



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01321

(22) Data de depozit: 06.12.2011

(41) Data publicării cererii:
30.07.2013 BOPI nr. 7/2013

(71) Solicitant:
• AZEL DESIGNING GROUP S.R.L.,
STR. MAGNOLIEI NR. 4A, MĂGURELE, IF,
RO;
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA PĂMÂNTULUI - INCDFP,
STR. CĂLUGĂRENI NR. 12, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• MOLDOVAN ADRIAN SEPTIMIU,
STR. SELIMBAR NR. 32A, MĂGURELE, IF,
RO;

• ERSEN SIMION, STR. TÂRGU NEAMȚ
NR. 6, BL. D10, SC. 2, ET. 1, AP. 13,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• DANE ION, STR. MĂRIA CUNȚAN NR. 1,
BL. S4, SC. 3, ET. 2, AP. 77, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MOLDOVAN IREN ADELINA,
STR. GENERAL EREIMIA GRIGORESCU
NR. 22, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• IONESCU CONSTANTIN, STR.
FIZICIENILOR NR. 8, BL. 5, SC. A, ET. 2,
AP. 9, MĂGURELE, IF, RO

(54) METODĂ ȘI REȚEA DE MONITORIZARE A CÂMPURILOR GEOFIZICE CU TRANSMISIA ȘI PRELUCRAREA AUTOMATĂ A DATELOR

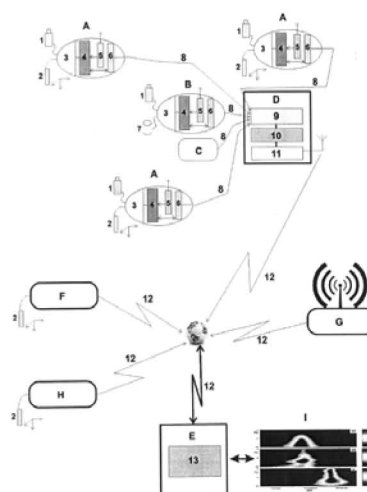
(57) Rezumat:

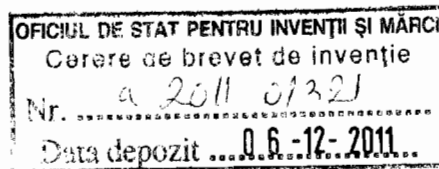
Invenția se referă la o metodă și la o rețea de monitorizare a câmpurilor geofizice, cu transmisia și prelucrarea automată a datelor, în scopul urmăririi comportării acestor câmpuri pe termen lung, mediu și scurt, în special în perioadele în care se produc evenimente seismice semnificative. Rețeaua de monitorizare, conform invenției, este alcătuită din niște cluster (A) de măsurare a intensității câmpului geomagnetic și acustic infrasonic, instalate într-o zonă seismică, fiecare cluster (A) fiind prevăzut cu un magnetometru (2) și un microbarometru (1) care furnizează semnale analogice unui digitizor (3) echipat cu o unitate (4) de conversie analog-digitală, cu un modul GPS (5) și cu o interfață (6) Ethernet care intră în alcătuirea clusterului (A), dintr-o unitate (B) prevăzută cu un microbarometru și cu un monitor (7) de câmp electric, dintr-o stație (C) meteo și dintr-un server (D) local conectat, prin fibră optică (8), cu clusterul (A), unitatea (B) și stația (C) meteo, serverul (D) local având rolul de a prelua datele furnizate de acestea, date pe care le memorează cu ajutorul unei aplicații (10) software și le transmite printr-un ruter (11), către un server (E) central, unde se centralizează și alte date sosite de la alte cluster (F) regionale, situate în afara zonei seismice, precum și de la alte cluster (H și G) de măsură a câmpului geomagnetic și, respectiv, a activității ionosferice, toate aceste date fiind prelucrate de o aplicație (13) software a serverului (E). Metoda conform invenției constă din monitorizarea câmpurilor acustic, electric, atmosferic și geomagnetic, dintr-o zonă seismică și din afara ei, parametrii geofizici fiind stocați la nivelul unui server central, unde are loc

prelucrarea lor automată, fiind generate spectrograme ale anomaliilor înregistrate în activitatea acestor câmpuri, pe termen lung, mediu și scurt, în vederea studierii posibilelor corelații care pot să apară între activitatea acestor câmpuri și activitatea seismică.

Revendicări: 1

Figuri: 1





DESCRIEREA INVENȚIEI

METODA SI REȚEA DE MONITORIZARE A CAMPURILOR GEOFIZICE CU TRANSMISIA SI PRELUCRAREA AUTOMATA A DATELOR

Invenția se referă la o rețea de monitorizare a unor campuri geofizice, cu transmisia și prelucrarea automată a datelor, destinată urmăririi comportării acestor campuri pe termen lung, mediu și scurt, în special în perioadele în care se produc evenimente seismice semnificative.

Campurile geofizice monitorizate sunt: acustic, electric atmosferic și geomagnetic, investigația desfășurându-se în domeniul frecvențelor foarte joase, cuprinse între 0.015Hz și 5Hz. Se urmărește prin această urmărire consecvența a unor posibile corelații ce ar exista între activitatea acestor campuri și activitatea seismică locală, regională și globală.

Rețeaua este alcătuită din unități de măsură a campului geomagnetic și a campului electric atmosferic amplasate atât în zona seismică Vrancea, cât și în imediata apropiere a acesteia (Muntele Rosu - Cheia), exteriorul ei (Surlari - București, Eforie Nord), precum și la distanțe relativ mari, utilizându-se informațiile înregistrate de observatoare geomagnetice din lumea întreagă, prin intermediul datelor furnizate de rețeaua de monitorizare Intermagnet. În interiorul zonei seismice, la Observatorul Seismic Ploștina sunt instalate și unități de măsură a fluctuațiilor microbarometrice ale presiunii atmosferice. De asemenea, rețeaua este dotată și cu stații meteorologice locale, destinate urmăririi corelațiilor dintre condițiile atmosferice și activitatea acustică, electrică, magnetică și electromagnetică a celor trei campuri. Pentru investigarea anomaliilor manifestate la nivel ionosferic sunt folosite informații furnizate de sisteme pasive de monitorizare a ionosferei, prin intermediul unui receptor VLF/LF (Very Low Frequency / Low Frequency) și al unei stații GNSS (Global Navigation Satellite System) de referință, care oferă date privind concentrația totală de electroni din ionosferă pe traseul dintre această stație și sateliții sistemelor GPS și GLONASS.

Campul acustic este monitorizat prin intermediul unor microbarometre care pot măsura variații ale presiunii atmosferice cuprinse între +50Pa și -50Pa, într-un domeniu de frecvențe cuprins între 0.005Hz și 5Hz. Intensitatea campului electric atmosferic este măsurată cu ajutorul unor monitoare în domeniu -20kV/m...+20kV/m, iar campul geomagnetic, cu ajutorul unor senzori fluxgate triaxiali, având un domeniu de măsură cuprins între -100nT și +100nT. Semnalele analogice furnizate de aceste traductoare sunt digitizate cu o rezoluție de 24bți și sunt transmise prin interfete Ethernet, în protocol TCP/IP, unor servere locale, la nivelul cărora are loc stocarea primară a datelor.

Pentru investigarea activității ionosferice este folosit un receptor VLF/LF cu zece canale, care înregistrează intensitățile campurilor electromagnetice produse de zece emitoare de mare putere, amplasate în Europa, prin această urmărindu-se variațiile propagării acestor semnale atât pe parcursul terestru (propagare terestră), cât și pe parcursul ionosferic (propagare prin reflexie ionosferică). Canalele de recepție sunt alese în domeniul 15kHz - 50kHz (VLF), respectiv 100kHz - 300kHz (LF).

Sunt cunoscute si exista referinte despre senzori si traductori destinati masurarii intensitatii acestor campuri in scopul urmaririi posibilelor corelatii dintre acestea si activitatea seismica sau alte fenomene naturale, operand ca dispozitive disperate, in regimuri de lucru intermitente, sau fiind instalate in posibile zone de interes.

Literatura de specialitate este bogata in aceasta privinta, iar incercarile de a verifica posibilele corelatii dintre cele trei campuri geofizice sunt relativ numeroase in acest domeniu.

Dezavantajul principal al echipamentelor si metodelor folosite in prezent este acela ca nu sunt folosite intr-un sistem de masura diferential, pe termen lung si in timp real, neexistand o procedura coerenta de studiu paralel si in timp real al gradului de corelatie dintre activitatea acestor campuri si activitatea seismica. Cele mai multe incercari in domeniu au un caracter sporadic si individual, aparatura este instalata doar in zonele seismice si inregistreaza doar activitatea unui singur tip de camp, pe termen scurt sau mediu. Instalarea echipamentelor doar in interiorul zonelor seismice are dezavantajul ca nu creeaza premisa unei minime mapari spatiale a anomaliilor inregistrate, deoarece nu exista inregistrari simultane si coerente, efectuate la nivel regional.

Problemele pe care le rezolva inventia sunt legate de gradul de compactizare a solutiei tehnice si de conceptul nou pe care il introduce aceasta: o metoda de investigare coerenta, moderna, prin care se urmareste comportarea simultana a trei campuri geofizice, atat in interiorul, cat si la limita si in exteriorul zonelor seismice, creandu-se astfel o metoda de masura diferentiala, consecventa, capabila sa discrimineze anomalii locale de cele regionale si globale, generate de fenomene geofizice majore si de activitatea solara. In plus, inventia ofera posibilitatea prelucrarii automate a datelor cu evidentiarea in timp pseudo real a perturbatiilor care apar la nivelul acestor campuri. Datele de observatie sunt stocate atat la nivel local (copii de siguranta) cat si la nivel central, de dispecerat, unde are loc si prelucrarea automata a acestora prin aplicatii software specifice care genereaza spectrograme ale inregistrarilor si efectueaza procesarea diferentiala a datelor, alcatuind o baza de date deosebit de utila in investigarea ulterioara a fenomenelor generate de interactia dintre litosfera, atmosfera si ionosfera.

Metoda si reseaua de monitorizare a campurilor geofizice cu transmisia si prelucrarea automata a datelor, conform invenției, prezintă următoarele avantaje :

- Reprezinta o metoda si solutie tehnica cu grad de noutate ridicat;
- Permite investigarea coerenta, pe termen lung mediu si scurt a activitatii a trei campuri geofizice importante, pentru a pune in evidenta anomalii care apar, cu discriminarea efectelor locale, regionale si globale;
- Permite investigarea posibilelor efecte locale si regionale pe care le are activitatea seismica din zona Vrancea asupra celor trei campuri geofizice;
- Permite alcatuirea unei importante baze de date, necesara studiului fenomenelor de interactiune dintre mediile litosferic, atmosferic si ionosferic si corelarea acestora cu activitatea solara si cea seismica;
- Reseaua de monitorizare efectueaza transmiterea automata a datelor catre un dispecerat, unde are loc prelucrarea imediata a acestora;
- Reseaua de monitorizare este accesibila prin internet;

M

- Reteaua de monitorizare este autodiagnosticabila si poate fi verificata automat;
- Reteaua de monitorizare poate genera in mod automat semnale de avertizare asupra inregistrarii unor anomalii ale campurilor investigate.
- Toate masuratorile efectuate in retea poarta o eticheta de timp foarte precisa, generata de receptoare GPS care furnizeaza timpul UTC cu o precizie de +/-1us, putandu-se urmari astfel relatiile de cauzalitate dintre anomaliiile inregistrate.

Se descrie în continuare exemplul de realizare a invenției, Figura 1, care reprezintă schema bloc a rețelei de monitorizare a campurilor geofizice cu transmisia si prelucrarea automata a datelor.

Reteaua de monitorizare a campurilor geofizice cu transmisia si prelucrarea automata a datelor, conform invenției, este alcătuita din clustere de masurare a intensitatii campului geomagnetic si acustic infrasonic (A), instalate in zona seismica Vrancea, si care sunt prevazute cu magnetometre triaxiale fluxgate (2) si microbarometre (1) care furnizeaza semnale analogice unor digitizoare (3), echipate cu o unitate de conversie analog-digitala (4), cu un modul GPS (5) si cu o interfata Ethernet (6) si care transmit datele prin fibra optica (8) catre un server local (D) care este echipat cu un switch de retea (9) care preia si datele furnizate de unitatea (B) care transmite date furnizate de un microbarometru (1) si de un monitor de camp electric (7), precum si datele furnizate de o statie meteo (C) si pe care le memoreaza pe un hard disk local prin intermediul aplicatiei software (10) si le transmite printr-un router (11) folosind o conexiune la internet (12) catre un server central (E) unde se centralizeaza si informatiile sosite de la clustere de masura regionale (F) situate in afara zonei seismice si echipate cu magnetometre triaxiale (2), precum si de la clustere de masurare globale (H), asigurate de rețeaua de masura a campului geomagnetic Intermagnet, si de la un cluster de masura a activitatii ionosferice (G) care transmite informatii referitoare la activitatea ionosferica si la continutul total de electroni din ionosfera folosind tehnici radio terestre si satelitare, toate aceste date fiind procesate de aplicatia software (13) care prelucreaza si stocheaza toate informatiile si genereaza in mod automat spectrograme ale anomaliiilor inregistrate in activitatea campurilor acustic, electric atmosferic si geomagnetic din zona seismica si din afara ei, pentru monitorizarea acestora pe termen lung, mediu si scurt, in vederea studierii posibilelor corelatii care pot apare intre activitatea acestor campuri si activitatea seismica locala, regionala si respectiv globala, atunci cand evenimentele seismice inregistrate sunt semnificative din acest punct de vedere, adica majore.

Datele geomagnetice furnizate de clusterelor de masurare (A) din zona seismica sunt analizate in comparatie cu datele obtinute din zonele exterioare acesteia, in vederea crearii unei metode diferentiale care sa atenueze efectele globale ale activitatii solare asupra campului geomagnetic, pastrandu-se doar anomaliiile care se manifesta la nivel local, in zona seismica. Rezultatul filtrarii acestor date este apoi corelat cu informatiile rezultate din monitorizarea campurilor acustic si respectiv electric atmosferic, furnizat de clusterul (B), precum si cu datele privind continutul total de electroni din ionosfera de deasupra zonei seismice si cu datele privind propagarea terestra si ionosferica a semnalelor electromagnetice receptionate de clusterul de masura (G) a parametrilor de reflexie ai ionosferei, care monitorizeaza intensitatea campului creat la locul receptiei de emitatoare de mare putere, situate in Europa si care transmit in benzile VLF si LF si al caror traseu de propagare trece pe deasupra zonei seismice.

[Signature]

Informatiile furnizate de clustere sunt transmise prin intermediul internetului, folosindu-se protocolul de comunicatie TCP/IP, care garanteaza furnizarea pachetelor de date in conditii de siguranta.

Metoda utilizeaza proceduri software avansate pentru procesarea digitala a semnalelor, care urmaresc filtrarea influentelor conexe, cum ar fi activitatea meteo si activitatea umana, ca factori perturbatori.

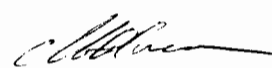
Metoda complexa de monitorizare a trei campuri geofizice importante constituie o abordare de mare noutate in domeniu, deoarece faciliteaza observarea in paralel a marimilor masurate si ofera posibilitatea verificarii corelatiilor care apar prin fenomene de cauzalitate in sistemul complex de interactii litosferice, atmosferice si ionosferice, urmarind producerea si propagarea undelor acustice de foarte joasa frecventa produse prin efecte de conversie electroacustica si optoelectrice manifestate in cavitata de propagare ce se stabileste intre ionosfera si Pamant, efecte ce se manifesta si la nivel electromagnetic.

De asemenea, sunt urmarite efectele pe care le au evenimentele seismice majore, care produc modificari importante ale parametrilor geofizici, la scara globala, dar si eventualele raspunsuri la nivel tectonic pe care le-ar avea eruptiile solare masive.

Bibliografie:

- Annali di Geofisica, GSHAP Special Volume, 1999.
- L.R.Sykes, B.E.Shaw, C.H.Scholz, "Rethinking Earthquake Prediction". Pure Appl. Geophys., 1999, vol.155, pp. 207-233
- H.Kanamori, "Earthquake Prediction: An Overview", in: International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Eds. W.H.K.Lee, H. Kanamori, P.C. Jennings, C Kisslinger, Academic Press, Amsterdam, 2003, pp.1205-1216
- R.Sigusaki, H.Anno, H.Ui, "Geochemical Features of Gases and Rocks along Active Faults", Geochem. J., 1996, vol.143, pp.102-112.
- L.Wang, Ch.Zhu, "Anomalous Variations of Ground Temperature before the Tangsan and Haiheng Earthquakes", J. Seism. Res., 1984, vol.7 (6)
- Z.J.Qiang, C.G.Dian, L.Z.Li, "Satellite Thermal Infrared Precursors of Two Moderate-Strong Earthquakes in Japan And Impending Earthquake Prediction", in: Atmospheric and Ionospheric Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes, Ed. M.Hayakawa, Terrapub, Tokyo, 1999, pp.747-750.
- V.A.Alekseev, N.G.Alekseeva, J.Ichankuliev, "On the Relation between Fluxes of Metals in Waters and Radon in Turkmenistan Region of Seismic Activity", Radiation Measurements, 1995, vol.25, pp. 637-640.
- Berthelier, J.J., Godefroy, M., Leblanc, F., Malingre, M., Menvielle, M., Lagoutte, D.,Brochot, J.Y., Colin, F., Elie, F., Legendre, C., et al., 2006. ICE, the electric fieldexperiment on DEMETER. Planet. Space Sci. 54, 456-471.
- Biagi, P.F., Piccolo, R., Castellana, L., Maggipinto, T., Ermini, A., Martellucci, S.,Bellecci, C., Perna, G., Capozzi, V., Molchanov, O., Hayakawa, M., Ohta, K., 2004. VLF-LF radio signals collected at Bari (South Italy): a preliminary analysis on signal anomalies associated with earthquakes. Natural Hazard Earth Syst. Sci. 4, 685-689.
- Biagi, P.F., Castellana, L., Maggipinto, T., Maggipinto, G., Minafra, A., Ermini, A., Perna, G., Capozzi, V., Solovieva, M., Rozhnoi, A., Molchanov, O.A., Hayakawa, M., 2007. Decrease in the electric intensity of VLF/LF radio signals and possible connections. Natural Hazard Earth Syst. Sci. 7, 423-430.

- Hayakawa, M., Molchanov, O.A., Ondoh, T., Kawai, E., 1996. The precursory signature effect of the Kobe earthquake on subionospheric VLF signals. *J. Commun. Res. Lab.* 43, 169–180.
- Kleimenova, N.G., Kozyreva, O.V., Rozhnoi, A.A., Solovieva, M.S., 2004. Variation in the VLF signal parameters on the Australia–Kamchatka radio path during magnetic storms. *Geomagnet. Aeronomy* 44 (3), 354–361.
- Molchanov, O.A., Hayakawa, M., 1998. Subionospheric VLF signal perturbations possibly related to earthquakes. *J. Geophys. Res.* 103, 17489–17504.
- Molchanov, O.A., Rozhnoi, A., Solovieva, M., Akentieva, O., Berthelier, J.J., Parrot, M., Lefeuvre, F., Biagi, P.F., Castellana, L., Hayakawa, M., 2006. Global diagnostic of the ionospheric perturbations related to the seismic activity using the VLF radio-signals collected on the DEMETER satellite. *Natural Hazard Earth Syst. Sci.* 6, 745–753.
- Rozhnoi, A., Solovieva, M.S., Molchanov, O.A., Hayakawa, M., 2004. Middle latitude LF (40 kHz) phase variations associated with earthquakes for quiet and disturbed geomagnetic conditions. *Phys. Chem. Earth* 29, 589–598.
- Rozhnoi, A., Solovieva, M.S., Molchanov, O.A., Hayakawa, M., Maekawa, S., Biagi, P.F., 2006b. Sensitivity of LF signal to global ionosphere and atmosphere perturbations in the network of stations. *Phys. Chem. Earth* 31, 409–415.
- Strang, G., Nguyen, T., 1996. *Wavelets and filter banks*. Wellesley Cambridge Press. pp. 490.
- Torrence, C., Compo, G.P., 1998. A practical guide to wavelet analysis. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 79 (1), 61–78.



REVENDICARE

Metoda si retea de monitorizare a campurilor geofizice cu transmisia si prelucrarea automata a datelor, bazata pe utilizarea unor clustere de masura a campurilor acustic si geomagnetic (**A**), a campului electric atmosferic (**B**) si a activitatii ionosferice (**G**) care sunt situate atat in interiorul, cat si in exteriorul unei zone seismice si care furnizeaza date prin internet, in timp real, privind evolutia parametrilor geofizici, aceste date fiind centralizate intr-un server central, de dispecerat (**E**), unde are loc stocarea acestora si prelucrare lor automata, prin mijloace software de filtrare si reprezentare a spectrogramelor acestor semnale, pentru identificarea anomaliilor aparute si corelarea lor cu activitatea seismica si solara, la nivel local, regional si global.

DESEN EXPLICATIV

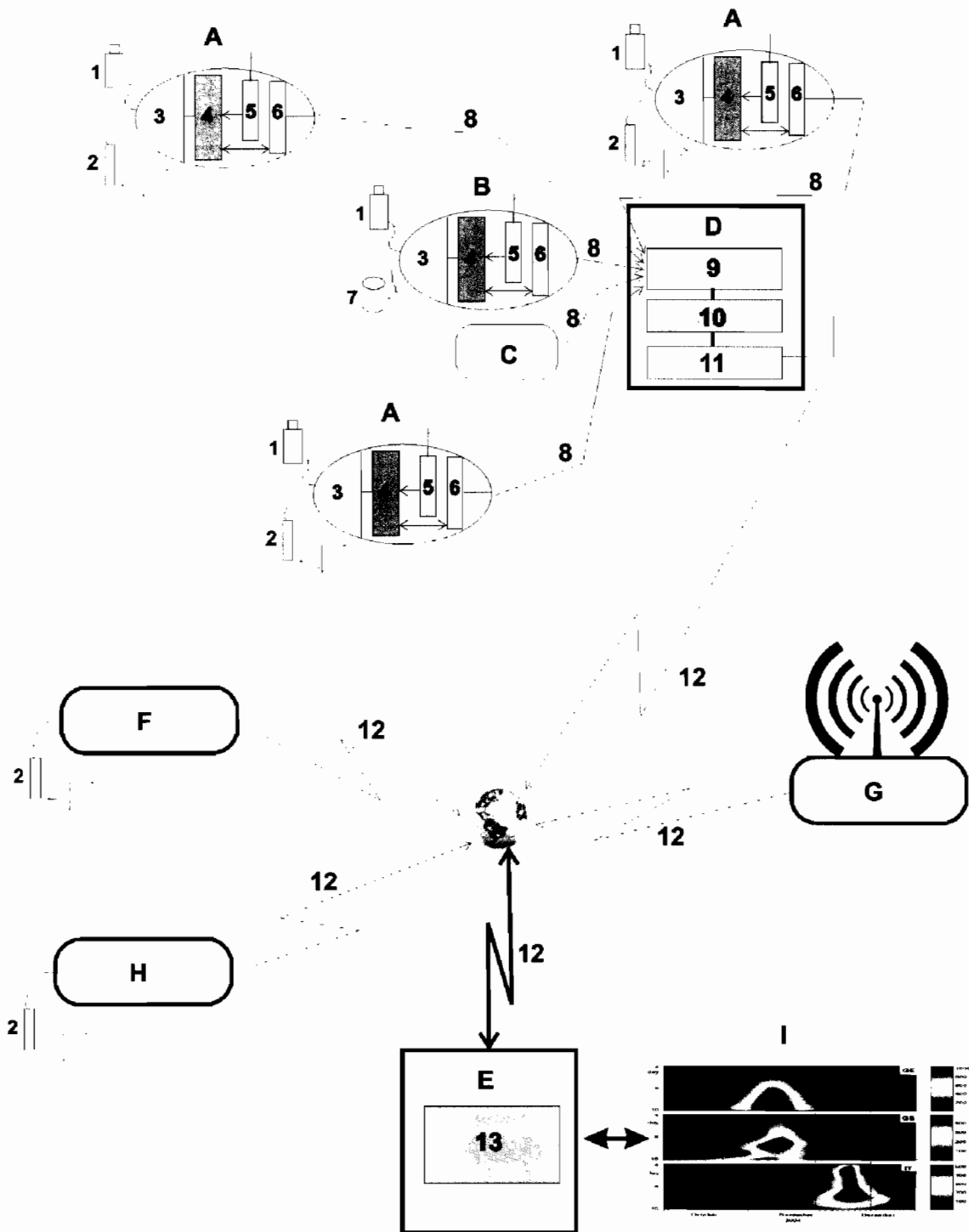


FIGURA 1.

SCHEMA BLOC A REZEI DE MONITORIZARE A CAMPURILOR GEOFIZICE CU
TRANSMISIA SI PRELUCRAREA AUTOMATA A DATELOR

[Handwritten signature]