



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01275

(22) Data de depozit: 06.12.2010

(41) Data publicării cererii:
30.07.2012 BOPI nr. 7/2012

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIAȚIEI, STR. ATOMIȘTILOR NR.409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• CRĂCIUN GABRIELA, STR. SELIMBAR
NR.32, MĂGURELE, IF, RO;
• KLUGER ALEXANDRU, STR. TURDA
NR. 121, AP. 20, SECTOR 1, BUCUREȘTI,
B, RO;

• CRĂCIUN MARIAN, STR. SELIMBAR
NR. 32, MĂGURELE, IF, RO;
• KLUGER ANDREI, STR. TURDA NR. 121,
AP. 20, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• MANAILA ELENA, STR.BABA NOVAC
NR.17, BL.G13, SC.1, ET.1, AP.8,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• IGHIGEANU DANIEL PAUL, BD. DACIA
NR.88, ET.5, AP.21, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MARTIN DIANA, STR. LIVIU REBREANU
NR. 5 BL. 52 SC. 3 AP. 106, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) SISTEM DE MONITORIZARE A NIVELURILOR DE IRADIERE
X, γ ȘI NEUTRONI, CU TELETRANSMISIA DATELOR,
PENTRU ZONE DE RISC RADIOLOGIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere cu raze X, γ și neutroni, cu teletransmisia datelor, care să contribuie la creșterea și menținerea siguranței și securității nucleare și radio-protecției. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un paratrăznet (1), un pilon (2) de susținere, un panou (3) solar, o cutie (4) metalică, o sondă (5) de detecție neutroni, o sondă (6) de detecție raze X și γ , un circuit (7) de împământare, o fundație (8) de beton și o antenă (9) de comunicație prin radio cu un computer local sau central, ce are și funcție de dispeceerat.

Revendicări: 5
Figuri: 7

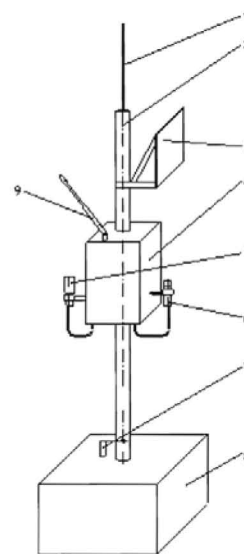


Fig. 1

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).



69

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2010 01275
Data depozit 06-12-2010...

..... Data depozit
..... Nr.
Cerere de brevet de invenție
OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI

DESCRIERE

SISTEM DE MONITORIZARE A NIVELELOR DE IRADIERE X, GAMMA SI NEUTRONI, CU TELETRANSMISIA DATELOR, PENTRU ZONE DE RISC RADIOLOGIC

Inventia se refera la realizarea unui sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, care sa contribuie la cresterea si mentinerea sigurantei si securitatii nucleare si radioprotectiei.

Echipamentele realizate pe plan national si international, dedicate evaluarii conditiilor de asigurare a radioprotectiei in unitati nucleare, depozite de tratare si stocare deseuri radioactive, centre de prelucrare radioizotopi, instalatii industriale radiometrice, instalatii de iradiere medicala, halde de minereu, nu au fost concepute cu posibilitatea colectarii automate si transmiterii la distanta a datelor. Datele sunt inregistrate manual, in mod aleator, ceea ce conduce la intarzieri in luarea de masuri pentru limitarea efectelor in caz de accidente/incidente nucleare sau urgente radiologice.

Sistemele de supraveghere realizate atat pe plan national cat si international alarmeaza in timp real numai la iradiere gamma nu si la radiatie X sau neutronica. Echipamentele din import, nu sunt concepute cu posibilitati de conectare la un sistem centralizat de masurare-alarmare din punct de vedere al radioprotectiei si nu permit crearea automata de baze de date, care daca ar exista ar putea fi utile la determinarea nivelului debitului echivalentului de doza sau doza acumulata.

Prin particularitatile sale de constructie si functionare, sistemul de monitorizare care face obiectul prezentei inventii, prezinta fata de aparatura utilizata momentan in domeniu urmatoarele elemente de noutate:

-este un sistem ce functioneaza independent de prezenta sau absenta retelei de alimentare cu energie electrica.

- pune in evidenta posibila prezenta simultana in mediul inconjurator a mai multor tipuri de radiatii (X, gamma, neutroni) masurand intensitatile campurilor generate de prezenta acestora. La nivel mondial nu exista construite sisteme care a aiba aceste functiuni simultan;

- a fost conceput sa masoare simultan debitele echivalentelor de doza in tesut ale radiatiilor X, gamma si neutroni, deoarece exista substante (materiale) emitatoare de radiatie

neutronica fara a fi gamma emitatoare, ceea ce din punct de vedere al supravegherii mediului este extrem de important prin posibilitatea aparitiei situatiei in care populatia sa fie expusa unui camp de neutroni care sa nu poata fi in evidenta data fiind limitarea echipamentelor existente care pun in evidenta si masoara numai campuri de radiatii gamma;

- este construit cu detectori de raditie X si gamma pe un domeniu extins de masura (debite ale echivalentului de doza in tesut cuprins in intervalul $0.1 \mu\text{Sv/h} - 6 \text{Sv/h}$) si domenii de energie in intervalul $50 \text{keV} - 3 \text{MeV}$, ceea ce face posibila punerea in evidenta a prezentei substantelor radioactive naturale sau sintetizate incepand de la debite comparabile cu fondul natural ($0.1 \mu\text{Sv/h}$) si pana la debite echivalente accidentelor radiologice sau exploziilor nucleare (mai mari de 1Sv/h). Detectorul de neutroni masoara debite ale echivalentului de doza in tesut in domeniul $0.1 \mu\text{Sv/h} - 10 \text{Sv/h}$, ceea ce permite punerea in evidenta a materialelor direct sau indirect emitatoare de neutroni.

- are posibilitatea sa semnaleze depasirea pragurilor de alarmare si sa-si faca autodiagnoza, ceea ce inseamna ca isi verifica singur functionarea si semnaleaza dispeceratul eventualele defecte;

- permite transmiterea in timp real a valorilor debitelor echivalentului de doza a radiatiilor X, gamma si neutroni;

- are o solutie versatila de comunicatie, ce poate fi dedicata specificului fiecarui tip de utilizator;

- este prevazut cu comunicatie bidirectionala, ceea ce inseamna ca si dispeceratul central poate trimite sistemului informatii referitoare la modificarea anumitor parametri cum ar fi pragul de alarmare, setarea parametrilor de etalonare, modificarea timpului de masurare, la ce interval de timp sa faca transferul de date.

In continuare se prezinta exemple de realizare a sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, care au rol explicativ, nu limitativ, in legatura cu **figurile 1-7**, care reprezinta:

- **Fig. 1**, vedere frontala a sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor;

- **Fig. 2**, schema bloc a sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor;

- **Fig. 3**, schema bloc a blocului electronic de achizitie (BEA);

- **Fig. 4**, vedere laterala si in sectiune a sondei de detectie a radiatiei X si gamma > 25 keV;

- **Fig. 5**, vedere laterala si in sectiune a sondei de detectie a neutronilor;

- **Fig. 6**, sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format dintr-un singur punct de masura conectat la un PC local;

- **Fig. 7**, retea de sisteme de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, formata din doua puncte de masura conectate la un PC local cu functie de dispeceratul central;

Exemplul 1. Sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format dintr-un singur punct de masura conectat la un PC local

Din **Fig. 1**, care reprezinta vederea frontala a sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, se observa ca acesta care este alcatuit din urmatoarele elemente: **(1)** paratragnet din CuZn39Pb2 cf. STAS 95-2000, **(2)** pilon de sustinere din teava OL37=10 cf. STAS 500/2-2000, **(3)** panou solar, **(4)** cutie metalica clasa de protectie IP 67 OL37 cf. STAS 500/2-2000 , **(5)** sonda de detectie neutroni, **(6)** sonda de detectie X si gamma, **(7)** circuit de impamantare, **(8)** fundatie de beton B250 si **(9)** antena de comunicatie prin radio cu un PC local sau central care are si functie de dispecerat.

Din **Fig. 2**, care reprezinta schema bloc a sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, se observe modul cum sunt conectate elementele active ale sistemului de monitorizare. Astfel, blocul electronic de achizitie (BEA) **(1)** care se afla amplasat in cutia metalica **(4)** impreuna cu un acumulator **(5)** si un convertor de incarcare a acestuia **(3)**, comunica direct cu sondele de detectie a radiatiilor X, gamma **(7)** si neutronilor **(8)**, prin intermediul comunicatiei radio **(2)** cu un PC local **(9)** si prin intermediul comunicatiei **(10)** cu un calculator de service tip laptop **(11)** cu ajutorul caruia in caz de necesitate se poate reinstala softul de achizitie de date care a fost special dezvoltat pentru sistemul de monitorizare care reprezinta obiectul inventiei. Sistemul este alimentat de la un panou solar **(6)**.

Pentru realizarea sistemului de monitorizare care reprezinta obiectul prezentei inventii, s-au parcurs urmatoarele etape:

I) S-a realizat selectarea tipurilor de detectori ce urmau a fi utilizati pentru realizarea sistemului de monitorizare, astfel incat acestia sa fie capabili sa masoare valori de debit echivalent de doza

foarte ridicate, ce pot apare in conditiile unor urgente radiologice sau accidente nucleare. Din acest motiv, detectorii ce urmau a fi utilizati trebuiau fi capabili sa masoare debite de doza de cel putin 1Sv/h. Pentru selectarea detectorilor s-a tinut cont de domeniile de utilizare ale acestora si ca acestia sa fie in concordanta cu scopul propus.

Astfel, pentru **monitorizarea nivelelor de iradiere gamma si X**, s-au analizat urmatoarele tipuri de detectori: detectori Geiger-Muller, detectori cu scintilatie anorganici (NaI, CsI, etc), detectori cu scintilatori plastici, detectori cu camera de ionizare si detectori cu semiconductori. In urma analizei performantelor detectorilor relativ la necesitatile sistemului de monitorizare ce urma a fi realizat **am decis utilizarea unui detector gamma cu scintilator plastic cuplat cu un fotomultiplicator**. Timpul mort foarte mic al scintilatorului, precum si amplificatorii foarte rapizi ai semnalelor de la fotomultiplicator, permit masurarea debitelor de doza pana la valori foarte mari (10Sv/h), intalnite in cazuri de explozii nucleare sau accidente foarte grave. In acelasi timp, sensibilitatea mare a tipului de detector ales, permite masurarea cu precizie a debitelor de doza mici, apropiate fondului natural, fiind foarte util in evaluarea efectelor iradiarii in cazul incidentelor nucleare de gravitate mica. Detectorul permite masurarea radiatiilor gamma si X in domeniul energetic 25KeV-3MeV, acoperind intreg spectrul de energii ce poate prezenta pericol de iradiere in domeniile de aplicare al sistemului de monitorizare.

S-a ajuns la concluzia ca detectorul ce corespunde din toate punctele de vedere datelor de proiectare este detectorul cu scintilator plastic BDKG-04, ce contine pe langa scintilator si fotomultiplicator toate elementele auxiliare pentru functionarea acestui ansamblu (sursa de inalta tensiune, stabilizator termic, circuite de prelucrare a semnalului, numaratoare, microcontroler cu memorie nevolatila) si care are urmatoarele caracteristici tehnice: domeniul de debit de doza (0.05 μ Sv/h - 10 Sv/h), eroarea de baza (maximum $\pm 20\%$), domeniul de energie al radiatiei gamma si X (15keV - 3MeV), eroarea functie de energie (intre 15keV - 60 keV, $\pm 35\%$ si intre 60keV - 3MeV, $\pm 20\%$), sensibilitatea la radiatia de baza Cs^{137} (70(imp/s)/ (μ Sv/h)), temperatura de lucru (-30°C ÷ +50 °C), umiditate relativa maxima (98% la 35 °C), clasa de protectie (IP54), perturbatii radio (CEI/IEC CESP 22:1997), compatibilitate electromagnetica (CEI/IEC 61000-4-2:1995; IEC 61000-4-3:1995).

Din **Fig. 3**, care reprezinta o vedere laterala si in sectiune a sondei de detectie a radiatiei X si gamma > 25 keV, se observa elementele care intra in componenta acesteia. Astfel, scintilatorul din plastic (**3**), fotomultiplicatorul din sticla (**4**) care sunt despartite de circuitul divizor realizat

din sticlotextolit (5) si placa circuitului imprimat realizata tot din sticlotextolit (8) printr-o piesa de limitare de CuZn39Pb2 cf STAS 95-2000 (9), se afla amplasate intr-o teaca de protectie OL37 cf. STAS 500/2-2000 (7). Scintilatorul si fotomultiplicatorul sunt protejate de lumina printr-un capac (12) din policarbonat. Prinderea si fixarea lor in teaca de protectie sunt realizate cu piulite holender OL37 cf. STAS 500/2-2000 (2), suruburi de fixare M3 (10) si arcuri de compresiune OLC 20 cf. STAS 795-2000 (11). Detectorul de radiatie X si gamma este prevazut cu un capac de protectie mecanica din policarbonat (1) si comunica cu blocul electronic de achizitie BEA printr-o mufa de alimentare (6).

Pentru **monitorizarea nivelelor de iradiere cu neutroni**, s-au analizat cele doua tipuri uzuale de detectori de neutroni: detectorii cu scintilatori cu sticla dopata cu Li, respectiv detectorii cu contori He^3 . **Am decis** ca pentru monitorizarea nivelelor de iradiere cu neutroni **sa utilizam detectorii cu contori He^3 , cu strat de termalizare mai subtire**, considerand ca este mai importanta detectia si alarmarea rapida decat stabilirea valorii exacte a debitului echivalent de doza. Detectorul utilizat este BDKN-01 de tipul „Smart Probe” si are urmatoarele caracteristici tehnice: domeniul de debit de doza (pentru energia de referinta PuBe) (0,1 $\mu\text{Sv/h}$ - 10 mSv/h), eroarea de baza (maximum $\pm 15\%$), densitatea de flux a neutronilor (0.1 - 10^4 neutron/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)), domeniul de energie al radiatiei ($2.5 \cdot 10^{-5}$ keV - 10 MeV), temperatura de lucru ($-30^\circ\text{C} \div +50^\circ\text{C}$), umiditate relativa maxima (98% la 35°C), clasa de protectie (IP65), perturbatii radio (CEI/IEC CESP 22:1997), compatibilitate electromagnetica (CEI/IEC 61000-4-2:1995, IEC 61000-4-3:1995).

Din **Fig. 5**, care reprezinta o vedere laterala si in sectiune a sondei de detectie a neutronilor, se observa elementele care intra in componenta acesteia. Astfel, detectorul de neutroni (2) care este despartit de circuitul de polarizare al acestuia realizat din sticlotextolit (3) si de circuitul imprimat realizat tot din sticlotextolit (6) printr-o piesa de limitare de CuZn39Pb2 cf STAS 95-2000 (7) se afla amplasate intr-o teaca de protectie OL37 cf. STAS 500/2-2000 (5). Detectorul de neutroni este protejat cu un strat de termalizare realizat din poliamida (1) care este fixat de teaca de protectie prin suruburi de fixare M3 (8). Detectorul de neutroni comunica cu blocul electronic de achizitie BEA printr-o mufa de alimentare (4).

II) S-a stabilit solutia tehnica de alimentare cu energie electrica a sistemului de monitorizare, pornind de la analiza judicioasa a tuturor posibilitatilor actuale de alimentare. **S-a ales solutia unui sistem bazat numai pe panou solar, acesta prezentand cea mai mare**

flexibilitate in utilizare. Pe baza de calcul am stabilit ca un panou de 0,5m² acopera necesarul de energie tot timpul anului, in afara de luna decembrie. De aceea va trebui ca diferenta de energie sa fie obtinuta in luna decembrie dintr-un acumulator tampon. Calculele au condus catre o baterie de capacitate de 80Ah. Bateria nu necesita intretinere periodica si permite cicluri de descarcare pana la o limita ce permite utilizarea eficienta a capacitatii acesteia. S-a ales o baterie special proiectata pentru utilizarea in sisteme cu celule fotovoltaice, tip ROLLS DEEP CYCLE-MARINE model 24 HT 80M, de 12V si 80Ah. S-au achizitionat panouri fotovoltaice performante, cu eficienta mare (16%) cu suprafata de 0,49m² produse de firma Kyocera. Panoul solar este conectat la o baterie tampon de 80Ah special conceputa pentru a lucra in conditiile de incarcare/descarcare specifice alimentarii cu panouri fotovoltaice. Conectarea se face printr-un modul inteligent de incarcare/supraveghere, tip PHOCOS CXN10 care are urmatoarele caracteristici tehnice si electrice: afisaj LCD a starii bateriei, starea de incarcare/descarcare, avertizare la deconectarea sarcinii (descarcare critica a bateriei), 5 algoritmi diferiti de deconectare a sarcinii, regulator PWM, compensare de temperatura integrate, curent de incarcare maxim - 10A, curent de sarcina maxim - 10A, tensiune de lucru -12/24V, curent consumat < 4mA, grad de protectie -IP22.

III) S-a procedat la alegerea modalitatii de afisare a datelor achizitionate, pornind de la analiza a doua variante de afisare a datelor: achizitia si memorarea temporara a datelor in blocul electronic de achizitie (BEA), transferul acestora printr-o interfata seriala intr-un calculator tip laptop si afisarea pe ecranul unui calculator local sau achizitia, memorarea datelor si afisarea pe un afisor LCD alfanumeric si transmisia lor pentru afisare si prelucrare la calculator local si central. **In urma analizarii avantajelor si dezavantajelor celor doua metode s-a ales o varianta combinata: afisare locala pe afisorul LCD al BEA, cu transmisia acestora la calculator local sau central.** La constructia sistemului de monitorizare s-a utilizat un afisor alfanumeric cu patru linii de 20 caractere, echipat cu taste functionale, varianta ce permite introducerea datelor si vizualizarea facila a acestora. Afisorul utilizat, nou pe plan mondial este prevazut cu interfata USB si posibilitati de interconectare la programele Windows Vista tip Sideshow, ce permit o prezentare mai flexibila a datelor afisate.

IV) S-a stabilit solutia tehnica pentru constructia mecanica a sistemului, tinand cont de faptul ca aparatul va fi utilizat si in conditii grele de mediu, vibratii si socuri. **Am optat pentru solutia conform careia sondele detectoare se vor monta separat fiind la radul lor inchise in teci de**

protecție cu grad de protecție IP 67, iar **blocul electronic de achiziție (BEA), bateria de acumulatori și elementele auxiliare se vor monta într-o carcasa metalică etanșă de tip industrial** cu grad de protecție IP67. Carcasa este prevăzută cu ușa rabatabilă, permițând accesul la elementele interne, în special la afișorul LCD și tastele funcționale. Construcția mecanică este realizată într-un mod ce permite amplasarea rapidă și mutarea facilă în altă locație pentru care se dorește monitorizarea nivelelor de iradiere. Nu există legături fizice (cabluri de alimentare, cabluri de comunicație, suporturi fixați în sol) ce ar îngreuna reamplasarea sistemului de monitorizare.

V) S-a realizat blocului electronic de achiziție de date (BEA). Blocul electronic s-a realizat ca un sistem modular, bazat pe un bus și conector standardizat, tip PC104. Acest tip de bus este adoptat de majoritatea firmelor ce construiesc calculatoare miniatură. Utilizând acest un bus standard, se pot utiliza orice tip de module de pe piață, existând foarte mulți fabricanți și tipuri de module pentru acest standard. S-a ales un modul de calculator tip TS7260. Baza blocului electronic constituie un modul SBC cu un procesor puternic tip ARM, ce lucrează la 200MHz. Consumul de putere al modulului poate fi redus până la 0,5W prin reducerea frecvenței de tact în momentele când nu se efectuează calcule intensive. Modulul conține o unitate de management al memoriei ce permite rularea de sisteme de operare de nivel înalt ca Windows CE sau Linux. Posibilitatea utilizării unui sistem de operare de tip Linux aduce mari avantaje legate de programarea mai facilă, mai ales la utilizarea de porturi USB, Ethernet, RS232, module de comunicație, etc., cu drivere deja implementate.

S-a utilizat un modul de bază ce cuprinde microprocesorul și elementele auxiliare ale acestuia, un modul de comunicație serială pentru conectarea sondelor detectoare și un modul de comunicație radio pentru transmiterea datelor la calculatorul local.

Din **Fig. 3**, care reprezintă schema bloc a blocului electronic de achiziție (BEA), se poate observa că acesta conține elementele principale necesare achiziției de date de către un sistem de monitorizare ca cel care face obiectul invenției. BEA se află amplasat în cutia metalică **(1)** și comunică direct cu sondele de detecție a radiațiilor X, gamma **(7)** și neutroni **(8)** și acumulatorul **(5)**. Elementele componente ale BEA sunt microcontrolerul de tip AVR RISC **(10)** afișorul LCD **(6)**, tastele **(3)** și patru circuite de interfață de tipul RS232 **(9)**. De asemenea BEA este prevăzut cu mai multe intrări de tip analogic **(4)**. Pe baza schemei bloc s-au elaborat schemele electronice

de principiu ale blocului de achizitie. S-au ales prin proiectare valorile componentelor pasive utilizate (rezistente, condensatori, termistori, etc). Schemele electrice au fost realizate prin proiectare asistata utilizand programe specializate de proiectare circuite imprimate (ORCAD), permitand o proiectare facila a circuitelor imprimate pornind de la aceste scheme de principiu.

S-a ales un microcontroler din noua generatie AVR de la Atmel, cu arhitectura avansata RISC, tip ATMEGA644. Microcontrolerul contine 32 registre conectate direct la la unitatea aritmetica logica (ALU) permitand accesul a doua registre simultan intr-o singura instructiune executata intr-un singur ciclu masina. Din acest motiv, se obtin viteze de lucru de zece ori mai mari pentru aceeasi frecventa de lucru decat cu arhitecturile conventionale CISC. Controlerul ATMEGA644 este prevazut cu urmatoarele functii: 64 kbtes de memorie programabila ISP ("in system"), 4084 bytes de memorie EEPROM, 4084 bytes de memorie SRAM, 32 de linii intrare/iesire programabile, 32 registri de lucru de 16 biti, interfata JTAG cu posibilitatea urmaririi functionarii circuitului, trei circuite de numarare/temporizare de mare flexibilitate, doua interfete programabile USART, interfata seriala I2C, 8 canale de conversie A/D pe 10 bitii, circuit de supraveghere tip "watchdog", 6 funii de reducere a puterii consummate si circuit de ceas de timp real. Microcontrolerul (U3) gestioneaza, prin intermediul porturilor de intrare/iesire, functionarea intregului sistem de masurare. Semnalele RXD, TXD, RXD1, TXD1 (intrarile si iesirile circuitelor UART), precum si semnalele ON232S1, ON232S2, ON232_PC, ON232_M, /EN_S1, /EN_S2, /EN_PC, /EN_M, RTS_PC, CTS_PC, RTS_M, CTS_M sunt utilizate pentru comunicatia cu dispozitive externe prevazute cu interfata seriala (cele doua sonde, PC de service, modem de comunicatie, modul Bluetooth). Semnalele IN1, IN2, IN3, IN4 sunt semnale de intrare analogice sau digitale, ce pot fi utilizate pentru controlul de dispozitive externe (senzor ploaie, senzor usa, tensiune panou solar, etc). Gradul de incarcare al bateriei de acumulatori este masurat prin intrarea de conversie A/D, BATLEV. Software-ul intern ce va fi proiectat in cadrul urmatoarei faze va contine rutine de protectie a bateriei de acumulatori care, la scaderea tensiunii sub o anumita limita vor avertiza operatorul ca aparatul trebuie conectat la sistemul de incarcare si vor opri consumatorii daca tensiunea va scadea in continuare mult sub aceasta limita. Microcontrolerul este echipat cu doua oscilatoare cu quart. Un oscilator pentru gestionarea functionarii circuitelor interne, pe frecventa de 1,843Mhz. Frecventa a fost astfel aleasa ca prin divizarea cu un numar intreg sa genereze frecvente (baud-rate) corespunzatoare standardului de comunicatie RS232 (4800 bps, 9600 bps, 19200bps, etc). S-a cautat o frecventa standard cat mai

joasa (implicit consum cat mai redus de energie) ce corespunde criteriului de mai sus, pentru care sa existe cristale de quart uzuale si a rezultat frecventa de 1,843Mhz. Celalalt oscilator este utilizat pentru ceasul de timp real. Este necesara utilizarea acestui al doilea oscilator deoarece la intrarea in unele moduri de consum redus de putere, oscilatorul principal este oprit. Frecventa s-a ales pentru ca prin divizare sa se obtina intervale de o secunda, necesare ceasului precum si bazei de timp pentru achizitie. Semnalele UP, ENTER, PGM si RESET sunt utilizate si ca semnale de interfata pentru programarea in sistem a procesorului.

Interfetele sunt realizate cu circuite de tip MAX3222 (U1,U2,U6,U7) si permit conectarea celor doua sonde de radiatii, a unui PC de service si a unui modul de comunicatie radio sau GPRS. Circuitele furnizeaza semnalele standard de conexiune seriala RX, TX facand in acelasi timp conversia de nivele logice de 5V la nivele de +/-15V utilizate de interfetele RS232. Fuctionarea circuitelor este controlata de catre microcontroler. Semnalele /EN_S1, /EN_S2, /EN_M, /EN_PC permit receptia semnalelor RS232 de catre circuitul selectat. Semnalele ON232S1, ON232S2, ON232_PC, ON232_M, permit transmisia de caractere spre iesirea interfetelor selectate. Este necesara aceasta comutare, microcontrollerul fiind prevazut doar cu doua circuite de interfate tip UART, fiind posibila transmisia/receptia simultana numai de la doua interfete RS232. Capacitorii conectati pe intrarile circuitelor de interfata sunt utilizati ca pompe de sarcina pentru obtinerea de tensiuni de +/-10V din tensiunea de alimentare de +5V. Tensiunile de +/-10V sunt nivele logice caracteristice acestor tipuri de interfete.

Alimentarea sistemului se face de la o baterie de acumulatori tip acid-Pb, 12V. Unele elemente (cele doua sonde de radiatii) lucreaza la +6V, altele (microcontroller, interfete seriale la +5V) facand necesara conversia si stabilizarea tensiunii la aceste valori. Pentru coborarea tensiunii de la +12V la 6V s-a utilizat o sursa sabilizata, in comutatie, comandata de circuitul specializat tip "step down" MAX1627. Eficienta convertorului este de aproximativ 85%, permitand reducerea consumului fata de o varianta de stabilizator liniar. Pentru inmagazinarea energiei in timpul conductiei tranzistorului mosfet Q4, s-a utilizat o inductanta de 22μH (valoarea recomandata de producator). Tranzistorul de putere si bobina sunt de tip SMD, pentru a minimiza emisiile electromagnetice ce apar la comutatie. Stabilizarea tensiunii de +5V se face prin circuitul stabilizator low-drop U10. Comunicatia cu un PC extern de service se poate face prin cablu serial, utilizand interfata seriala dedicata, descrisa mai sus. Comunicatia fara fir este insa de preferat in conditii deploaie sau umiditate mare, cand nu este recomandata deschiderea carcasei

etanse in care sunt montate circuitele electronice. Operatorul poate lucra de asemenea in conditii mai bune printr-o interfata fara fir, toate operatiunile de testare, recalibrare, reprogramare putand fi realizate ditr-un autovehicul de service. Din acest motiv s-a considerat oportuna echiparea sistemului de achizitie si cu un modul de comunicatie radio.

VI) S-a adoptat solutia cea mai buna pentru comunicatia intre sistemul de monitorizare si calculatorul local. Conditiiile de amplasare necesita comunicatie pe o distanta mai mare decat distanta maxima a comunicatiei tip Bluetooth. **S-a ales un modul radio ce permite comunicarea pana la 8 km distanta in linie dreapta**, suficient pentru amplasamentul ales si pentru o eventuala reamplasare in zone apropiate. Acesta poate fi inlocuit si cu un modul de comunicatie tip GPRS ce poate fi cu usurinta montat in locul modulul radio daca se doreste o amplasare la o distanta mult mai mare. Caracteristicile tehnice ale modulului de comunicatie radio sunt urmatoarele: interfata radio transparenta prin portul serial, bus PC104, drivere pentru sistem de operare Linux, adrese I/O selectabile prin jumperi, IRQ selectabile prin jumperi, rata de transmisie pana la 76,8 kbs. Pe acest modul s-a montat un transceiver tip AC4790 complet compatibil cu el. Caracteristicile tehnice ale dispozitivului transceiver sunt: distanta de comunicatie maxima - 8km, fecventa de operare - 902-928Mhz, putere de emisie - 100mW (200mW EIRP), tip de retea - server/client, interfata standard USB, rata de transmisie maxima 115kbs. In statia locala se monteaza module de comunicatie radio cu interfata USB conectabile direct la PC-ul local. Modul de lucru al modulului montat in calculatorul sistemului este identic cu cel al modulului de comunicatie din statia locala.

Arhitectura tip Masterless realizeaza o comunicatie tip peer-to-peer, in care oricvare modul care are de transmis date poate iniția o sesiune de comunicare cu un transceiver (e) din gama sa, efectueaza transmiterea de date și poate ieși din sesiune. Aceasta arhitectura elimina nevoia de a avea un "master" care dictează controlul fluxului de date, conducand la reducerea componentelor suplimentare și creșterea eficienței. AC4790 are trei moduri diferite de funcționare: receptie, transmisie, mod de comanda. In cazul in care nu este necesara transmisia de date spre alt transceiver acesta va fi în modul activ recepție ascultare pentru o sincronizare cu impulsuri de la un alt transceiver. In cazul in care modulul stabilește ca este apelat de o alta statie va intra intr-o sesiune de comunicatie cu aceasta statie. Un transceiver va intra in modul de transmisie sau modul de comanda daca blocul electronic de comanda (calculatorul) trimite date pe interfata seriala. Toate pachetele trimise prin RF sunt fie pachete adresate sau "Broadcast". Pachetele

“Broadcast” se adreseaza unui grup de receptori pe cand cele adresate se trimit numai receptorului cu acea adresa. Diferenta intre tipul Broadcast și adresat poate fi controlat dinamic cu “API Control byte” si comenzi corespunzătoare. Se poate interzice receptionarea pachetelor tip “Broadcast” prin activarea funției “Unicast” numai pot fi activate. Atunci când trimite o adresa de pachete, pachetul respectiv de date de RF este trimis doar la receptor specificate în adresa de destinație. Pentru a crește șansele de transmisie reusita, se utilizeaza transmisia repetata a datelor. Transmisia de date se face in mod transparent pentru suistemul de comanda (calculator) gazda. Daca statia de receptie primeste pachetul de date fara erori va returna un semnal ce confirma acest lucru in timp de 50ms. Daca acest semnal nu este primit in timp util, statia de transmisie va reincerca transmisia pachetului si va repeta acest lucru pana la o receptie confirmata sau pana ce numarul de incercari (presetat) a fost depasit. Pachetul receptionat va fi trimis modulului de comanda (calculator) numai daca datele au fost primite fara erori. Atunci cand se trimit pachete tip “Broadcast”, pachetele de RF sunt trimise la fiecare transceiver eligibil din rețea. Pentru a crește gradul de succes al receptiei, in modul Broadcast se vor utiliza toate incercarile posibile. Transparent pentru calculatorul gazdă, expedierea de radio va trimite pachete de RF la toate receptoarele. Nu se astepta un semnal de confirmare a receptiei de la statiile apelate. In cazul in care o statie apelata receptioneaza de prima data fara erori pachetul de RF, ea va ignora celelalte incercari de transmisie. Un pachet eceptionat va fi trimis la modulul de comanda (calculatorul) gazda, in cazul in care este liber de erori. In cazul in care o statie doreste sa transmita date, ea emite intai un puls de sincronizare pentru a initia o sesiune cu unul sau mai multe statii radio. Acest puls de sincronizare de 25 ms in prima parte a fiecarui ciclu de 50 ms hamei si este transparent pentru calculatorul gazda. Odată ce o sesiune a fost stabilita, statia care a initiat sesiunea va transmite date in restul de 25 ms ale ciclului curent. Statia va ramane in modul de transmisie pana expira sesiunea de comunicatie respectiva. Dupa ce iese din sesiunea de transmisie statia va reveni in modul implicit de primire/ascultare. In cazul în care un transceiver detectează o un puls de sincronizare in timp ce este in modul receptie, el va intra in sesiunea de comunicatie, si va ramane in aceasta sesiune pana ce ea este finalizata.

VII) S-a realizat software-ul de comanda si achizitie al sistemului de monitorizare, care este compus din doua programe separate, acest lucru marind gradul de stabilitate si securitatea al aplicatiei. Prima aplicatie este una de preluare a datelor de la statiile din teren si de introducere in baza de date. Aceasta ruleaza in fundal si este legata la statiile locale prin intermediul GPRS sau

primește datele printr-un VPN dedicat. A doua aplicație presupune preluarea datelor din baza de date creată anterior și prelucrarea lor într-o interfață prietenoasă. Separarea celor două aplicații permite și schimbarea ușoară a tipului bazei de date. Pentru un număr mic de interogări și baze de date este mult mai bună implementarea unui sistem bazat pe MySQL, dar în cazul în care numărul de stații locale crește este utilă trecerea la un sistem proprietar ce suportă cantități foarte mari de date precum Oracle. Stabilitatea și securitatea datelor este dată și de sistemul de operare folosit pentru serverul central. Acesta este Linux, permițând un management mai bun al resurselor precum și o securitate sporită. Pentru o funcționare continuă serverul central permite duplicarea datelor pe alt calculator aflat în aceeași locație, în cazul în care unul din ele se defectează celălalt preluând sarcina de server primar. Pentru a păstra datele se utilizează o matrice RAID cu 2 HDD-uri permițând clonarea datelor. În acest fel datele se află în același timp pe 4 HDD-uri aflate în 2 calculatoare, redundanța fiind suficientă pentru acest tip de aplicație. Baza de date este compusă din următoarele tabele:

- tabelul de utilizatori înregistrați – fiecărui utilizator îi va fi asociat un număr de identificare unic
- tabelul de permisiuni asociate fiecărui utilizator în parte – fiecare utilizator va avea un set de permisiuni putând citi/modifica anumite informații. Se vor face grupuri de utilizatori ce au un set similar de permisiuni
- tabelul de măsuratori periodice și de evenimente – aici vor fi incluse toate tipurile de măsuratori precum și alarmele și prealarmele din teren.
- tabele de arhivare a informațiilor vechi

Pentru a mari viteza de interogare se pot folosi pentru fiecare tabel indici după cum urmează:

- indexare după ID-ul utilizatorului în cazul tabelului de utilizatori
- indexare după grupul de utilizatori și tipul permisiunii în cazul tabelului de permisiuni
- indexare după ora și ID-ul locației în care s-a făcut măsurătoarea în cazul tabelului de măsuratori periodice și evenimente.

Interfața cu utilizatorul este făcută pentru a fi accesată într-un browser de internet. Aceasta scuteste utilizatorii locali de instalarea unui program separat numai pentru monitorizare și elimină necesitatea upgrade-ului local atunci când programul de la server se modifică. Upgrade-ul în acest caz este transparent și se face numai la server. Interfața permite vizualizarea

datelor provenite de la statiile din teren si interpretarea acestora. Se pot trasa grafice de diferite tipuri indicand contaminarea si posibil miscarea unui nor radioactiv pe harta.

Nivelele de permisiuni vor fi critice pentru modul in care diversi utilizatori vor putea accesa baza de date aflata la server. Exista un nivel de administrator care permite modificarea si citirea tuturor parametrilor din sistem, adaugarea si stergerea de utilizatori, etc. Nivelul de acces de la statiile locale este fi unul mai restrans permitand vizualizarea tuturor datelor dar in cazul parametrilor nu vor permite modificarea acestora decat pentru statia locala. Nivelul de access public permite vizualizarea anumitor tipuri de date nepermitand modificarea nici unui parametru si nici vizualizarea graficelor mai avansate oferite de aplicatie.

Interfata cu utilizatorul va fi dotata cu o harta a tarii permitand adaugarea si stergerea de statii locale in functie de coordonatele GPS ale acestora. Si in cazul hartii utilizarea unui singur server central permite un cost mai scazut de implementare al aplicatiei. In caz contrar, instalarea unei harti la fiecare statie locala ar fi insemnat o suma in plus. Harta aflata la serverul central permite adaugarea de statii locale fara costuri aditionale in afara de cele ale echipamentelor.

Interfata cu utilizatorul are urmatoarea structura: pagina de login in aplicatie, pagina de vizualizare a hartii, pagina de vizualizare a datelor unei statii locale, pagina de grafice, rapoarte si prelucrare a datelor obtinute, pagina de administrare a parametrilor statiilor locale, pagina de administrare a parametrilor aplicatiei (permisiuni, grupuri de utilizatori).

Exemplul 2. Sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format dintr-un singur punct de masura conectat la un PC local.

In **Fig. 6** este reprezentat un sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format dintr-un singur punct de masura, care este compus din ansamblul reprezentat in vedere frontala in **figura 1**, care comunica prin radio cu un PC care are si functia de dispecerat central, in care se realizeaza inregistrarea datelor si realizarea bazelor de date.

Exemplul 3. Retea de sisteme de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, formata din doua puncte de masura conectate la un PC local cu functie de dispecerat central

In **Fig. 7** este reprezentata o retea de sisteme de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, care este compusa din doua puncte de masura conectate la un

PC local, care are functia de dispecerat central. Fiecare dintre cele doua sisteme din retea are toate caracteristicile celui prezentat la exemplul 1, functionand independent unul de celalalt.

REVEDICARI

1. Ansamblu de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, alcatuit din urmatoarele elemente: **(1)** paratraznet din CuZn39Pb2 cf. STAS 95-2000, **(2)** pilon de sustinere din teava OL37=10 cf. STAS 500/2-2000, **(3)** panou solar, **(4)** cutie metalica clasa de protectie IP 67 OL37 cf. STAS 500/2-2000 , **(5)** sonda de detectie neutroni, **(6)** sonda de detectie X si gamma, **(7)** circuit de impamantare, **(8)** fundatie de beton B250 si **(9)** antena de comunicatie prin radio cu un PC local sau central care are si functie de dispecerat.
2. Sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format dintr-un singur punct de masura conectat la un PC local. In punctul de masura se afla amplasat un ansamblu de monitorizare ca cel descris la revendicarea 1.
3. Sistem de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, format din doua puncte de masura conectat la un PC local. In fiecare dintre punctele de masura se afla amplasat cate un ansamblu de monitorizare ca cel descris la revendicarea 1.
4. Procedeu de transmitere a datelor, achizitionate de catre un ansamblu de monitorizare ca cel descris la revendicarea 1, la distanta utilizand o un sistem de comunicatie ca cel descris la exemplul I (pct VI).
5. Software de comanda si achizitie al sistemului de monitorizare a nivelelor de iradiere X, gamma si neutroni cu teletransmisia datelor, compus din doua programe separate. O aplicatie destinata preluarii datelor de la statiile din teren si de introducere in baza de date si a doua care presupune preluarea datelor din baza de date creata anterior si prelucrarea lor intr-o interfata prietenoasa. Modalitate de realizare a software-ului de comanda si achizitie al sistemului mareste gradul de stabilitate si securitatea al aplicatiei.

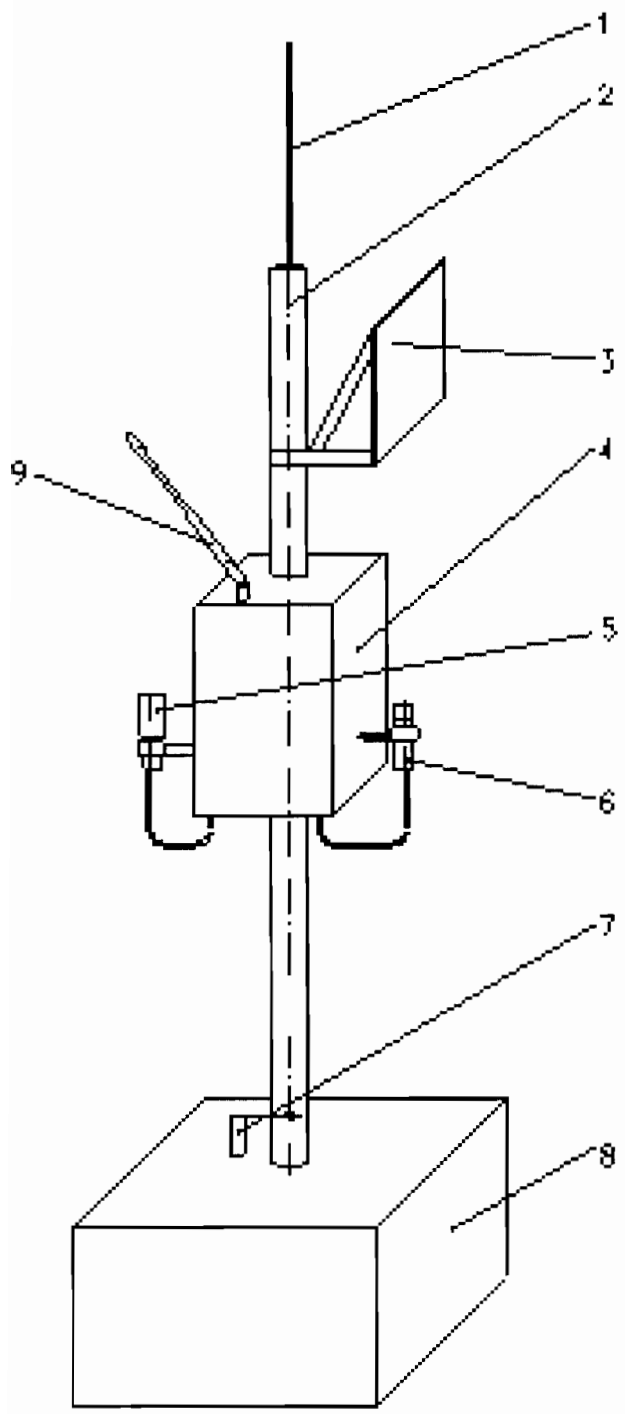


Fig. 1

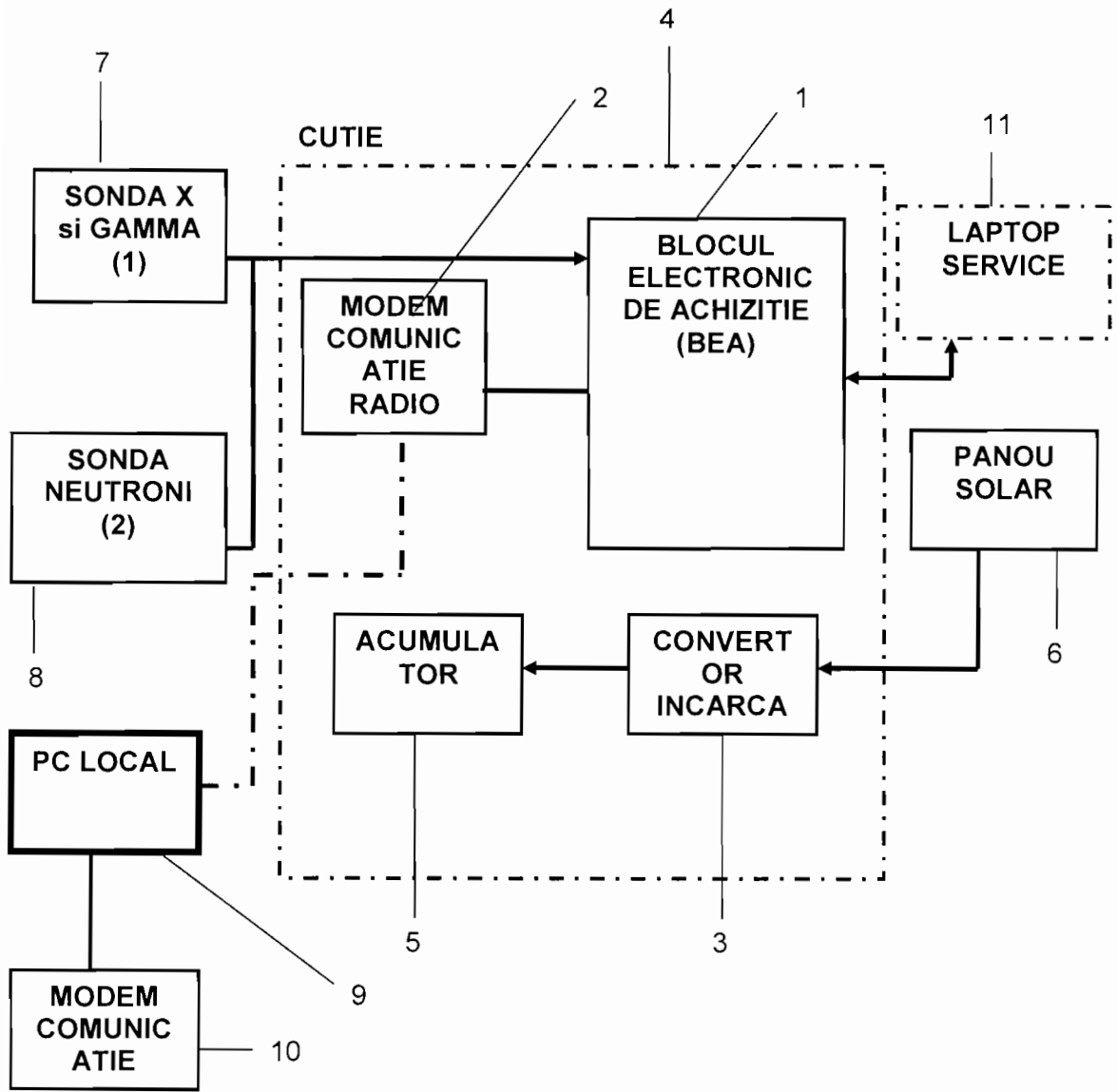


Fig.2

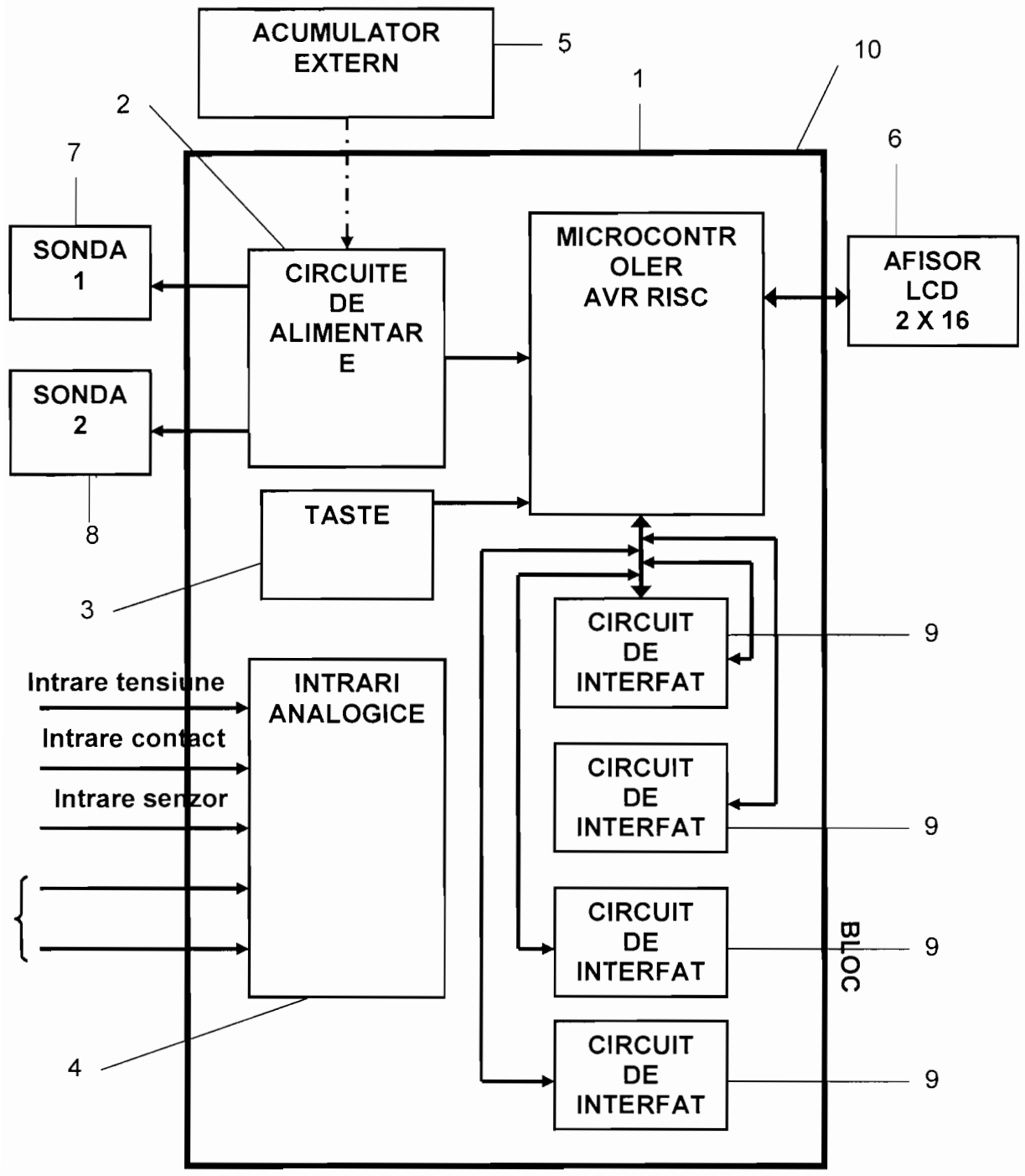


Fig. 3

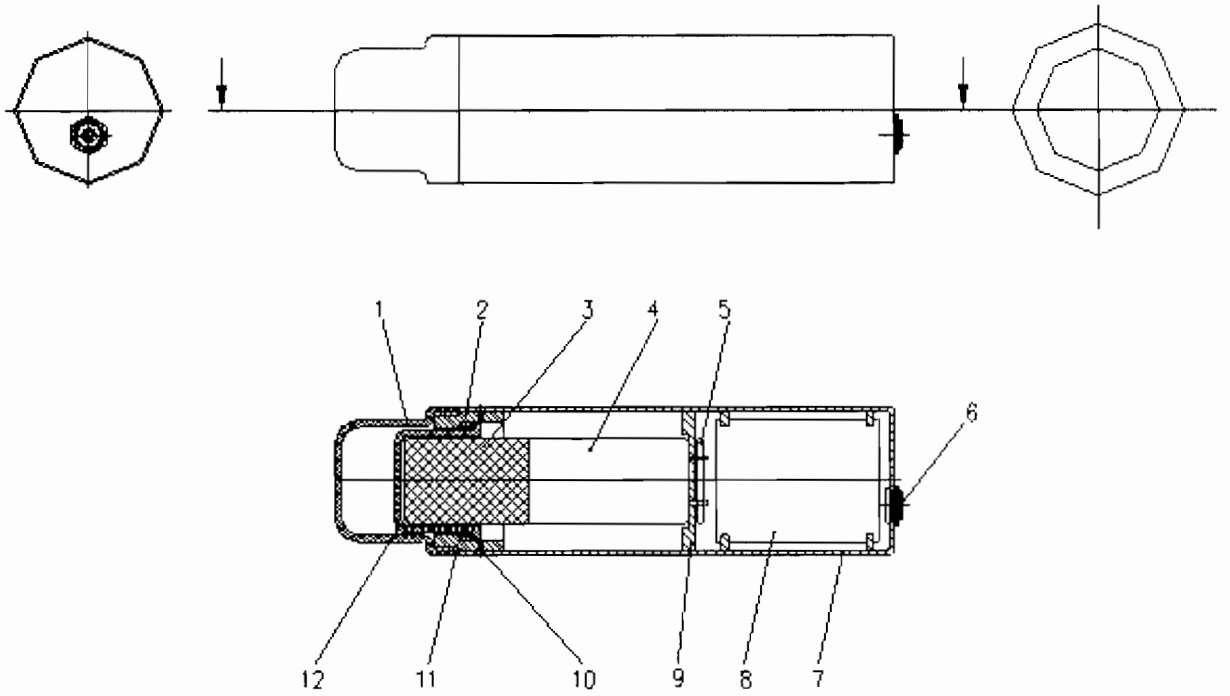


Fig. 4

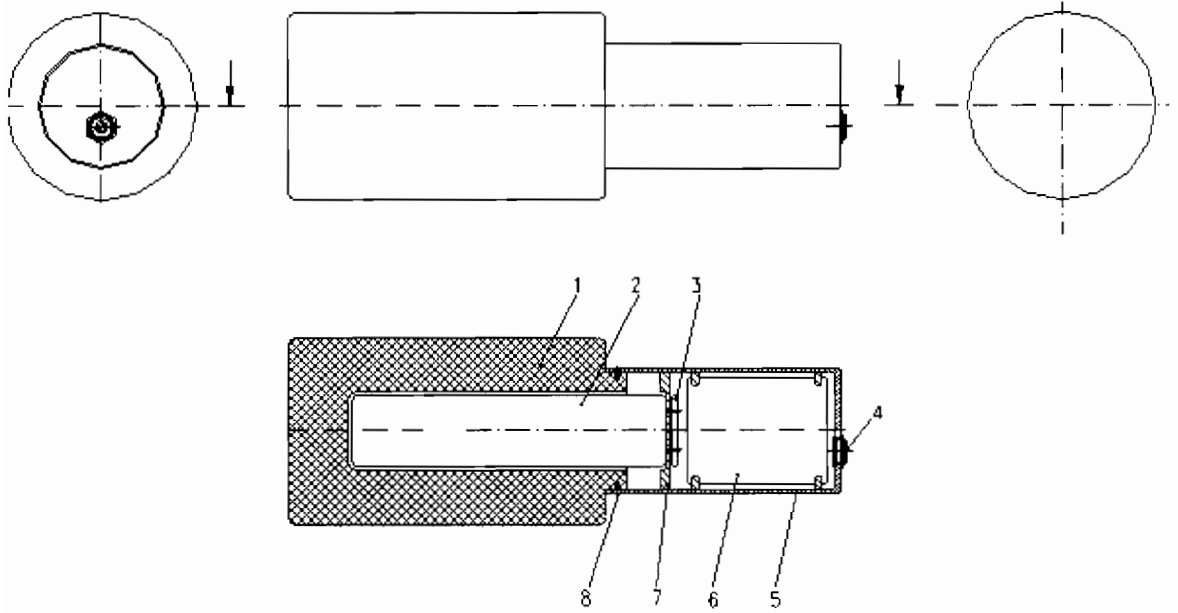


Fig. 5

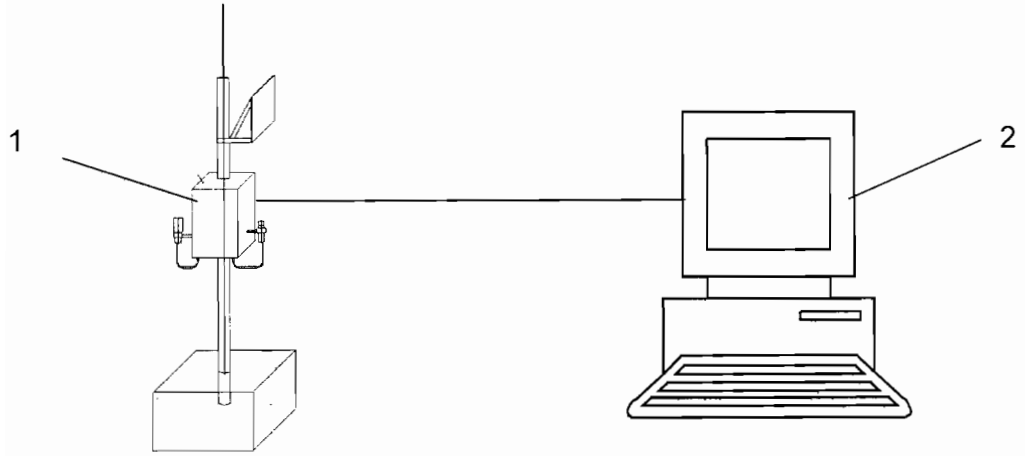


Fig. 6

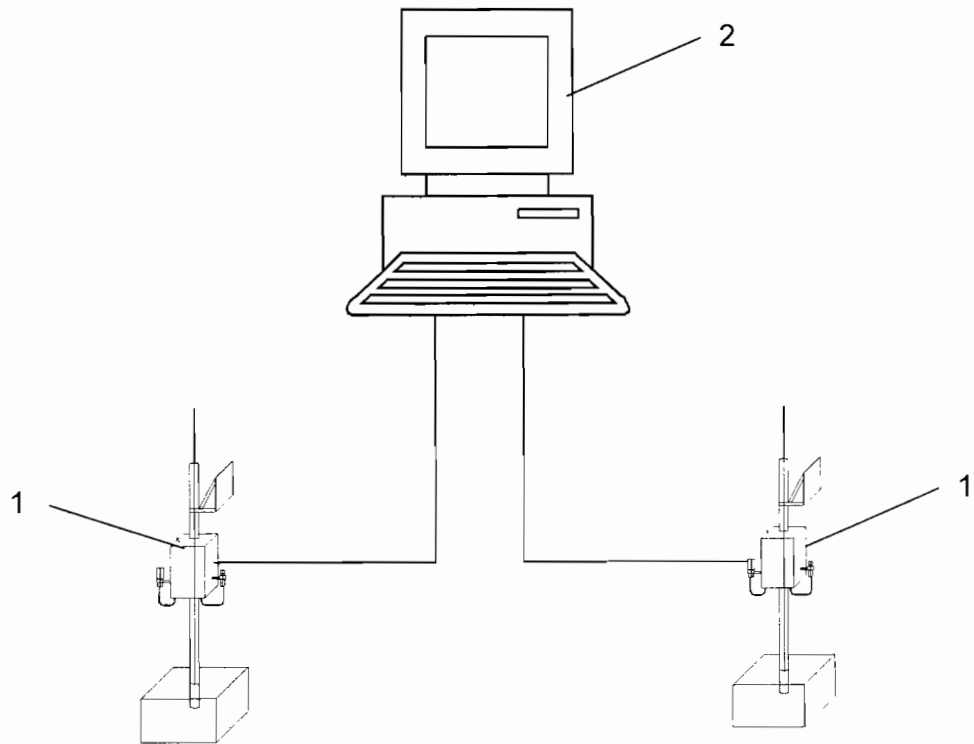


Fig. 7