUMUL TABEREI NR.92, BL.C7,
AP.175,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• SMĂU RALUCA-IOANA, STR.MĂRĂȚEI
NR.5, BL.S6, SC.C, ET.3, AP.53,
PIATRA NEAMȚ, NT, RO;
• STANCA DENIS-IULIAN,
STR.ING.NICOLAE TEODORESCU, NR.10,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN,
STR.BALABANU NR.605,
COMUNA ȘTEFAN CEL MARE, AG, RO

(54) STAȚIE DE MONITORIZARE A RADIAȚIEI AMBIENTALE
CU ELEMENTE MULTIPLE DE DETECȚIE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o stație de monitorizare a radiației ambientale care, prin elementele sale multiple, care funcționează simultan, furnizează o corecție a dozei măsurate, prin eliminarea contribuției fondului natural al muonilor cosmici. Stația de monitorizare, conform invenției, cuprinde: un detector (R) de radiație dedicat măsurării radiației ambientale constituită din fotoni și particule ionizate și este alcătuit dintr-un cristal de bromură de lantan, LaBr_3 , impurificat cu Ce, două plane (P1, P2) de detecție amplasate deasupra detectorului (R) de radiație care asigură determinarea fluxului de muoni secundari, o stație (M) meteo care înregistrează presiunea, temperatura, viteza și direcția vântului, umiditatea aerului și cantitatea de precipitații din afara stației (M), precum și temperatura și umiditatea din interior, informații necesare pentru efectuarea corecției privind fluxul de muoni și a corelării dozei cu posibile direcții de sosire a unor elemente contaminante, precum și electronica (E) aferentă achiziției și prelucrării în timp real a datelor. Stația de monitorizare este prevăzută și cu o antenă (C) de comunicații pentru descărcarea datelor pe un server aflat la distanță și poate fi complet independentă dacă se asigură alimentarea cu energie electrică prin intermediul unui panou solar și a unor acumulatori.

Revendicări: 1

Figuri: 3

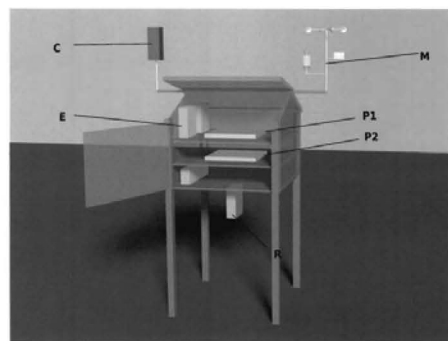


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, 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~~

8/71.28.06.2021

Oficiu: ~~SECRET DE SERVICIU~~
 Cerere de brevet de invenție
 Nr. 0 2021 00382
 data prezii 02.07.2021

DESCRIERE

Brevet

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 Informații Clasificate
 INTRARE
 Nr. 8/13 din 02.07.2021

Stație de monitorizare a radiației ambientale cu elemente multiple de detecție

Domeniul tehnic la care se referă invenția. Studiul tehnicii

Sursele de radiație ambientală, prezente în mod natural în mediul înconjurător sau generate artificial, pot fi de mai multe feluri. Acestea pot fi naturale, elemente chimice din compoziția scoarței terestre și a materialelor utilizate în infrastructură (construcții etc.), sau radiația secundară indusă de particulele cosmice. Radiația cosmică este de natură extraterestră și este compusă din nuclee, de la proton la fier care, odată ajunse la suprafața atmosferei terestre, interacționează cu aceasta generând cascade de milioane de particule. Aceste cascade se propagă către sol. La nivelul solului, principala componentă observată este reprezentată de miuoni ~80% și, într-o mică măsură, de neutroni, electroni, fotoni și neutrini [Grieder2001].

La tot acest fond natural, viața pe Terra s-a adaptat. Acestui fond i se pot suprapune alte surse de radiație, care pot fi generate de accidente nucleare, contaminări cu material radioactiv, ce pot fi de amploare mai mare sau mai mică.

Monitorizarea radioactivității mediului ambiental este îndeosebi utilizată în determinarea dozei la care este expus personalul și populația. Conform specificațiilor IAEA [IAEASafety2005, IAEASafety2018], monitorizarea radiației în mediul înconjurător, fără a avea o legătură directă cu locații în care se desfășoară activități cu risc de contaminare a mediului, reprezintă una dintre măsurile principale în asigurarea siguranței populației generale.

Radioactivitatea mediului ambiental poate varia în funcție de foarte mulți factori, cum ar fi compoziția solului, natura materialelor care intră în construcția clădirilor și radiația cosmică secundară la locația geografică respectivă, precum și la momentul de timp respectiv [Thompson1999]. Datorită acestei variabilități, monitorizarea trebuie făcută *in situ* în fiecare locație de interes, rezultatele dintr-o locație neputând fi extrapolate la altă locație sau la alt moment de timp dacă se dorește o determinare cât mai precisă a dozei.

Contribuția la doza totală dată de miuonii cosmici a fost măsurată în diverse locații și se situează undeva în intervalul de 10-40 nSv/h, reprezentând 10-40% din doza ambientală observată, în condițiile existenței doar a unei radioactivități naturale [Bacoiu2010, Wissmann2005, Leontaris2020]. Aceasta se situează, de exemplu la București, în 2021, la ~100 nSv/h. Aceste variații ale contribuției miuonilor comici apar în funcție de locație (latitudine, longitudine și altitudine), condițiile atmosferice (presiune, temperatură) și activitatea solară [Grieder2001].

În general, în literatura de specialitate, doza furnizată de fluxul natural de miuoni se bazează pe măsurători efectuate într-un interval de timp limitat, la un moment de timp anterior, fiind efectuate în alte locații decât cele în care se măsoară doza ambientală, e.g. [Wissmann2005]. Într-o primă aproximație, acest lucru este suficient, deoarece fluxul de miuoni nu are variații foarte puternice.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU

NICULESCU-OGLINZANU MIHAI MOȘU TOMA-ȘTEFAN SĂFTOIU ALEXANDRA

SMĂU RALUCA-IOANA STANCA DENIS-IULIAN VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN

SECRET DE SERVICIU

Totuși, există variații ale fluxului care nu pot fi neglijate, în cazul în care se dorește o determinare precisă a dozei ambientale, mai ales la valori mici ale acesteia. De exemplu, în cazul unui accident nuclear, debitele de doză ambientale pot ajunge la Sv/h, valoare cu multe ordine de mărime peste cea provenită din radiația cosmică, de ordinul a zeci de nSv/h, însă în cazul în care există contaminări mici, de ordinul nSv/h- μ Sv/h, fondul cosmic devine semnificativ. Orice variație a acestuia, care nu este cunoscută și luată în considerare, poate conduce la o interpretare greșită a dozei ambientale totale, prin subestimare sau supraestimare. Fondul de radiație admis pentru populația generală, în România, este de 1 mSv/an peste doza naturală.

Fluxul de miuoni cosmici este influențat de activitatea solară (fenomen periodic), temperatura și presiunea atmosferică și locația geografică (latitudine, longitudine, altitudine). De asemenea există variații neperiodice și impredictibile, care nu apar cu o anumită regularitate, cum sunt fenomenele Forbush sau exploziile solare. Fenomenele Forbush sunt cauzate de perturbări magnetice provenite de la Soare care conduc la o scădere dramatică a numărului de particule cosmice, între 15% și 30%, care poate dura de la câteva minute la câteva ore, cu o revenire graduală la valorile pre-eveniment, putându-se întinde pe mai multe zile. Aceste fenomene sunt corelate cu furtunile magnetice din atmosfera terestră înaltă. Creșteri fără periodicitate ale fluxului radiației primare apar datorită exploziilor solare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția în corelație cu stadiul tehnicii

Problema pe care dorim să o abordăm este estimarea cât mai precisă a dozei ambientale datorată unei posibile contaminări pentru doze mici. Acest lucru se poate face odată ce sunt eliminate sursele de radiație naturale, care nu pot fi controlate de om, ce sunt reprezentate de radioactivitatea naturală a solului/rocilor și radiația cosmică secundară. Radioactivitatea naturală a solului nu poate fi decelată de o radioactivitate indusă datorită fenomenului de fallout, reprezentând o posibilă contaminare purtată de vânt ce se depune pe sol, unde este măsurată în același timp cu elementele radioactive din compoziția naturală a solului. Elementele radioactive din sol, ca și elementele contaminante artificial apărute, sunt emițători gamma.

Dar, contribuția dată de miuonii secundari, rezultați din interacția radiației cosmice primare cu atmosfera terestră, poate fi determinată și identificată. De aceea propunem o corectare suplimentară și în timp real a dozei ambientale prin eliminarea contribuției miuonilor cosmici, contribuție măsurată la locația la care se măsoară și doza totală. Astfel orice contribuție suplimentară la doza măsurată ce nu se datorează variației fluxului radiației cosmice poate fi identificată.

Expunerea invenției

Stația de monitorizare propusă în această cerere furnizează doza totală corectată în timp real prin eliminarea dozei induse de miuonii cosmici, în urma măsurării atât a dozei totale, cât și a fluxului de miuoni, în același timp și la aceeași locație. Stația de monitorizare conține elemente multiple de detecție, prezentate în figura 1. Acestea sunt: detector de radiație, două

BĂLĂCEANU ALEXANDRU *B* DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA *FD* GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU *A*
 NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL *M* MOȘU TOMA-ȘTEFAN *MM* SĂFTOIU ALEXANDRA *AS*
 SMĂU RALUCA-IOANA *SR* STANCA DENIS-IULIAN *DS* VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN *CA*

SECRET DE SERVICIU

~~SECRET DE SERVICIU~~~~SECRET~~

28

plane de detecție pentru înregistrarea exclusivă a fluxului de miuoni, o stație meteo, lanțul de achiziție a datelor și o antenă de comunicații.

Planele de detecție de 1x25x25 cm sunt plasate deasupra detectorului de radiație și asigură exclusiv determinarea fluxului de miuoni secundari, fiind operate în coincidență. Acestea sunt compuse din poliviniltoluen dopat cu impurități emițătoare de fluorescență și sunt plasate la o distanță de 10 cm între ele. Având în vedere că planele de detecție vor înregistra miuoni care străbat ambele plăci (condiția de coincidență) stația de monitorizare, în configurația propusă în figura 1, va putea înregistra doar miuoni cu energia mai mare de ~ 1 MeV pentru un unghi maxim de incidență de 74.2°. Unghiul solid observat pentru această configurație este de 3,7 steradiani iar din totalul de miuoni cosmici doar 57% vor străbate cele două plane.

Detectorul de radiație este dedicat măsurării radiației ambientale constituită din fotoni (X și gamma) și particule ionizante (electroni, pozitroni, miuoni, ioni grei) [Miller2018]. Acesta este alcătuit dintr-un cristal de bromură de lantan, LaBr₃ impurificat cu Ce, cu rezoluție și eficiență energetică foarte bune. Este un detector rapid care furnizează mai mulți fotoni pentru fiecare keV de energie depusă în mediul activ, comparativ cu alternativele (cristale de NaI(Tl) sau HPGe) [Saint Gobain]. Este un detector robust, cu o rezistență mare la temperatură, ne necesitând răcire, cum este cazul HPGe. Principiul de detecție al cristalului de LaBr₃ este scintilația produsă la trecerea unei particule prin cristal.

Detectorul de radiație poate fi etalonat cu surse gamma în cadrul instituției IFIN-HH sau în laboratoare acreditate. Utilizează, pentru înregistrarea semnalului, senzori de tip SiPM, pentru a reduce consumul de energie și dificultatea de manevrare/instalare, comparativ cu cazul în care s-ar fi utilizat fotomultiplicatori clasici, care necesită tensiuni de alimentare de kV.


Detectorul de radiație furnizează energia depusă în cristal de particulele care îl străbat, din care se calculează debitul de doză (doza pe unitate de timp, măsurat în nSv/h). Spectrul energetic al radiației gamma este, de asemenea, obținut din măsurători efectuate pe o perioadă de timp definită de utilizator.

Deoarece detectorul de radiație este sensibil la mai multe tipuri de particule incidente, în doza măsurată se va regăsi, într-o oarecare măsură, și contribuția miuonilor cosmici care ajung la sol, având energii de la keV la sute de TeV. Proporția din fondul de miuoni care este înregistrată de detectorul de radiație depinde de caracteristicile acestuia, geometrie și eficiență energetică, precum și de elemente constructive care înconjoară detectorul, carcasă, elemente de susținere. Pe lângă spectrul energetic larg al miuonilor cosmici aceștia au și o distribuție a unghiului de incidență până la 90°, astfel vor fi detectați de către detectorul de radiație în orice configurație geometrică a acestuia.

Un cristal cilindric cu diametrul de 5 cm și înălțimea de 5 cm va avea un unghi solid de 1,71 steradiani și înregistrează 25% din totalul de miuoni cosmici, reprezentând 45,7% din fluxul înregistrat de către plăcile scintilatoare situate deasupra detectorului. Detectorul de radiație este plasat la 1 m față de sol, în afara incintei închise a stației de monitorizare, pentru a fi expus radiației. Chiar dacă planele de detecție și detectorul de radiație nu înregistrează tot fluxul de miuoni existent la sol, din motive de eficiență energetică și geometrie, putem presupune, fără a introduce incertitudini, că și fracția de flux neobservată va avea aceeași variație ca fracția observată. Aceasta se datorează faptului ca variațiile fluxului de miuoni secundari nu se manifestă preferențial pentru anumite unghiuri de incidență sau energii. Există variații diferite în funcție de energia particulei primare, particulele de energie mică fiind

BĂLĂCEANU ALEXANDRU  DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA  GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU 

NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL  MOȘU TOMA-ȘTEFAN  SĂFTOIU ALEXANDRA 

SMĂU RALUCA-IOANA  STANCA DENIS-IULIANA  VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN 

~~SECRET DE SERVICIU~~

influențate de activitatea solară, spectrul energetic al miunilor generați de către aceste primare întinzându-se pe multe ordine de mărime.

Stația meteo este un model comercial, utilizată cu scopul de a furniza informații legate de condițiile meteo la momentul înregistrării dozei. Aceasta înregistrează presiunea, temperatura, viteza și direcția vântului, umiditatea aerului și cantitatea de precipitații în afara stației, precum și temperatura și umiditatea în interior, unde se afla sistemul de achiziție (componente electronice). Informațiile meteo sunt necesare în vederea corectării fluxului de miuoni cu presiunea și temperatura atmosferică și a corelării dozei cu posibile direcții de sosire a unor elemente contaminante, în funcție de direcția vântului.




Figura 2 prezintă schema tehnică a stației de monitorizare cu elementele constitutive și relațiile funcționale dintre acestea.

Etapele de funcționare și corecția dozei ambientale, utilizând stația de monitorizare cu elemente multiple, sunt prezentate schematic în figura 3. Procedura de corecție se efectuează în cadrul unui algoritm de calcul care este rulat pe un PC (Arduino) și constă în calcularea fluxului pe un interval de timp definit de utilizator, implicit de 10 minute, corectarea fluxului de miuoni în funcție de condițiile atmosferice, presiune și temperatură, calculul dozei induse de miuoni, calculul dozei măsurate de detectorul de radiație și corectarea acestei doze prin eliminarea contribuției miunilor. Această eliminare se face ținând cont de factori geometrici și energetici prestabiliți pentru configurația specifică. După ce aceste corecții au fost efectuate, datele sunt scrise într-o bază de date, de unde sunt disponibile către un server, display sau pagină web.

Antena de comunicații (WIFI sau GSM) are scopul de a facilita descărcarea datelor către un server și permite amplasarea stației la distanță față de utilități. Stația poate fi complet independentă dacă se asigură alimentarea cu energie electrică prin intermediul unui panou solar și a unor acumulatori, consumul necesar fiind scăzut.

Avantajele invenției

- Stația de monitorizare, așa cum este prezentată în figura 1, furnizează debitul de doză (nSv/h) corectat în timp real pentru a elimina contribuția miunilor din fondul natural. Astfel, în final, se va observa doar contribuția datorată solului și aerului (aerosoli), componentă ce poate fi influențată de o posibilă contaminare.
- Detectorul de radiație furnizează și spectrul energetic al radiației gamma observate, astfel compoziția izotopică putând fi identificată.
- Doza este corectată utilizând informația determinată la locația respectivă și în timp real
- Elementele constitutive ale stației de monitorizare sunt robuste, ușoare, pot funcționa fără asistență, au un răspuns constant în funcție de factorii de mediu variabili și nu prezintă risc pentru utilizator.
- Stația poate înregistra date independent de disponibilitatea utilităților, permițând astfel instalarea în orice locație.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU  DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA  GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU 

NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL  MOȘU TOMA-ȘTEFAN  SĂFTOIU ALEXANDRA 

SMĂU RALUCA-IOANA  STANCA DENIS-IULIAN  VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN 

~~SECRET DE SERVICIU~~

SECRET

Explicarea figurilor

Figura 1 – Schema 3D a stației de monitorizare cu elemente multiple

- P1, P2 – plane de detecție pentru fluxul de miuoni secundari
- R – detectorul de radiație
- C – antena de comunicații
- M – stația meteo
- E – elemente de electronică, lanțul de achiziție a datelor și PC

Figura 2 – Schema tehnică a stației de monitorizare cu elementele constitutive și relațiile funcționale dintre acestea

- P1, P2 – planele de detecție a fluxului de miuoni secundari
- R – detectorul de radiație
- M – stația meteo
- C – antena de comunicații
- CC – unitatea de coincidență (face parte din componentele electronice, elementul E în figura 1)
- V – sursa de alimentare (High Voltage 30 V și Low Voltage 5 V)
- DAQ – sistemul de achiziție a datelor (face parte din componentele electronice, elementul E în figura 1)

Figura 3 - Schema de funcționare și efectuare a corecției în timp real.

- P1, P2 – planele de detecție a fluxului de miuoni secundari
- R – detectorul de radiație
- M – stația meteo
- C – antena de comunicații
- A – arhiva de date
- T – buclă care se efectuează la un anumit interval de timp T, definit de utilizator, sau implicit 10 minute
- Φ - procedură în care se calculează fluxul de miuoni din informațiile de la P1 și P2 pe intervalul de timp T și corecția acestuia cu parametrii atmosferici (presiune și temperatură) colectați de la stația meteo
- D – procedură în care se calculează debitul dozei în nSv/h (efectuată pe PC)
- D* - procedură de corecție a debitului bazată pe un algoritm dezvoltat în prealabil, care ține cont de configurația și caracteristicile elementelor constitutive P1, P2 și R
- DB – bază de date în care se stochează informația, atât cea măsurată, cât și cea prelucrată

Aplicare industrială

Stația de monitorizare a radiației ambientale cu elemente multiple de detecție, așa cum este prezentată în figura 1, poate fi utilizată în scop profesional sau de către publicul larg pentru a furniza o doză corectată în timp real, fiind relevantă pentru valori mici ale dozei. Valori mici ale dozei se regăsesc în majoritatea locațiilor în care are acces populația generală.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU *[Signature]* DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA *[Signature]* GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU *[Signature]*

NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL *[Signature]* MOȘU TOMA-ȘTEFAN *[Signature]* SĂFTOIU ALEXANDRA *[Signature]*

SMĂU RALUCA-IOANA *[Signature]* STANCA DENIS-IULIAN *[Signature]* VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN *[Signature]*

~~SECRET DE SERVICIU~~

~~SECRET DE SERVICIU~~~~SECRET~~

2

Elementele componente pot fi calibrate și etalonate în laboratoare acreditate din Romania pentru a asigura corectitudinea informației.
Produsul poate deveni comercial, putând fi utilizat cu ușurință.

Bibliografie

- [Bacioiu2010] I. Băcioiu, *Equivalent dose rate by muons to the human body*, Radiation protection dosimetry 147 (2011) 380–385
- [Grieder2001] P.K.F. Grieder, *Cosmic Rays at Earth*, ISBN: 0-444-507-108, 2001, Elsevier
- [IAEASafety2000] IAEA Safety Reports Series, *Calibration of radiation protection monitoring instruments*, Vienna, 2000
- [IAeASafety2005] IAEA Safety Guide, *Environmental and source monitoring for purposes of radiation protection*, Vienna 2005
- [IAEASafety2018] IAEA General Safety Guide No. GSG-8, *Radiation protection of the public and the environment*, Vienna 2018
- [Lowdon2019] M. Lowdon et al., *Evaluation of Scintillator Detection Materials for Application within Airborne Environmental Radiation Monitoring*, Sensors 19 (2019) 3828
- [Leontaris2020] F. Leontaris et al., *Procedures to measure mean ambient dose equivalent rates using electret ion chambers*, Radiation Protection Dosimetry 190 (2020) 6–21
- [Miller2018] A. Miller et al., *Investigation of the LaBr3 scintillator response to heavy ions*, Radiation Measurements 115 (2018) 43–48
- [Saint Gobain] <https://www.crystals.saint-gobain.com/products/standard-and-enhanced-lanthanum-bromide>
- [Thompson1999] I.G.M. Thompson et al., *Technical recommendations on measurements of external environmental gamma radiation doses*, European Commission, EURADOS Report 1999
- [Wissmann2005] F. Wissmann, *Variations observed in environmental radiation at ground level*, Radiation Protection Dosimetry 118 (2006) 3–10

BĂLĂCEANU ALEXANDRU  DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA  GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU 

NICULESCU-OGLINZANU MIHAILA  MOȘU TOMA-ȘTEFAN  SĂFTOIU ALEXANDRA 

SMĂU RALUCA-IOANA  STANCA DENIS-IULIAN  VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN 

~~SECRET DE SERVICIU~~

~~SECRET~~

SECRET DE SERVICIU

S/71. 28.06.2021.

24

REVENDICĂRI

Brevet

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 Informații Clasificate
 INTRARE
 Nr. S/71 din 020721

Stație de monitorizare a radiației ambientale cu elemente multiple de detecție

Revendicăm produsul reprezentat de o stație de monitorizare a radiației ambientale **caracterizat prin aceea ca** furnizează debitul de doză corectpat în timp real în locația de măsurare prin eliminarea din doza totală a dozei generate de fondul natural de miuoni cosmici, măsurând, în același timp, spectrul energetic al radiației gamma, prin utilizarea de elemente multiple de detecție operate simultan.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU  DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA  GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU NICULESCU-OGLINZANU MIHAI  MOȘU TOMA-ȘTEFAN  SĂFTOIU ALEXANDRA SMĂU RALUCA-IOANA  STANCA DENIS-IULIAN  VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN 

NESECRET

SECRET DE SERVICIU

S/SI 28-06-2021

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. S/13 din 02/21

DESENE

Stație de monitorizare a radiației ambientale cu elemente multiple de detecție

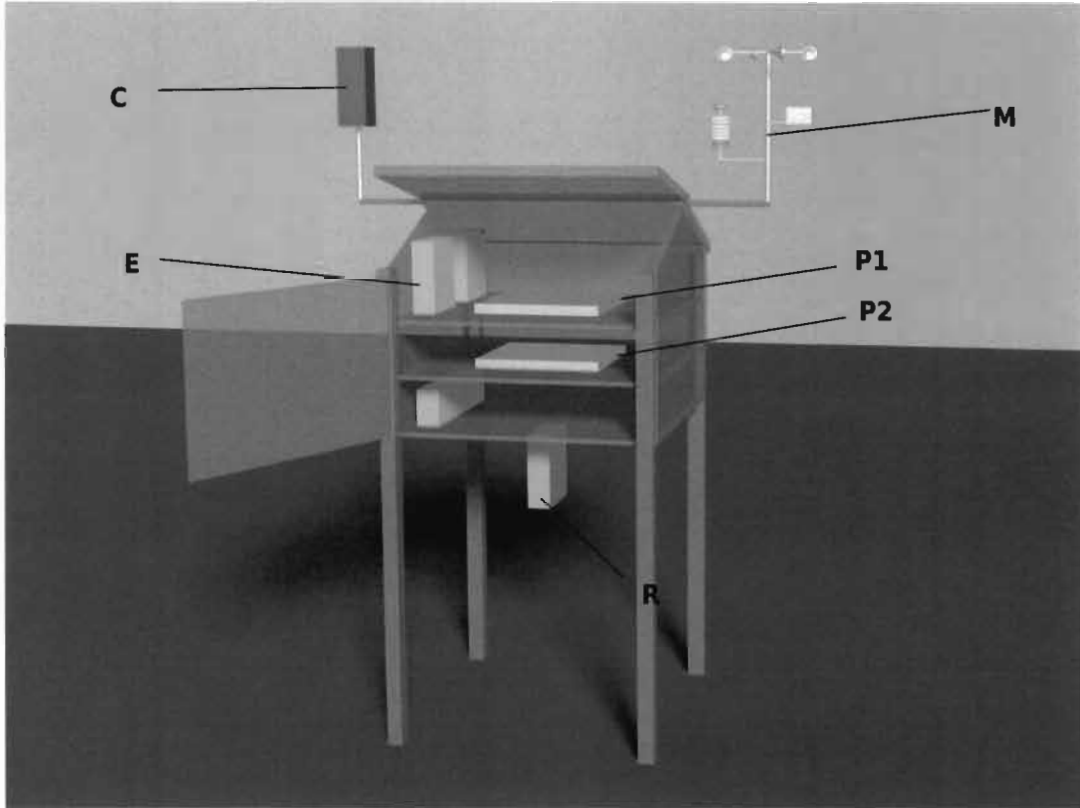


Figura 1.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU *[Signature]* DOBRE FLORINA-MĂDĂLINA *[Signature]* GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU *[Signature]*
 NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL *[Signature]* MOȘU TOMA-ȘTEFAN *[Signature]* SĂFTOIU ALEXANDRA *[Signature]*
 SMĂU RALUCA-IOANA *[Signature]* STANCA DENIS IULIAN *[Signature]* VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN *[Signature]*

~~SECRET DE SERVICIU~~

NESECRET

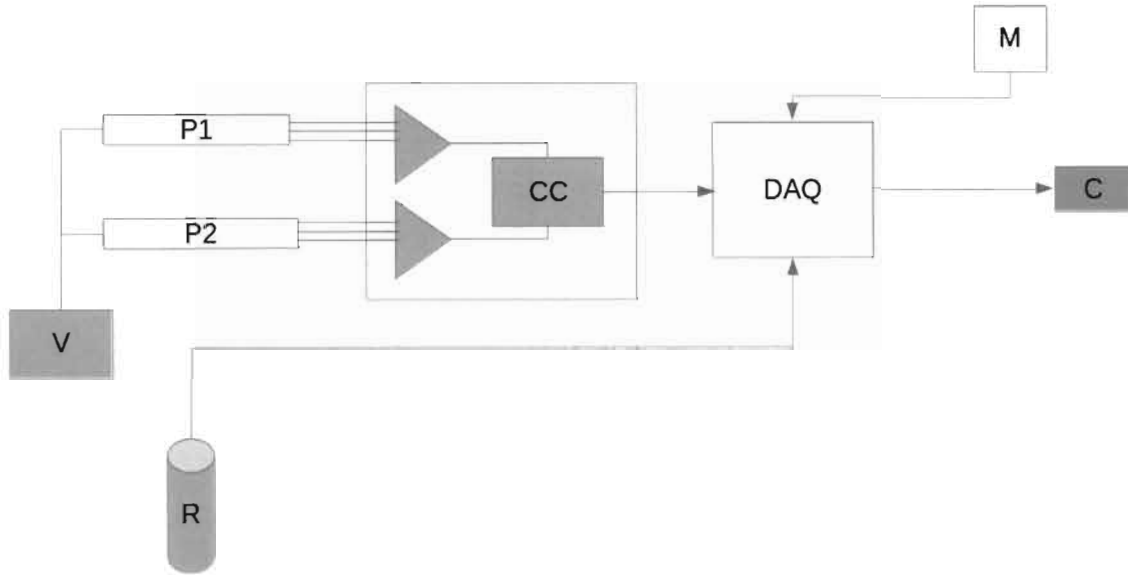


Figura 2.

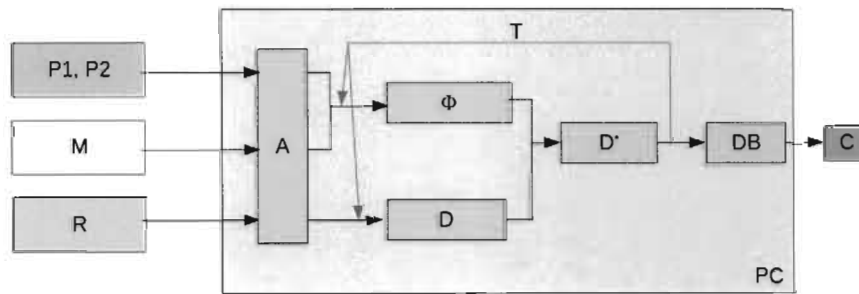


Figura 3.

BĂLĂCEANU ALEXANDRU BOBRE FLORINA-MĂDĂLINA GHERGHEL-LASCU ALEXANDRU
 NICULESCU-OGLINZANU MIHAIL MOȘU TOMA-ȘTEFAN SĂFTOIU ALEXANDRA
 SMĂU RALUCA-IOANA STANCA DENIS IULIAN VANCEA CĂTĂLIN-AURELIAN