



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00959

(22) Data de depozit: 05/12/2016

(41) Data publicării cererii:
28/12/2018 BOPI nr. 12/2018

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• SAVU VALERIU, ALEEA CĂTINEI NR. 13,
BL. 37C, SC. C, ET. 2. AP. 51, PLOIEȘTI,
PH, RO;
• FRATU OCTAVIAN, STR. IVO ANDRIC
NR. 8, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;

• CRĂCIUNESCU RĂZVAN-EUSEBIU,
BD. DACIA NR. 150, BL. 25B, SC. A, ET. 5,
AP. 15, SECTORUL 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• HALUNGA SIMONA VIORICA,
STR. IVO ANDRIC, NR. 8, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• VULPE RĂZVAN- ALEXANDRU,
STR. MĂRGELELOR NR. 11, SC. 2, ET. 5,
AP. 67, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• VOICU CARMEN,
STR. LOCOTENENT GHEORGHE SAIDAC
NR. 7, BL. 27, SC. C, AP. 31, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM HARDWARE DE DETECȚIE A RADIAȚIEI COSMICE
DE TIP NEUTRIN ELECTRON ÎN SARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem hardware de detecție a radiației cosmice de tip neutrîn în roca de sare. Sistemul, conform invenției, este format dintr-o rețea hibridă de detectoare radio constituite dintr-o stație radio SRmkn, unde m este echivalentă cu coordonata x, k este echivalentă cu coordonata y și n este echivalentă cu coordonata z, în care fiecare stație radio include câte două antene pentru polarizare orizontală (1) și două antene pentru polarizare verticală (2), câte un circuit (3) de adaptare de impedanță pentru fiecare antenă, un sumator (4) pentru fiecare polarizare, un filtru trece bandă (5) pentru selectarea componentelor spectrale dorite, mai multe amplificatoare (6) urmate de câte un filtru trece bandă (7), un amplificator (8) urmat de un filtru antialiere (9), un convertor analog-digital (10), o memorie FIFO (11), un sistem de prelucrare locală al stației radio și un transceiver Wireless cuplat cu un calculator de tip PC (12).

Revendicări: 4
Figuri: 2

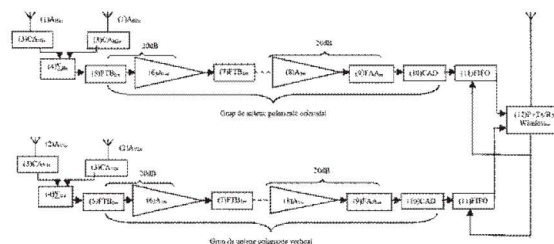


Fig. 1

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).



DESCRIERE

Invenția se referă la un procedeu de detecție a particulelor neutrin de tip electron într-un mediu dens, cum este mediul dat de roca salină, folosind un sistem hardware format dintr-o rețea hibridă de detectori radio, constând din stații radio de detecție a radiației electromagnetice montate în coloane verticale, interconectate prin fir, coloanele fiind la rândul lor interconectate între ele și cu centrul de colectare al datelor printr-o rețea fără fir (wireless).

În prezent, detecția de neutrini se realizează folosind instalații de mari dimensiuni, în gheață sau tancuri de apă, detecția în sare fiind analizată mai mult teoretic. Procedeele standard de detecție sunt: detecția radio chimică, detecția conului Cerenkov în apă, detecția folosind scintilația și detecții hibride folosind tehnicile anterioare. Procedeele de radio-detecție s-au axat, în principal, pe radio-detecția în gheață, experimentele IceCube, ARA, ARIANNA, GNO sau în baloane la suprafața gheții, experimentele ANITA și EVA. Procedeele de radio-detecție, a neutrinilor în sare, au fost investigate mai mult teoretic¹. Astfel, invenția de față aduce un plus în radio-detecția neutrinilor, prin propunerea unui procedeu de detecție în sare.

În cazul particular, în care se dorește detecția particulelor cosmice de tip miuon folosind procedeu de scintilație, **RO 131238 A4** descrie acest procedeu folosind un laborator mobil ce poate lucra în subteran. Invenția este reprezentată de un detector mobil constituit din scintilatori plastici construit în vederea măsurării fluxului de miuoni în diferite locații la suprafața solului sau în subteran folosind principiul standard de detecție.

Pe de altă parte există soluții de detecție a particulelor cosmice, folosind straturi subțiri de sticlă folosind o serie de bare de metal. Această metodă este descrisă de **US 2009/0101824 A1** și folosește principiile standard de detecție, doar că, configurația propusă are avantajul în a determina coordonatele la care particula a lovit suprafața de sticlă. Ca și în cazul precedent, nu sunt folosite principiile radio-detecției.

Problema pe care invenția o rezolvă se referă la posibilitatea construirii rapide și eficiente a unor observatoare sau instalații de detecție a surselor de neutrini sau de alte particule cu un comportament subteran asemănător, care să permită fie monitorizarea activităților umane din domeniul nuclear, fie dezvoltarea de cercetări privind spațiul cosmic și structura Universului. Mai mult, având în vedere că sarea este un mediu mai dens ca gheața (mediul folosit în prezent pentru

¹ Connolly, Amy L. and Vieregg, Abigail G, Radio Detection of High Energy Neutrinos, 2016 (arXiv:1607.08232)

radio-detecria neutrinelor) va duce la o creștere cu un factor de 2,5 a interacțiunilor neutrinelor cu mediul.

Invenția introduce un nou tip de detecție a neutrinelor, folosind radio-detecria acestora în sare. Chiar dacă există experimente la scară largă, privind detecția radio a neutrinelor, acestea se referă la detecția acestora în gheață. Această metodă este una puțin utilizată iar invenție a pus accentul pe un sistem ușor de construit și implementat în mediul dat de roca salină.

Principalul avantaj al soluției este faptul că solul terestru ecranează majoritatea undelor electromagnetice date de activitatea umană de la suprafața Pământului, precum și efectul unor particule elementare care nu trec cu ușurință prin sol, detectorii menționați fiind amplasați în subteran.

De asemenea trebuie evidențiată și ușurința cu care poate fi montat acest sistem, soluția pentru fiecare nod de rețea fiind una de mici dimensiuni. Mai mult, sistemul propune și o metodă de testare a nodurilor de rețea și a modului în care acestea sunt amplasate în subteran.

Pe scurt, procedura de detecție, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Permite detecția neutrinelor electron
- Modul de construcție este simplu, fiind alcătuit din materiale uzuale
- Are o fiabilitate ridicată
- Este ușor de montat în orice salină.
- Prezintă un consum redus de energie electrică
- Nu prezintă riscuri pentru operatori
- Nu prezintă riscuri pentru mediul înconjurător
- Permite accesul în subteranul minelor saline active sau închise

Pentru exemplificarea procedurii de detecție propuse, în figura 1 se prezintă schema bloc a unui nod de rețea a sistemului de detecție a radiației cosmice (i.e. neutrini electron) în sare. Sistemul este format dintr-o stație radio SRmkn, unde m este echivalentă cu coordonata x și k este echivalentă cu coordonata y iar n este echivalentă cu coordonata z . Fiecare stație radio va include câte două antene pentru polarizare orizontală (1) și două pentru polarizare verticală (2), câte un circuit de adaptare de impedanță pentru fiecare antenă (3), un sumator pentru fiecare polarizare (4), un filtru trece bandă pentru selectarea componentelor spectrale dorite (5), mai multe amplificatoare (6) urmate fiecare de un filtru trece bandă (7) mai puțin ultimul amplificator (8), cu amplificarea totală a lanțului de la primul filtru trece bandă până la filtrul anti-alierie (9) de cel puțin 100dB, un filtru anti-alierie (9), un convertor analog-digital (10), o memorie FIFO (11), un sistem de prelucrare locală al detectorului radio, cuplat cu un transceiver Wireless și un transceiver Wireless ce este cuplat cu un calculator de tip PC (12). Blocurile funcționale din schemei bloc din figura 1. sunt următoarele:

089

- CA_{H1n} și CA_{H2n} sunt circuitele de adaptare a impedanței antenelor cu polarizarea orizontală la impedanța cablului de 50Ω ,
- CA_{V1n} și CA_{V2n} sunt circuitele de adaptare a impedanței antenelor cu polarizarea verticală la impedanța cablului de 50Ω ,
- A_{H1n} și A_{H2n} este perechea de antene pentru polarizarea orizontală din grupul n de pe verticală,
- A_{V1n} și A_{V2n} este perechea de antene pentru polarizarea verticală din grupul n de pe verticală,
- $\sum H_n$ și $\sum V_n$ sunt sumatoarele semnalelor ce vin de la antenele A_{H1n} , A_{H2n} respectiv A_{V1n} , A_{V2n} ,
- FTB_{0m} este primul filtru trece bandă pentru selectarea componentelor spectrale dorite,
- A_{1m} , $FTB_{1m} - FTB_{4m}$, A_{5m} reprezintă lanțul de amplificare de 100dB împreună cu FTB_{0m} și cu FAA_m ,
- CAD este convertorul semnalului analog după amplificare în semnal digital,
- FIFO este memoria semnalului digital, menținută ca tampon până la sosirea semnalului de prag de la sistemul de Prelucrare + Tx/Rx Wireless (transceiver),
- P+Tx/Rx Wireless este sistemul de prelucrare locală a informației ce are în componență circuitul de triggerare hard și soft, transceiver-ul Tx/Rx Wireless și antena de emisie recepție care este folosită pentru îmbunătățirea raportului semnal zgomot și pentru calibrarea sistemului de prelucrare pe un calculator de tip PC.

Conform invenției, capacitatea de detecție a receptorului radio este dată de calitatea adaptării antenelor de recepție la caracteristicile dielectrice ale mediului dat de roca de sare și a cavității în care nodul de recepție este instalat, precum și de capacitatea de a prelua semnalul simetric de la ambele antene ale receptorului pentru fiecare tip de polarizare. Lanțul de amplificare trebuie să asigure o amplificare suficientă pentru compensarea eventualelor imperfecțiuni provenind din modul de amplasare al nodului de rețea în cavitatea de sare, iar semnalul de la ieșirea blocurilor de recepție și amplificare trebuie să se individualizeze clar peste fondul de zgomot, cu minim 10 dB. Mai mult, structura diferitelor noduri de rețea trebuie să fie similară, cu întârzieri calibrate, astfel ca sistemul să permită corelarea semnalelor provenind de la diferitele noduri de rețea.

Schema montajului, folosit pentru testarea din salină, este prezentată în Figura 2. Este necesară utilizarea unui generator de semnal ca sursă de semnal pentru sonda de emisie, precum și a unui analizor de spectru de calitate ridicată pentru verificarea recepției adecvate a semnalului în

nodul de rețea testat. În exemplul prezentat în Figura 2 s-a utilizat generatorul Agilent N9310A, iar analizorul este Agilent N9320B.

Semnalul de la generator a fost aplicat unei antene dipol introdusă, și ea, într-un orificiu cilindric în sare de dimensiune adecvată aflat la o distanță de 5 ... 10 m de punctul de recepție analizat. Injectarea semnalului în antenă s-a realizat printr-un circuitul de adaptare (50Ω la frecvența de calibrare, de exemplu 187.5MHz). Testele constau în verificarea caracteristicii filtrelor trece bandă la frecvența centrală a filtrelor dar și la 12.5 MHz la stânga și la dreapta frecvenței centrale, precum și faptul că sistemul de amplificare al nodului de recepție poate amplifica semnalul cu peste 20 dB peste nivelul semnalului injectat, fiind recognoscibil din fondul de zgomot recepționat.

REVENDICARI

1. Se revendică procedeul de detecție a unor particule (în particular neutrini) folosind o rețea hibridă subterană de detectoare radio amplasate în roca de sare, caracterizată prin aceea că rețeaua este formată dintr-un șir vertical de detectoare intercalate cu amplificatoare pentru compensarea pierderilor prin cablu, amplasate în puțuri de foraj sau echivalente acestora, interconectate printr-o rețea fără fir (wireless) pentru formarea unui sistem de detecție tridimensional.
2. Se revendică procedeul de detecție a radiației date de o cascadă electromagnetică de frecvență radio generată de particule în subteran, caracterizată prin aceea că detectorul utilizează două perechi de antene, una pentru polarizare verticală și cealaltă pentru polarizare orizontală.
3. Se revendică procedeul și aparatul de detecție de neutrini în sare pe baza radiației electromagnetice secundare, reprezentând nodul de rețea de la revendicarea 1, caracterizate prin aceea că detectorul, cum este cel exemplificat în figura 1, utilizează metoda de detecție din revendicarea 2 și include câte un circuit de adaptare de impedanță pentru fiecare antenă, un sumator pentru fiecare polarizare, filtre trece bandă, amplificatoare și alte circuite.
4. Se revendică procedeul de testare a detectorului din revendicarea 3, caracterizată prin aceea că radiațiile electromagnetice de test generate cu un generator vectorial, sunt transmise printr-o antenă de emisie de tip dipol amplasată (încăstrată) în roca de sare.

Desene explicative

Brevet

Sistem hardware de detecție a radiației cosmice de tip neutrin electron în sare

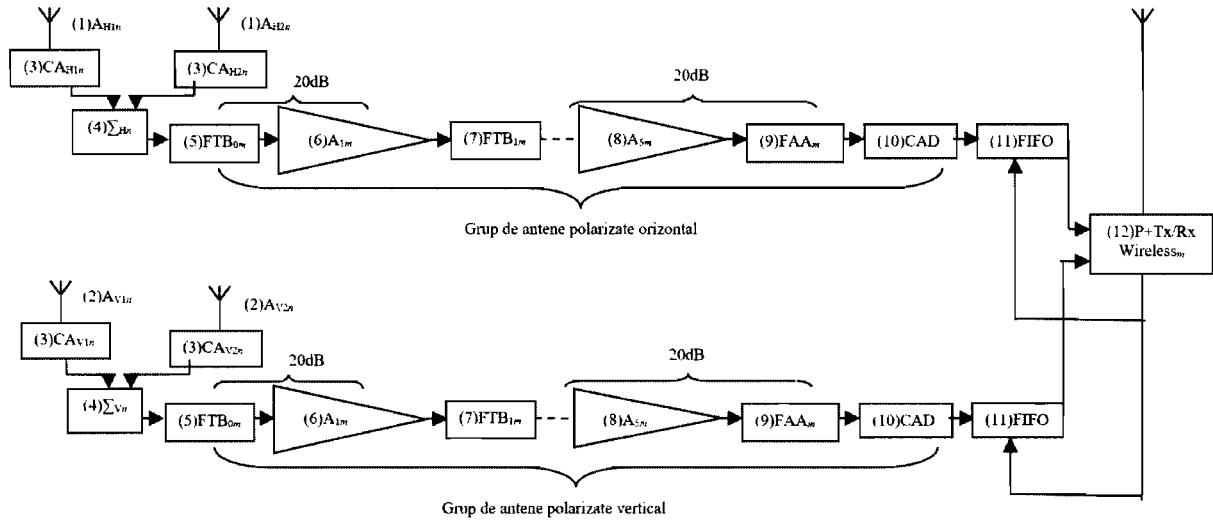


Figura 1 Schema detectorului de tip nod de rețea

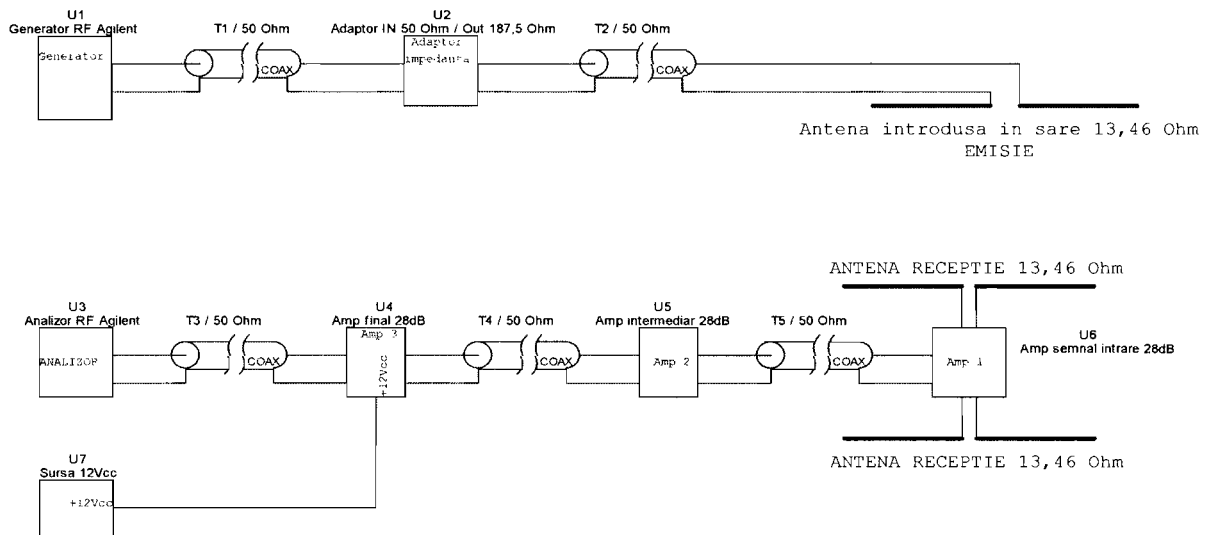


Figura 2 Schema bloc folosită la măsurătorile de test în salină