



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00343

(22) Data de depozit: 07/06/2019

(41) Data publicării cererii:
30/12/2020 BOPI nr. 12/2020

(71) Solicitant:
• ELECTROVĂLCEA S.R.L.,
STR.FERDINAND NR.19,
RÂMNICU VĂLCEA, VL, RO

(72) Inventatori:
• LINGVAY IOSIF, BD.CHIȘINĂU NR.19,
BL.A 5, SC.1, ET.10, AP.41, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;

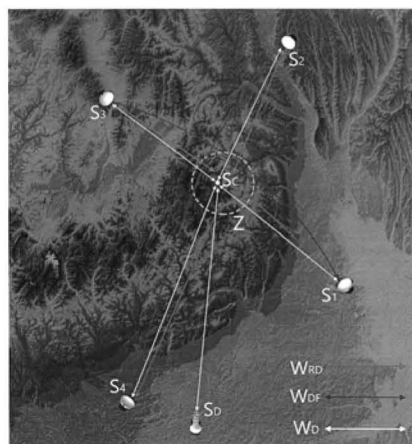
• CIOGESCU OVIDIU EUGEN,
STR.FERDINAND NR.19,
RÂMNICU-VĂLCEA, VL, RO;
• LINGVAY DANIEL, STR. HOREA 75, AP.7,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• NEAGU VLAD, STR. RĂSĂRITULUI,
NR.73, SC.2, ET.1, AP.106, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO

(74) Mandatar:
INTEGRATOR CONSULTING S.R.L.,
STR. DUNĂRII NR. 25, BL.C1, AP. 5,
CLUJ NAPOCA, JUD. CLUJ

(54) METODĂ DE PREDICȚIE A CUTREMURELOR DE PĂMÂNT

(57) Rezumat:

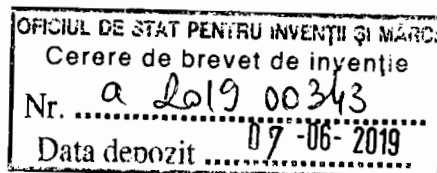
Invenția se referă la o metodă de predicție a cutremurelor de pământ. Metoda conform invenției are la bază monitorizarea secvențială a condițiilor de propagare a undelor electromagnetice decimetrice cu frecvențe cuprinse între 200MHz și 2.5GHz și evidențierea anomaliilor de propagare produse în straturile inferioare ale aerului din atmosferă, din zona (Z) seismică investigată, respectiv apariția și evoluția/intensificarea în timp a amplitudinii undelor (W_{DF}) de difracție și/sau a undelor (W_{RD}) de refracție/dispersie. Pentru aceasta se utilizează o stație (S) de radio de emisie-recepție centrală și mai multe stații (S_1 , S_2 , S_3 și S_4) de radio emisie-recepție periferice, dispuse în zona (Z) geografică monitorizată în așa fel încât indicii de calitate a transmiterii unor secvențe unice la momente bine stabilite de timp, în condiții normale, formează un model de referință în raport cu care se face identificarea stărilor de alarmă seismică.



Revendicări: 3
Figuri: 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).





Metodă de predicție a cutremurelor de Pământ

Invenția se referă la o metodă de predicție a cutremurelor de Pământ care să fie utilizată prin supravegherea unei regiuni geografice suficient de întinse și a unei rețele de colectare și analiză a informațiilor asupra modificărilor din atmosferă.

Cutremurele de Pământ sunt precedate de o serie de fenomene cum ar fi schimbări bruște ale nivelului apei freactice, variații ale rezistivității electrice a solului, anomalii ale concentrațiilor de radon în apele subterane etc. numite în general.

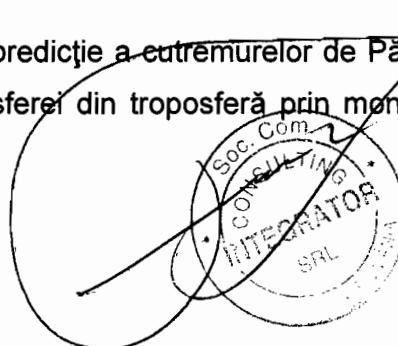
Sunt cunoscute metode de predicție a cutremurelor de Pământ care sunt bazate pe prelucrarea datelor obținute în urma monitorizării evoluției în timp a unor parametri precursori ([1], [2], [3], [4]).

Intrucât nivelul apelor freactice este puternic influențat de structura morfologică a solului în amplasamentul puțului de măsurare, principalul dezavantaj al metodei de predicție a cutremurelor de Pământ bazată pe monitorizarea nivelului apei freactice este că are un nivel de încredere redus întrucât este puternic influențat de localizarea puțului monitorizat față de epicentrul potențialului cutremur.

Principalul dezavantaj al metodei de predicție a cutremurelor de Pământ bazate pe monitorizarea rezistivității solului constă în faptul că pe de o parte necesită o rețea complexă de electrozi și de circuite de măsură, iar pe de altă parte, datorită distribuției imprevizibile a distribuției tensionărilor mecanice din litosferă care preced cutremurele, nivelul de încredere al predicției este redus.

Principalul dezavantaj al metodei de predicție a cutremurelor de Pământ bazată pe monitorizarea concentrației de radon constă în faptul că pe de o parte necesită o rețea cu multiple puncte de măsurare și achiziție de date, iar pe de altă parte - datorită distribuției imprevizibile a distribuției tensionărilor mecanice din litosferă care preced cutremurele și care produc modificări în porozitatea solului și implicit în migrația radonului - nivelul de încredere al predicției este redus [3, 4].

De asemenea este cunoscută metoda de predicție a cutremurelor de Pământ bazată pe evaluarea nivelului de ionizare a atmosferei din troposferă prin monitorizarea



propagării undelor electromagnetice din spectrul undelor lungi și foarte lungi, respectiv a undelor radio cu frecvențe mai mici de 100kHz [5, 6].

Principalele dezavantaje al acestei metode sunt:

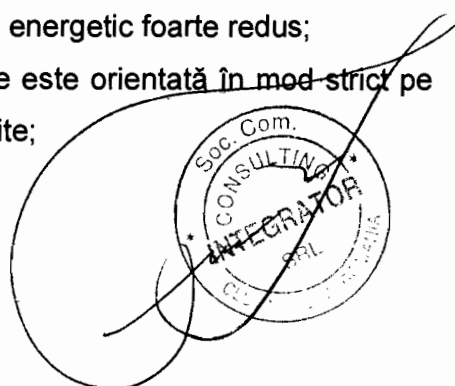
- că metoda necesită menținerea în funcțiune permanentă a unor emițătoare de mare putere (zeci - sute de kW), deci consum însemnat de energie electrică;
- că în lipsa unor antene directive pentru acest spectru de frecvențe, informațiile obținute caracterizează modificările petrecute pe arii deosebit de extinse, de sute de mii de km². Prin aceasta informațiile obținute se dovedesc a fi globale astfel încât sursa, respectiv zona/aria de origine a perturbațiilor nu este localizabilă.
- că informațiile obținute sunt puternic influențate/alterate atât de variațiile diurne, mai cu seamă cele cu referire la zi/noapte și iarnă/vară precum și de fenomenele meteorologice îndeosebi de descărcările atmosferice și/sau de perturbațiile, zgomotele electrice datorate regimurilor tranzitorii din rețelele de transport și distribuție a energiei electrice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în predicția în timp real, respectiv evaluarea riscului iminent de producere a unui cutremur de Pământ.

Metoda de predicție a cutremurelor de Pământ și procedeul de realizare, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că se bazează pe monitorizarea nivelului de ionizare a aerului din straturile joase ale atmosferei datorat emanațiilor globale de radon de pe ariile relativ restrânse, de până la câteva sute de km², ale zonelor tectonice/faliilor cunoscute, monitorizarea realizându-se prin evaluarea atât a gradului de difracție cât și de refracție / dispersie a undelor radio printr-o rețea de stații radio de emisie-recepție de foarte mică putere (până la 5W) care emit și recepționează semnale digitale toate pe aceeași frecvență unică în domeniul undelor decimetrice (200MHz - 2,5GHz), emisia și recepția realizându-se prin antene directive cu raport față/spate de minim 15dB și unghi de deschidere de până la 10 grade, tipurile preferate fiind antenele parabolice și/sau elicoidale cu polarizare circulară, comanda temporizată a ciclurilor de emisie cu durate cuprinse între 15 și 60 secunde la intervale de 15-30 minute și de recepție ale fiecărei stații de emisie-recepție precum și achiziția, prelucrarea și analiza parametrilor semnalelor recepționate realizându-se automat, printr-o aplicație specializată.

Avantajele invenției sunt:

- a) monitorizarea zonei de interes se face cu un consum energetic foarte redus;
- b) monitorizarea integrată/globală a anomaliilor produse este orientată în mod strict pe ariile localizate ale zonelor tectonice cunoscute și urmărite;



- c) metoda nu necesită sisteme/rețele complexe de senzori și traductoare, motiv pentru care se implementează ușor, cu costuri de investiție și de exploatare reduse;
- d) nivelul de încredere al predicțiilor este unul ridicat întrucât funcționarea este determinată de amplitudinea globală/integrată și nu separată a distribuției discrete a tensiunilor, a modificărilor morfologice, a direcțiilor de propagare a fisurilor etc. din litosferă;
- e) prin funcționare secvențială, continuă, a metodei se asigură sesizarea în timp real a abaterilor/anomaliilor deci predicția în timp real (zile - ore) a cutremurelor;
- f) prin prelucrarea datelor achiziționate și a evoluțiilor în timp a parametrilor înregistrați permite evaluarea intensității potențialelor cutremure;
- g) prin evaluarea simultană atât a difracției cât și a refracției/dispersiei undelor radio utilizate se permite eliminarea eventualelor perturbații produse de fenomene meteorologice cum ar fi inversiunile atmosferice, distribuția presiunilor atmosferice etc.;
- h) modul de implementare se face printr-o structură flexibilă care permite diverse extensii cum ar fi achiziționarea și teletransmiterea de diverse date cum ar fi presiunea atmosferică, temperatura, viteza și direcția vântului, nivelul radonului în diverse medii etc.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției și în legătură cu **Fig. 1**, care reprezintă schița de principiu a sistemului de monitorizare a gradului de ionizare a aerului din straturile joase ale atmosferei produsă de emanațiile de radon din litosferă, într-o zonă geografică (seismică) delimitată.

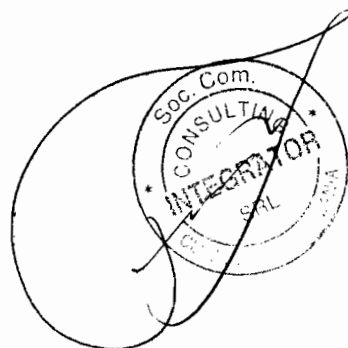
Metoda potrivit invenției asigură predicția apariției cutremurelor de Pământ într-o anumită zonă cu activitate tectonică cunoscută prin monitorizarea nivelului de ionizare a aerului din straturile joase ale atmosferei datorat emanațiilor globale de radon. Ea presupune amplasarea, în perimetrul zonei seismice investigate **Z**, a unei stații de emisie-recepție centrale, **S_c**, cu puterea de emisie de până la 5W prevăzută cu antenă omnidirecțională, stație care în permanență, după un protocol și program orar prestabilit comunică prin semnale digitale pe aceeași frecvența purtătoare unică aleasă în domeniul undelor decimetrice cuprinsă între 200 MHz și 2.5 GHz cu alte patru stații de emisie-recepție **S₁**, **S₂**, **S₃**, respectiv **S₄** cu puterea de emisie de până la 5W precum și cu o stație dispecer **S_D**, toate prevăzute cu antene directive cu raport față/spate de minim 15dB și unghi de deschidere de până la 10 grade orientate spre stația centrală **S_c**, fiind indicată utilizarea antenelor parabolice și/sau elicoidale cu polarizare circulară. Locațiile amplasamentelor stațiilor periferice **S₁**, **S₂**, **S₃**, respectiv **S₄** se aleg în poziții diametral opuse față de **Z** la distanțe de 60 – 200 km față de stația centrală **S_c** astfel încât în funcție de configurația geografică a terenului să se asigure o comunicare radio perma-



nență și sigură prin undă directă W_D între S_C și S_1 , S_2 , S_3 respectiv S_4 iar comunicarea dintre stațiile periferice S_1 , S_2 , S_3 , respectiv S_4 să fie posibilă numai în urma difracției W_{DF} și /sau a refracției / dispersiei W_{RD} a undelor radio.

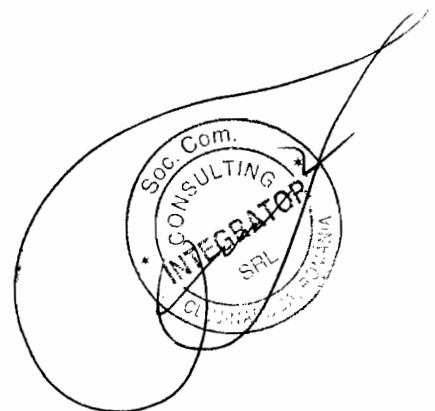
Regimul de funcționare, respectiv comanda ciclurilor de emisie și de recepție cu durate stabilite și corespunzător temporizate/sincronizate în timp ale fiecărei stații de emisie-recepție precum și achiziția, prelucrarea și analiza parametrilor semnalelor recepționate se realizează computerizat printr-un soft specializat realizat în baza unui protocol prestabilit și care va prevedea minimal:

- o etapă E1 de verificare / calibrare a sistemului în care S_C emite un mesaj dat cu durata prestabilită de 15-60 secunde, timp în care stațiile periferice stau pe recepție și cuantifică într-o scară convențională semnalele recepționate de la S_C , după care intră pe rând în emisie, timp de câte 15-60 secunde stațiile periferice și transmit, fiecare, către stația centrală S_C nivelul și calitatea semnalului recepționat de la S_C , timp în care S_C stă pe recepție și cuantifică în aceeași scară convențională semnalele recepționate de la S_1 , S_2 , S_3 respectiv S_4 .
- o etapă E2 de evaluare a nivelului de ionizare a aerului în straturile inferioare ale atmosferei din zona investigată Z care constă în cuantificarea și stocarea datelor privind intensitatea și calitatea semnalelor emise în etapa de verificare / calibrare de S_1 , S_2 , S_3 respectiv S_4 și recepționate de către fiecare stație S_1 , S_2 , S_3 , respectiv S_4 urmată de intrarea pe rând în emisie a S_1 , S_2 , S_3 , respectiv S_4 pentru câte o secvență 15-60 secunde în care fiecare stație transmite către S_C rezultatul cuantificărilor recepțiilor semnalelor celorlalte stații din rețea;
- o etapă E3 de prelucrare primară și stocare a tuturor rapoartelor privind cuantificarea recepțiilor realizate de stațiile periferice și stația centrală, S_C și teletransmitere de către S_C a datelor achiziționate către un dispecerat S_D unde are loc analiza automată și/sau prin operator calificat a acestora și luarea măsurilor ce se impun în situațiile în care apar și evoluează/se intensifică în timp anomalii de propagare între stațiile S_1 și S_3 și/sau S_2 și S_4 prin unde de difracție W_{DF} și /sau între stațiile S_1 sau S_3 și S_2 și/sau S_4 prin unde de refracție / dispersie W_{RD} ;
- reluarea ciclică la intervale prestabilite cuprinse între 15 și 30 minute a etapelor de la E1, E2, respectiv E3.



Referințe bibliografice

- [1] ULOMOV VI, MAVASHEV BZ. On forerunners of strong tectonic earthquakes. In: Dokl. Akad. Nauk SSSR 1967, **176**(2), pp. 319-323).
- [2] GEORGY C, RAFAEL Z, IVAN B. Radon monitoring in groundwater and soil gas of Sakhalin Island. Journal of geoscience and environment protection. 2015 Jul 17; **3**(05), pp.48-53.
- [3] TOADER VE, MOLDOVAN IA, MĂRMUREANU A, DUTTA PK, PARTHENIU R, NĂSTASE E. Monitoring of radon and air ionization in a seismic area. Romanian Reports in Physics. 2017 Jan 1; **69**: pp.709.
- [4] WALIA V, VIRK HS, YANG TF, MAHAJAN S, WALIA M, BAJWA BS. Earthquake prediction studies using radon as a precursor in NW Himalayas, India: a case study. TAO: *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*. 2005 Oct 1; **16**(4). pp.775-804.
- [5] BIAGI PF, MAGGIPINTO T, RIGHETTI F, LOIACONO D, SCHIAVULLI L, LIGONZO T, ERMINI A, MOLDOVAN IA, MOLDOVAN AS, BUYUKSARAC A, SILVA HG. The European VLF/LF radio network to search for earthquake precursors: setting up and natural/man-made disturbances. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*. 2011 Feb 7;11, pp.333-341.
- [6] MOLDOVAN IA, CONSTANTIN AP, BIAGI PF, DĂNILĂ DT, MOLDOVAN AS, DOLEA P, TOADER VE, MAGGIPINTO T. The development of the Romanian VLF/LF monitoring system as part of the international network for frontier research on earthquake precursors (INFREP). Rom. Journ. Phys. 2015 Jan 1; **60**(7-8), pp.1203-1217.
- [7] BLAUNSTEIN, N. Method of earthquake prediction, Brevet US 6246964, 2001.

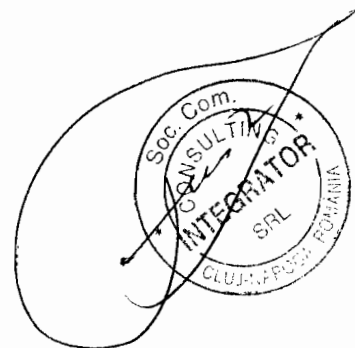


Revendicări

1. Metodă de predicție a cutremurelor de Pământ **este caracterizată prin aceea că se realizează pe baza monitorizării secvențiale a condițiilor de propagare a undelor electromagnetice decimetrice cu frecvențe cuprinse între 200MHz și 2,5GHz și evidențierea anomaliilor de propagare produse în straturile inferioare ale aerului din atmosferă din zona seismică investigată (Z), respectiv apariția și evoluția – intensificarea în timp a amplitudinii undelor de difracție (W_{DF}) și / sau a celor de refracție / dispersie (W_{RD}).**
2. Metodă ca la revendicarea 1, **este caracterizată prin aceea că** monitorizarea condițiilor de propagare se realizează printr-o rețea de comunicații radio format dintr-o stație de emisie-recepție centrală (S_C) cu putere redusă la emisie de până la 5W prevăzut cu antenă omnidirecțională amplasată în perimetrul zonei seismice investigate (Z) și patru stații de emisie recepție (S_1 , S_2 , S_3 respectiv S_4), toate de mică putere de până la 5W prevăzute cu antene directive cu raport față/spate de minim 15dB și unghi de deschidere de până la 10 grade orientate spre stația centrală (S_C), locațiile amplasamentelor stațiilor (S_1 , S_2 , S_3 și S_4) se aleg în poziții diametral opuse față de zona seismică monitorizată (Z) la distanțe de 60 – 200 km față de stația centrală (S_C) astfel încât, în funcție de configurația geografică a terenului, să se asigure o comunicare radio permanentă și sigură prin undă directă (W_D) între stația centrală (S_C) și stațiile diametral opuse (S_1 , S_2 , S_3 , respectiv S_4) iar comunicarea dintre stațiile plasate diametral opus (S_1 , S_2 , S_3 , respectiv S_4) să fie posibile numai în urma difracției (W_{DF}) și /sau a refracției/dispersiei (W_{RD}) undelor radio.
3. Metodă ca revendicarea 1 și 2, **este caracterizată prin aceea că** regimul de funcționare, respectiv comanda ciclurilor de emisie și de recepție cu durate stabilite și corespunzător temporizate/sincronizate ale fiecărei stații de emisie-recepție din rețea (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 respectiv S_C) precum și achiziția, prelucrarea și analiza parametrilor semnalelor recepționate se realizează computerizat printr-o aplicație specializată realizată în baza unui protocol prestabilit și care prevede reluarea ciclică la intervale de 15-30 minute a unei etape de verificare / calibrare a sistemului în care, prin emisie succesivă a stațiilor din rețea și prin cuantificarea calității și intensității semnalelor recepționate la celelalte stații din rețea se verifică funcționalitatea fiecărei stații, atât pe emisie, cât și pe recepție și se evaluează condițiile de propagare prin undă directă (W_D) între stația centrală (S_C) și fiecare stație periferică din sistem (S_1 , S_2 , S_3 și S_4)



urmată de o etapă o etapă de evaluare a nivelului de ionizare a aerului în straturile inferioare ale atmosferei din zona investigată **Z** care constă în cuantificarea și stocarea datelor privind intensitatea și calitatea semnalelor recepționate de fiecare stație periferică (**S₁**, **S₂**, **S₃**, respectiv **S₄**) în timpul secvențelor de emise a fiecărei stații periferice din sistem identificând astfel apariția eventualelor anomalii de propagare a undelor decimetrice cu frecvențe cuprinse între 200MHz și 2.5GHz prin difracție (**W_{DF}**) și/sau prin refracție/dispersie (**W_{RD}**), anomalii datorate ionizării aerului din straturile joase ale atmosferei în urma emanațiilor de radon din zona seismică investigată (**Z**) și de o etapă în care datele privind cuantificarea tuturor recepțiilor realizate de stațiile din sistem achiziționate la stația centrală (**S_C**) sunt transmise periodic de 2-4 ori în fiecare oră către un dispecerat (**S_D**) unde are loc analiza automată și/sau prin operator calificat a acestora și luarea măsurilor ce se impun în situațiile în care apar și evoluează/se intensifică în timp anomalii de propagare între stațiile periferice (**S₁**, **S₂**, **S₃**, respectiv **S₄**) prin unde de difracție (**W_{DF}**) și/sau prin unde de refracție / dispersie (**W_{RD}**).



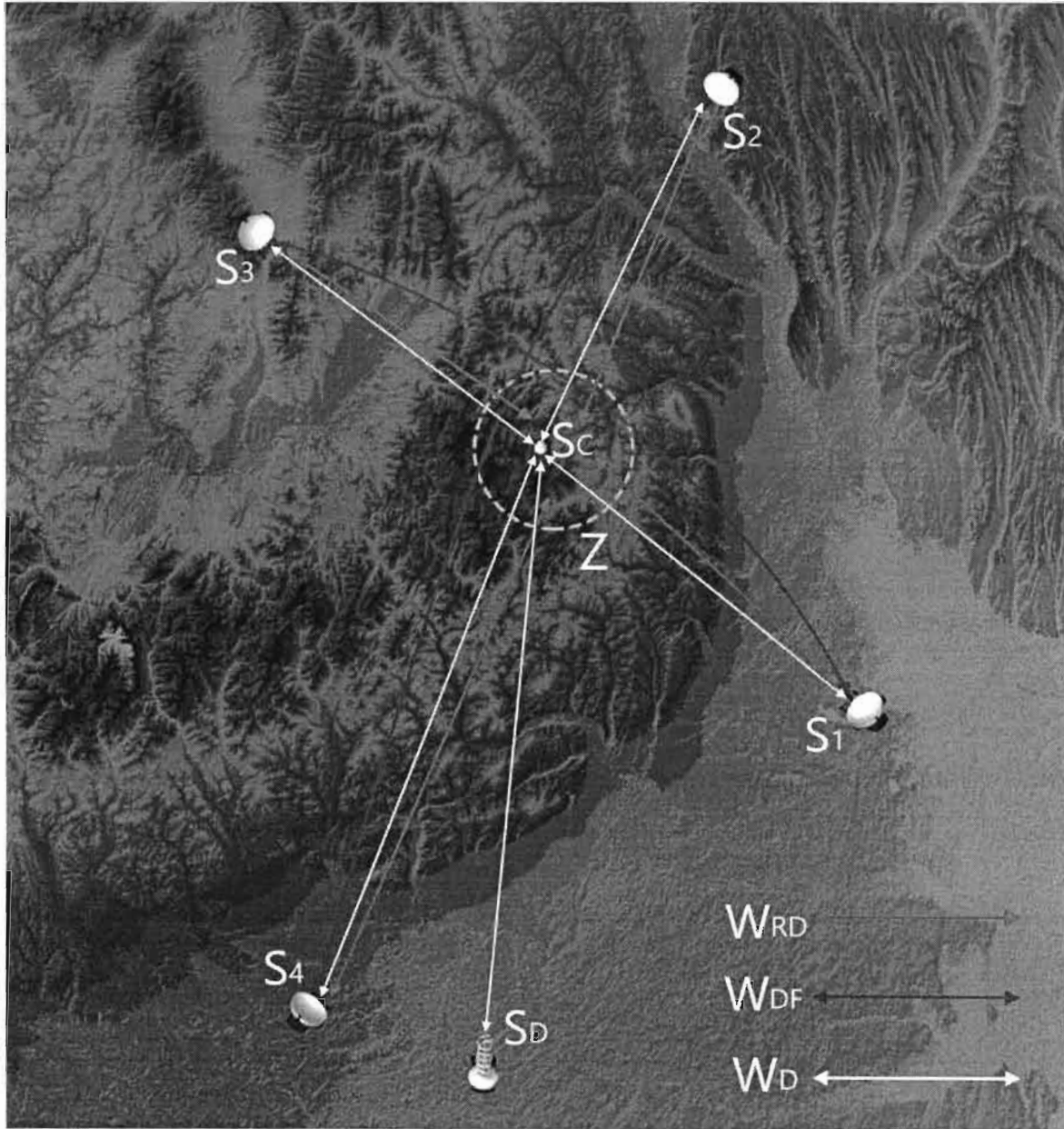


Fig. 1.

