

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00713

(22) Data de depozit: 21/11/2023

(41) Data publicării cererii:
29/03/2024 BOPI nr. 3/2024

(71) Solicitant:
• TECHNO VOLT S.R.L., STR. OLĂNEȘTI,
NR. 4, BL. 43A, SC. 1, ET. 4, AP. 25,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• PANGRATIE VASILE, STR. OLĂNEȘTI
NR. 4, BL. 43A, SC. 1, ET. 4, AP. 25,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• PLOEȘTEANU CONSTANTIN,
STR. VLĂDEASA NR. 3, BL. C 68, SC. 1, ET. 6,
AP. 24, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• RADOI ANDREI, CALEA VITAN NR. 121,
BL. V1, SC. 2, ET. 8, AP. 53, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• CHERCIULESCU BOGDAN-EMANUEL,
STR. NERA, NR. 2, BL. OD5, SC. 2, ET. 2,
AP. 52, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• CRISTEA LUCIAN LAURENȚIU,
STR. BĂRĂGANULUI 29A,
POPEȘTI-LEORDENI, IF, RO;
• NECHITA CONSTANTIN,
ALEEA MOSTIȘTEA, NR. 39, SC. 2, ET. 1,
AP. 41, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• PANGRATIE ANDREI, STR. DEALULUI,
NR. 2, BL. F8, SC. 1, ET. 2, AP. 11, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MUNTEANU TIBERIU-CĂTĂLIN,
STR. CRINULUI, NR. 105, CONSTANȚA, CT,
RO

(54) **SISTEM DISTRIBUIT CU FIBRĂ OPTICĂ PENTRU
MONITORIZAREA INTEGRITĂȚII STRUCTURALE A
CONDUCTELOR ȘI A RISCURILOR DE INTRUZIUNE
ÎN REȚELELE DE TRANSPORT PETROL ȘI GAZE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem distribuit cu fibră optică pentru monitorizarea integrității structurale a conductelor și a riscurilor de intruziune în rețelele de transport petrol și gaze. Sistemul, conform invenției, se compune dintr-un laser (1) cu lungimea de undă de 1550 nm, un cuptor (2) optic care desparte lumina în două ramuri, ramura de 90% este modulată de un modulator (3) opto-acustic, impulsul rezultat fiind aplicat printr-un circulator (4) al fibrei optice de detecție montată pe un traseu (5) de ducere-montare pe o conductă (6) și un traseu (7) de întoarcere-montare în vecinătate, iar ramura de 10%, folosită ca oscilator local, este aplicată unui circuit (8) de deplasare frecvență, unui circuit (9) de control polaritate și apoi unui demodulator (10) hibrid în cuadratură, iar lumina reflectată de fibra optică este aplicată de asemenea prin circulatorul (4) demodulatorului (10), ieșirile acestuia fiind aplicate unui

sistem (11) de achiziție și prelucrare date, pentru extragerea informației utile din semnalul rezultat de control.

Revendicări: 2
Figuri: 3

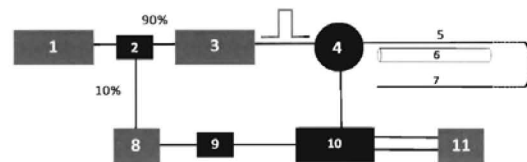
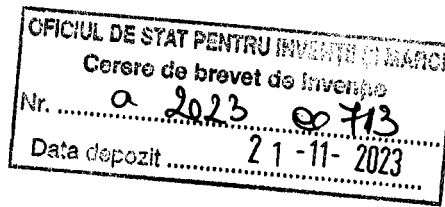


Fig. 2

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).





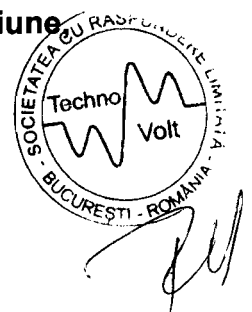
Sistem distribuit cu fibră optică pentru monitorizarea integrității structurale a conductelor și a riscurilor de intruziune în rețelele de transport petrol și gaze

Descriere

Invenția se referă la un sistem opto-acustic distribuit cu fibra optica pentru monitorizarea integrității structurale a conductelor și a riscurilor de intruziune în rețelele de transport petrol și gaze. Preocupările la nivel mondial cu privire la monitorizarea infrastructurilor critice a devenit o prioritate in asigurarea securității societății, fiind esențială pentru menținerea funcțiilor vitale ale societății, in contextul politicilor europene de creștere a rezilienței sistemelor industriale pentru a face fata provocărilor lumii contemporane. Există de asemenea preocupări diversificate privind determinarea nivelului pierderilor in transportul produselor petroliere si de gaze naturale printr-o monitorizare inteligentă a rețelelor de transport.

Măsurările si monitorizările realizate cu sisteme bazate pe tehnologii cu fibră optică sunt tot mai răspândite in diverse domenii si aplicații specifice, unde se dorește obținerea de informații in mod continuu si in timp real, pe distante sau suprafețe de teren mari. Senzorii cu fibră optică prezintă, comparativ cu cei clasici, o serie de avantaje cum ar fi: rezistentă la coroziune, izolare galvanică, imunitate la perturbațiile electromagnetice, protecție intrinseca in mediile cu pericol de explozie, funcționare in medii severe (nuclear etc.), sensibilitate ridicată, posibilitate de multiplexare si durată de viață mare. Datorita diverselor proprietăți pe care le au, fibrele optice pot fi integrate ușor in diverse aplicații de monitorizare a structurilor de lungimi foarte mari, cum ar fi rețelele de conducte de gaz si petrol. Astfel, monitorizarea echipamentelor tehnologice distribuite pe lungimi de ordinul zecilor de km, la o rezoluție spațială rezonabilă de ordinul metrilor, impune folosirea tehnologiei sistemelor de măsurare si monitorizare distribuite, tehnologie perfect realizabilă cu senzori distribuiți cu fibră optică, in anumite situații fiind aproape singura soluție viabilă.

Sistemul conform invenției permite detectarea apariției fisurilor in conductele de transport gaz sau petrol, chiar si înainte de apariția scurgerilor si chiar daca fluidul din conducta nu este in proces de curgere sau sub presiune aceasta reprezentând o noutate in acest domeniu.



Cu același sistem de interogare se pot monitoriza atât conductele cât și intruziunile din vecinătatea acestora. Senzorul folosit este o fibră optică monomodală standard, semnalul prelucrat este unul acustic, iar generarea semnalului acustic este posibilă datorită fenomenului de împrăștiere Rayleigh care are loc în fibra optică. Pentru detectarea integrității conductelor se montează fibra optică chiar pe conducta de transport iar pentru detectarea intruziunilor din vecinătatea acesteia se montează fibra optică pe un traseu de întoarcere în apropierea conductei.

Astfel cu un singur canal de măsură și o singură fibră optică se pot realiza ambele obiective propuse, în cadrul aceluiași proces de interogare, aceasta reprezentând o altă noutate a sistemului la care se referă invenția.

Producătorii de dispozitive și tehnologii de detecție a scurgerilor din conducte folosind sistemele distribuite de detecție prin semnal opto-acustic folosesc interpretarea semnăturii acustice emise de fluidul care iese prin respectiva crăpătură. Interogarea este realizată prin tehnica reflectometriei în domeniul temporal de prelucrare a împrăștierii Rayleigh, OTDR. Aceste soluții nu pot detecta însă scurgerile din conducte în care fluidul nu este în proces de curgere sau nu este sub presiune. Principiul software de detecție a scurgerilor se bazează în aceste tehnici pe filtrarea similitudinii semnăturii acustice și pe decelarea acesteia din zgomotul de fond. Fiind în principiu o tehnică statistică, este și generatoare de erori și deci de alarme false, fiind necesare tehnici superioare de analiză în domeniul frecvenței, determinarea densității spectrale și autospectrale pentru o îmbunătățire a raportului semnal/zgomot.

Patentul U.S. 5,194,847 descrie o metodă de sesizare a intruziunilor într-un anumit perimetru, folosind o sursă de lumină pulsatorie coerentă, lumină reflectată fiind prelucrată interferometric, modificarea modelului de interferență semnalând o intruziune. Metoda permite astfel detectarea intruziunilor dar fără a furniza informații referitoare la tipul elementului perturbator, la „semnătura” acestuia.

Sistemul conform invenției se bazează pe detecția modificărilor frecvențelor de rezonanță locale ale conductelor de transport petrol și gaze, în urma apariției fisurilor, crăpăturilor sau a scurgerilor de produs. De asemenea, prin același sistem de interogare și aceeași fibră optică, se pot monitoriza conductele și spațiul de protecție din jurul acestora, împotriva intruziunilor neautorizate. Pulsuri laser foarte scurte sunt

trimise de-a lungul unei fibre optice si se întorc reflectate de neomogenitățile de index de refracție din fibra optica, prin fenomenul împrăștierii Rayleigh, Fig.1.

Comportamentul dinamic al fluidelor prin conducte poate fi cauza apariției unor defecte prin generarea de fisuri si crăpături, in urma oboselii materialului sau a imperfecțiunilor de material sau de montaj. Totodată, acest comportament dinamic poate fi folosit in detecția acestor defecte, prin faptul ca excitând dinamic conducta, se pot obține semnăturile frecventelor proprii de rezonanta a acesteia si astfel detecta si localiza aceste defecte. Apariția unei fisuri in conducta duce la o reducere a rigidității locale a acesteia. O conducta plina cu fluid in proces de curgere prezinta frecvente proprii de rezonanta si un profil al vitezei critice de curgere, ce pot fi determinate prin tehnologia de detecție opto-acustica de tip Φ -OTDR.

Sistemul Φ -OTDR (Reflectometru optic in domeniul timp, sensibil la faza) a fost ales deoarece prezinta avantajul obținerii unui semnal cu nivele de zgomot reduse, un domeniu dinamic mare si o buna discernere intre doua puncte de măsură alăturate. Aplicarea acestei soluții de principiu si constructive la realizarea acestui sistem, se concretizează in folosirea unui singur dispozitiv de interogare optic si a unui singur senzor cu fibra optica pentru a detecta atât abateri de la integritatea structurala a conductei cat si eventuale intruziuni nepermise. Necesitatea dezvoltării unui sistem Φ -OTDR pentru detecția de perturbații acustice vine din faptul ca pentru a avea acces la toate informațiile conținute într-un vector acustic, trebuie cunoscute amplitudinea, frecvența si faza semnalului. Fără acești parametri, nu se poate reconstitui un semnal original si nici identifica sursa evenimentului acustic.

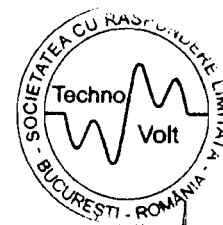
Schema bloc simplificata a sistemului la care se refera invenția este prezentata in Fig.2. Un laser (1) cu lățime de banda ultra-îngustă care funcționează la o lungime de unda de 1550 nm este utilizat ca sursă de lumină cu ieșire cu menținerea polarizării. Ieșirea laserului este împărțită în două ramuri de un cuplor optic (2) 10%:90%. Ramura de 90% este modulată de un modulator acusto-optic (3) cu o anumita deplasare de frecvență pentru a genera un puls optic foarte scurt, durata acestuia influențând in mod direct rezoluția spațială de decelare a evenimentelor. Rata de repetiție a impulsului laser este de ordinul kilohertizilor. Pulsul optic este injectat în fibra de detecție (5, 7) printr-un circulator (4), iar semnalul reflectat este aplicat unui demodulator hibrid in

cuadratura (10). Se remarca cele doua trasee de monitorizare ale aceleiași fibre optice, traseul de ducere (5) cu montare pe conducta (6), respectiv traseul de întoarcere (7) cu montare in vecinătatea conductei. Ramura de 10% a ieșirii laser este utilizată ca oscilator local. Un circuit de deplasare a frecvenței acustice (8) este folosit pentru a introduce o deplasare de frecvență cu aceeași valoare cu cea de la modulatorul acusto-optic, pentru a ne asigura că semnalul util reflectat din fibra optica de detecție și cel de la oscilatorul local au aceeași frecvență. Înainte ca semnalul optic de la oscilatorul local să fie injectat în demodulatorul hibrid, este inserat un controler de polarizare (9) pentru a corela polarizarea semnalului optic de la oscilatorul local cu ramura de polarizare selectată a demodulatorului hibrid. Cele doua ieșiri in cuadratură ale demodulatorului hibrid sunt apoi aplicate unui sistem de conversie analog-digitală, achiziție si prelucrare (11), pentru extragerea informației utile din semnalul electric rezultat. Sistemul mai include si doua amplificatoare de fibra optica cu Erbiu pentru compensarea pierderilor si refacerea nivelelor optime de semnal optic, diverse filtre pentru îmbunătățirea raportului semnal-zgomot si elemente de conectica. Un exemplu de rezultate obținute după prelucrarea semnalelor in domeniul timp si frecvența sunt reprezentate grafic in Fig.3.



Revendicări

- 1- Sistem opto-acustic distribuit cu fibra optica pentru monitorizarea integrității structurale a conductelor și a riscurilor de intruziune în rețelele de transport petrol și gaze, funcționând pe baza fenomenului împrăștierii Rayleigh și pe tehnologia de detecție opto-acustica de tip Φ -OTDR (Reflectometrie in domeniul timp, sensibila la faza), caracterizat prin aceea că:
 - Sistemul folosește un singur interogator optic și o singura fibra optica monomodală standard, cu 2 trasee de montaj: un traseu de ducere cu fibra optica montata pe conducta - pentru detecție integritate structurala conducta - și un traseu de întoarcere cu montajul fibrei in vecinătatea conductei, de obicei îngropată, pentru detecția intruziunilor, într-un singur proces de interogare.
- 2- Sistem opto-acustic distribuit cu fibra optica pentru monitorizarea integrității structurale a conductelor și a riscurilor de intruziune în rețelele de transport petrol și gaze, funcționând pe baza fenomenului împrăștierii Rayleigh și pe tehnologia de detecție opto-acustica de tip Φ -OTDR (Reflectometrie in domeniul timp, sensibila la faza), caracterizat prin aceea că:
 - Sistemul permite detectarea apariției fisurilor in conductele de transport gaz sau petrol, chiar si înainte de apariția scurgerilor și chiar daca fluidul din conducta nu este in proces de curgere sau sub presiune.



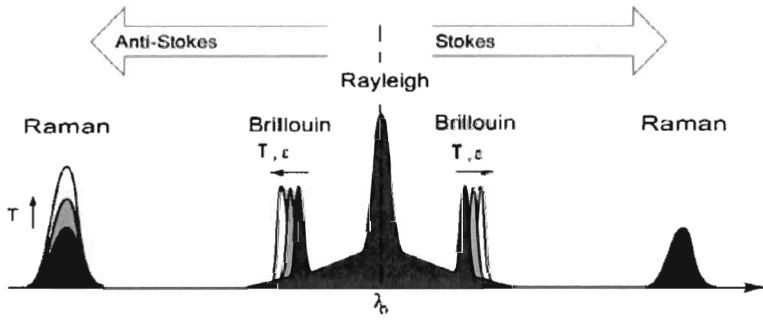


Fig. 1

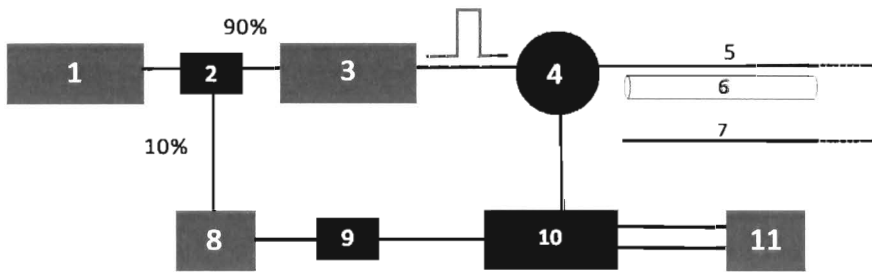


Fig. 2

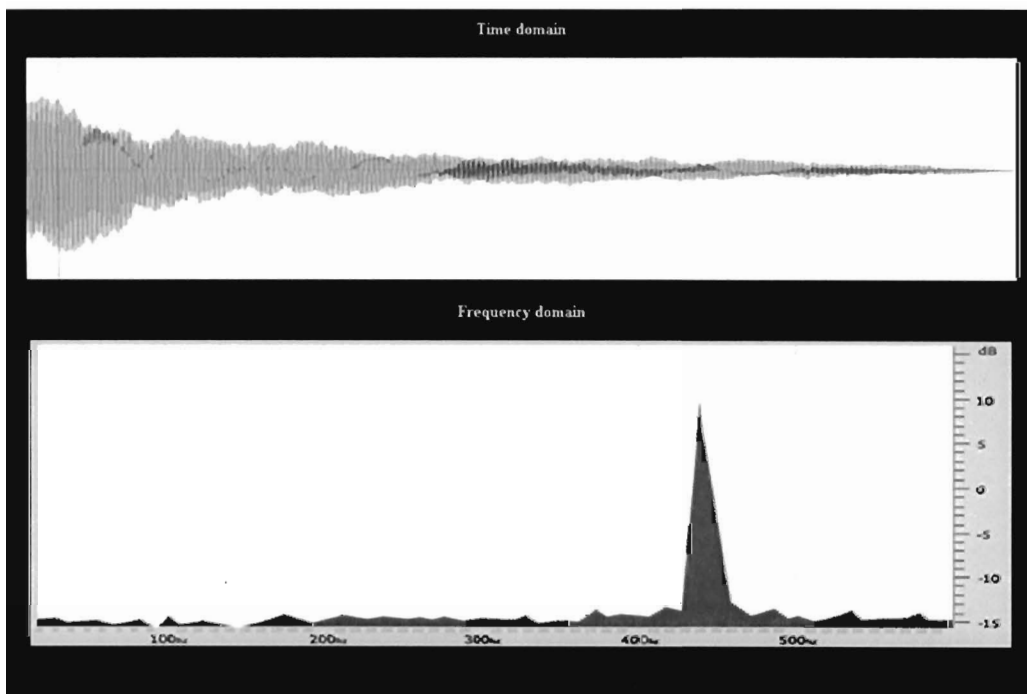


Fig. 3

