

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00807

(22) Data de depozit: 17/10/2018

(30) Prioritate:
19/10/2017 MD S20170106

(41) Data publicării cererii:
30/10/2019 BOPI nr. 10/2019

(71) Solicitant:
• S.C.NANOPRO START MC S.R.L.,
STR. MITROPOLIT ANTIM IVIREANU
NR. 40, PITEȘTI, AG, RO;
• INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ AL
ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI,
STR.ACADEMIEI NR.5, CHIȘINĂU, MD

(72) Inventatori:
• CULEAC ION, STR. ALBIȘOARA NR.8,
AP.107, CHIȘINĂU, MD;
• ENĂCHESCU MARIAN, STR. URANUS
NR. 98, BL. U8, SC. D, ET. 4, AP. 79,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;

• BORȘCIOV VICTOR,
BD.ȘTEFAN CEL MARE NR.132, AP.90,
CHIȘINĂU, MD;
• VERLAN VICTOR,
STR. GHEORGHE ASACHI NR.60, AP.54,
CHIȘINĂU, MD;
• COJOCARU ION, STR.CIREȘILOR NR.23,
CHIȘINĂU, MD;
• IOVU MIHAIL, STR.DOCUCEAEV NR.3,
AP.12, CHIȘINĂU, MD;
• JDERU ALEXANDRU-ALIN,
STR. TINERETULUI NR. 2, ET. 8, AP. 74,
SAT DUDU, CHIAJNA, IF, RO;
• DOROBANȚU DOREL, ALEEA TERASEI
NR. 2, BL. E1, SC. 3, AP. 48, SECTORUL 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(74) Mandatar:
STRENC SOLUTIONS FOR INNOVATION
S.R.L., STR.LUJERULUI NR.6, BL.100,
SC.B, ET.3, AP.56, SECTOR 6, BUCUREȘTI

(54) **SISTEM ȘI PROCEDURE DE PAZĂ BAZATE PE TEHNOLOGIA
CU FIBRĂ OPTICĂ, CU LOCALIZAREA INTERVENȚIEI
NEAUTORIZATE ÎN SISTEMUL DE PAZĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de pază și la un procedeu implementat de sistem, destinate supravegherii unor obiecte sau încăperi individuale împotriva intervențiilor neautorizate. Sistemul conform invenției cuprinde o fibră (1) optică multimod, conectată, prin intermediul unui divizor (5) de fascicule, la o sursă (3) de lumină coerentă, un fotoreceptor (6) și un modul (8) de formare a semnalului de alarmă, în care fotoreceptorul (6) este poziționat în câmpul îndepărtat, la ieșirea din fibra (1) optică, și este reprezentat de o matrice CCD pentru înregistrarea în câmp continuu, cu o frecvență stabilită de F cadre/secundă, a imaginii speckle din câmpul îndepărtat al fibrei optice, iar modulul (8) de formare a semnalului de alarmă este alcătuit dintr-un PC prevăzut cu un software de procesare a imaginilor, adecvat, precum și o a doua fibră (2) optică, de referință, plasată în contact nemijlocit și paralel cu prima fibră (1) optică, având la rândul ei un receptor CCD (7) în câmpul îndepărtat, conectat la PC, a doua fibră (2) optică fiind conectată la aceeași sursă (3) de lumină coerentă, prin intermediul divizorului (5) de fascicule menționat. Procedeu conform invenției cuprinde: - formarea, în prima fibră (1) optică, a unei distribuții a modurilor de propagare pentru care semnalul de ieșire (S_{r1}) este proporțional cu distanța (L) de la capătul de

intrare al fibrei, cu forța (P) de deformare care acționează asupra suprafeței laterale a fibrei, și cu un coeficient (k_1) de proporționalitate; - formarea, în a doua fibră (2) optică, a unei distribuții a modurilor pentru care semnalul de ieșire (S_{r2}) depinde de forța (P) de deformare și de un coeficient (k_2) de proporționalitate, și nu depinde de distanța (L) de la capătul de intrare a fibrei; - calibrarea sistemului prin determinarea semnalului de alarmă ca raport $U=S_{r1}/S_{r2}=kL$, unde $k=k_1/k_2$; - determinarea locului intruziunii ca fiind $L=Uxk^{-1}$ și afișarea sa pe un monitor.

Revendicări: 2
Figuri: 7

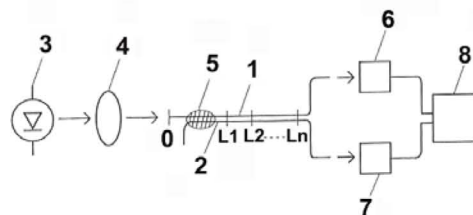


Fig. 2



Sistem și procedeu de pază bazate pe tehnologia cu fibră optică, cu localizarea intervenției neautorizate în sistemul de pază

Invenția se referă la un sistem de pază cu fibră optică și un procedeu implementat pe sistem, care permit localizarea intervenției neautorizate respectiv intruziunii în sistemul de pază, care pot fi aplicate la supravegherea unor obiecte și încăperi individuale împotriva intervențiilor neautorizate, de exemplu clădiri și terenuri, depozite militare, depozite pentru păstrarea materialelor și a deșeurilor radioactive sau chimice, etc.

Este cunoscut sistemul de pază care conține o serie de fire din cupru coaxiale întinse pe perimetrul obiectului [1]. În momentul unei perturbații exterioare are loc deformarea cablului coaxial și variația semnalului electric transmis prin cablu. Variația semnalului electric declanșează un semnal de alarmă. Neajunsul unui astfel de sistem este complexitatea realizării în practică și sensibilitatea la interferența câmpurilor electromagnetice.

Este cunoscută de asemenea și o altă soluție tehnică, în care sistemul cu fibră optică de semnalizare conține o fibră optică multimod, o diafragmă pentru formarea fasciculului de lumină, un fotodetector și un modul de formare a semnalului de alarmă, care la rândul său, include un condensator electric, un comparator, un dispozitiv de formare a impulsului și dispozitivul de afișare digitală [2]. Neajunsul unui astfel de sistem de pază constă în valoarea joasă a raportului semnal/zgomot. Acest neajuns este determinat, pe de o parte, de configurația poziției fotoreceptorului față de capătul de ieșire al fibrei optice, și, pe de altă parte, de configurația modulului de formare a semnalului de alarmă.

Este cunoscută de asemenea soluția tehnică pentru un sistem de pază cu fibră optică [3], care conține o fibră optică multimod conectată la o sursă de lumină coerentă, un fotoreceptor și un modul de formare a semnalului de alarmă, caracterizat prin aceea că fotoreceptorul este poziționat în câmpul îndepărtat la ieșirea din fibră, coaxial cu ea, și constă dintr-un receptor CCD pentru înregistrarea în regim continuu cu o frecvență stabilită de F cadre pe secundă a imaginii speckle din câmpul îndepărtat la ieșirea din fibra optică, iar modulul de formare al semnalului de alarmă este alcătuit dintr-un calculator (PC), softul căruia conține un diferențiator numeric al matricelor imaginilor speckle, un sumator al semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv și un comparator, care în paralel cu blocul de setare al pragului de sensibilitate, formează semnalul de alarmă când suma semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv, depășește pragul setat de sensibilitate al sistemului de pază.

Neajunsul acestui sistem este lipsa posibilității de localizare a intervenției neautorizate.

Problema tehnică rezolvată de invenție constă în localizarea intervenției neautorizate în sistemul supus pazei, realizată pe o tehnologie modernă, simplă și care evită probleme de interferență la câmpuri electromagnetice.

Invenția soluționează problema prin aceea, că sistemul de pază cu fibră optică, care conține o fibră multimod, fibră-senzor, conectată la o sursă de lumină coerentă, un fotoreceptor și un modul de formare a semnalului de alarmă U , unde fotoreceptorul este poziționat la ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei optice și este reprezentat de o matrice CCD pentru înregistrarea în regim continuu cu o frecvență stabilită de F cadre pe secundă a imaginii speckle din câmpul îndepărtat al fibrei optice, iar modulul de formare al semnalului de alarmă este alcătuit de un PC, softul căruia conține un diferențiator numeric al matricelor imaginilor speckle, un sumator al semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv și un comparator paralel cu blocul de setare al pragului de sensibilitate, care declanșează semnalul de alarmă când semnalul de ieșire, format ca suma semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv, depășește pragul setat de sensibilitate al sistemului de pază. Pentru localizarea intruziunii sistemul este prevăzut cu o a doua fibră optică, fibra de referință, amplasată paralel și în contact nemijlocit cu fibra-senzor, având la rândul ei un receptor CCD la ieșirea din fibră în câmpul îndepărtat, conectat la PC, un divizor de fascicul, care formează două fascicule optice, injectate respectiv în fibra-senzor și fibra de referință. Procedul pentru localizarea intervenției neautorizate într-un sistem de pază cu fibră optică, definit conform invenției, include formarea în fibra-senzor a unei distribuții a modurilor de propagare, pentru care semnalul de ieșire S_{f1} în fibra-senzor, obținut prin procesarea imaginii speckle din câmpul îndepărtat, este proporțional cu distanța L de la capatul de intrare al fibrei optice până la locul intruziunii, forța de deformare P , și coeficientul k_1 :

$$S_{f1} = k_1LP, \quad (1)$$

iar în fibra de referință se formează o astfel de distribuție a modurilor, pentru care semnalul de ieșire S_{f2} depinde doar de forța de deformație P și nu depinde de distanța L :

$$S_{f2} = k_2P, \quad (2)$$

astfel, că semnalul de alarmă U , format de procesor ca raport al mărimilor S_{f1} și S_{f2} nu depinde de forța de deformare P , și este funcție de distanța L :

$$U = S_{f1}/S_{f2} = kL, \text{ unde } [k] = \text{m}^{-1} \quad (3)$$

Rezultatul tehnic obținut al invenției constă în localizarea intruziunii, $L = k^{-1}U$. Rezultatul tehnic obținut datorează faptului că în fibra-senzor se formează o astfel de distribuție a modurilor, pentru care semnalul de ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei-senzor S_{f1} este funcție de forța de deformare în locul intruziunii P_1 , distanța până la locul intruziunii L și un coeficient de proporționalitate k_1 , $S_{f1} = k_1LP$. În același timp, în fibra de referință este formată o astfel de distribuție a modurilor, pentru care semnalul de ieșire din câmpul îndepărtat S_{f2} , este o funcție care depinde doar de forța de deformare a fibrei P în locul intruziunii și un coeficient de proporționalitate k_2 , $S_{f2} = k_2P$. Astfel, semnalul de alarmă U , care este obținut ca raport al mărimilor S_{f1} și S_{f2} , reprezintă mărimea $U = S_{f1}/S_{f2} = kL$. Din aceasta relație obținem $L = k^{-1}U$ (m).

Mărimea U este o funcție, care depinde doar de distanța L de la capătul de intrare al fibrei optice până la locul intruziunii. Prin calibrarea mărimii U în raport cu distanța L vom pune fiecărei valori a mărimii U o singură valoare a distanței L , localizând astfel locul intervenției neautorizate.

Fiecare din receptorii CCD sunt poziționați în câmpul îndepărtat la ieșirea fibrei-senzor și a fibrei de referință respectiv, și sunt conectați la un PC, care îndeplinește funcția modulului de formare a semnalului de alarmă și procesează pixel-cu-pixel imaginile speckle captate de receptorii CCD. Frecvența de captare a cadrelor F înregistrate de CCD este setată având o anumită valoare, care satisface relației empirice: $1 < F < 5$ cadre pe secundă.

Conform softului elaborat PC procesează pixel-cu-pixel imaginile speckle și compară fiecare cadru curent al imaginii captate de CCD cu cadrul imediat precedent al imaginii speckle și calculează pixel-cu-pixel diferența acestor două imagini. În cazul când diferența a două imagini depășește pragul setat, este declanșat semnalul de alarmă. Softul cu care operează PC este prevăzut cu posibilitatea de setare a pragului de jos de declanșare al semnalului de alarmă, excluzând astfel semnalele false care pot fi provocate de condițiile mediului, acțiunea unor factori naturali, meteo, etc. Softul poate afișa pe monitorul PC semnalul de la fibra-senzor și valoarea distanței L până la locul intervenției neautorizate.

Se da în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătura și cu următoarele figuri:

Fig. 1. Ilustrare a imaginii speckle la ieșirea din fibra multimod.

Fig. 2. Reprezentare schematică a sistemului de pază

Fig. 3. Ilustrare a variației liniare a semnalului S_{f1} la capătul de ieșire al fibrei-senzor în raport cu distanța de la capătul de intrare al fibrei.

Fig. 4. Ilustrare a semnalului S_{f2} la capătul de ieșire al fibrei optice de referință vs. distanța de la capătul de intrare al fibrei optice.

Fig. 5. Ilustrare a algoritmului de procesare a imaginii speckle și formare a semnalului de alarmă

Fig. 6. Exemplu de vizualizare pe monitor a semnalului de alarma și afișare a distanței până la locul intruziunii.

Fig. 7 Ilustrare a determinării locului intruziunii L

Sistemul de pază cu fibră optică (Fig. 2, 5) conține o fibră optică multimod (fibră-senzor) (1), o fibră optică de referință (2), o sursa de lumină coerentă (3) cuplată la un divizor de fascicul (5), un dispozitiv de injectare a fasciculului de lumină (4), doi receptori CCD (6) și (7) și un PC, (8). Procesorul PC formează semnalul de alarmă când perturbația exterioară, care acționează pe suprafața laterală a fibrei optice și semnalul înregistrat de CCD depășește pragul de declanșare a semnalului de alarmă setat.

Sistemul de pază cu fibră optică funcționează în felul următor.

Perturbația exterioară acționează asupra suprafeței laterale a fibrei optice-senzor (1). Fasciculul de lumină de la sursa laser (3), care este injectat în capătul de intrare al fibrei optice (1), se propagă prin

fibra optică și formează la ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei tabloul de interferență a modurilor de propagare - imaginea speckle (Fig. 1). Distribuția spațială a imaginii speckle în câmpul îndepărtat este dependentă de acțiunea perturbațiilor mecanice care acționează pe suprafața laterală a fibrei optice. Distribuția modurilor care se propagă în fibra optică multimod este determinată de indicele de refracție al fibrei optice, diametrul miezului și de *susceptibilitatea* acestor parametri la perturbațiile care produc deformații mecanice ale fibrei. Distribuția intensității luminii de probă la ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei optice conține informație despre perturbațiile formate în urma acționării externe asupra fibrei optice. Perturbațiile mecanice care acționează asupra fibrei produc schimbări ale distanței optice parcurse de modurile de propagare în fibra optică. Ca rezultat are loc variația fazei modurilor de propagare și respectiv variația distribuției intensității tabloului de interferență în câmpul îndepărtat (Fig. 1). Fotoreceptorul CCD plasat în planul câmpului îndepărtat la ieșirea din probă înregistrează distribuția spațială a imaginii speckle în raport cu perturbațiile mecanice care acționează asupra fibrei optice. În felul acesta este pusă în corelație directă semnalul de ieșire al receptorului cu perturbațiile mecanice care acționează asupra fibrei optice.

În calitate de fotoreceptor este folosită o matrice CCD, iar în calitate de dispozitiv de achiziție și procesare a imaginii optice - un calculator (PC), prevăzut cu un soft care procesează imaginea speckle din câmpul îndepărtat la ieșire din fibră și formează semnalul de ieșire în raport cu amplitudinea perturbațiilor mecanice care acționează asupra suprafeței laterale a fibrei optice. Astfel, imaginea de interferență din câmpul îndepărtat pentru fiecare moment de timp t_k este pusă în corelație directă cu o matrice de date F_k . Fiecare element $\langle x_i, y_i \rangle$ al acestei matrice, numite în continuare matricea curentă F_k , reprezintă intensitatea la momentul de timp t_k într-un anumit pixel al receptorului CCD având coordonatele x_i, y_i . Semnalul de ieșire al receptorului este format prin sumarea valorilor absolute a tuturor elementelor matricei F_{dk} , care la rândul ei reprezintă diferența dintre matricea curentă F_k și matricea precedentă F_{k-1} (Fig. 5).

Algoritmul pentru procesarea imaginii speckle este bazat pe principiul comparării imaginii curente, captate de receptorul CCD în momentul de timp $t = t_k$ cu imaginea imediat precedentă captată în momentul de timp t_{k-1} . Receptorul CCD captează imaginea speckle în momentul de timp t_k și această imagine este stocată în memoria bufer. Prin stocarea și procesarea imaginilor subînțelegem stocarea și procesarea matricelor imaginilor respective. Următorul cadru al imaginii speckle este captat în momentul de timp t_{k-1} . Fiecare din imaginea curentă I_k este scăzută *pixel-cu-pixel* din imaginea precedentă I_{k-1} conform relației:

$$I_k^d(x_i, y_j) = |I_k(x_i, y_j) - I_{k-1}(x_i, y_j)|, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, r_1, \quad j = 1, 2, 3, \dots, r_2,$$

unde I_k^d reprezintă valoarea absolută a diferenței semnalului pentru pixelul n cu coordonatele (x, y) corespunzător momentului de timp t_k . Următorul pas al operației de procesare este sumarea tuturor

semnalelor I_k^d de la toți M -pixeli ale matricii CCD ($M = r_1 \times r_2$) și determinarea valorii absolute a semnalului de ieșire S_k pentru momentul de timp t_k :

$$S_k = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} I_k^d(x_i, y_j), \quad (5)$$

unde r_1 și r_2 reprezintă rezoluția receptorului CCD pe axa x - și y - respectiv. Valoarea numerică a sumei S_k poate fi afișată pe monitor în formă grafică în calitate de semnal de ieșire pentru fiecare moment de timp t_k . Algoritmul de procesare a imaginii speckle și formarea semnalului de alarmă este ilustrat în Fig. 5.

La acțiunea unei perturbații mecanice pe fibra-senzor semnalul de ieșire crește de la valoarea „0” până la valoarea maximală, determinată de amplitudinea perturbației mecanice care acționează asupra fibrei optice și de distribuția modurilor. Conform invenției, prin excitarea controlată a modurilor, este creată o astfel de distribuție a modurilor în fibra optică senzor, pentru care semnalul de ieșire S_{f1} este proporțional forței de deformare P și distanței de la capatul de intrare al fibrei până la locul intruziunii L (Fig. 5):

$$S_{f1} = k_1 PL$$

Pe de alta parte, în fibra de referință este creată o astfel de distribuție a modurilor, pentru care semnalul de ieșire al fibrei de referință S_{f2} este dependent doar de forța de deformare P și nu depinde de distanța L (Fig. 4):

$$S_{f2} = k_2 P$$

Semnalul de alarmă U este format ca raportul a două mărimi S_{f1} și S_{f2} , astfel obținem:

$$U = S_{f1}/S_{f2} = k_1 PL/k_2 P = kL,$$

unde k este un coeficient de proporționalitate, $k = k_1/k_2$, $[k] = \text{m}^{-1}$.

În felul acesta mărimea $U = kL$ ne prezintă informația despre locul intruziunii (L) în raport cu capătul de intrare al fibrei optice, $L = U \times k^{-1}$. Pentru aplicații practice se va face calibrarea sistemului de pază, L vs. U .

Se ilustrează exemplul de realizare cu o aplicație practică concretă care ilustrează atât realizarea scalării cât și determinarea efectivă a distanței până la locul intruziunii.

Un laser HeNe (JIF-113) injectează în capătul de intrare al fibrei optice-senzor (1) un fascicul de lumină coerent, iar la ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei optice coaxial cu fibra este poziționat un receptor CCD (6), conectat la modulul de formare a semnalului de alarmă (8) (Fig. 2, 5). Prin intermediul unui divizor de fascicul (5) fasciculul de lumină este injectat în fibra-senzor și fibra optică de referință (2). Fiecare din receptorii (6) și (7) reprezintă o matrice CCD tip HDCS-1020 CMOS cu dimensiunile unui pixel $7,4 \times 7,4 \mu\text{m}$, și dimensiunile imaginii VGA 640×480 .

Modulul de formare a semnalului de alarmă (8) este reprezentat de un calculator (PC) care formează semnalul de ieșire în dependență de acțiunea perturbațiilor mecanice pe suprafața laterală a fibrei

optice. Lungimea fibrei optice cu profilul indicelui de refracție în treaptă este de 16 m, diametrul învelișului fibrei este de 125 μm , și diametrul miezului este de 50 μm .

Pentru formarea semnalului de ieșire imaginea speckle din câmpul îndepărtat pentru fiecare moment de timp t_k se pune în corelație directă cu o matrice de date curente F_k (10). Fiecare din elementele (x_i, y_j) ale matricei de date curente F_k reprezintă valoarea intensității înregistrate de pixelul cu coordonatele x_i, y_j al senzorului CCD. Semnalul de ieșire S_k este format prin sumarea valorilor absolute a tuturor elementelor matricei F_{dk} (12), iar matricea F_{dk} la rândul ei, reprezintă diferența (11) dintre matricea curentă F_k (10) și matricea imediat precedentă F_{k-1} (11) captată în momentul de timp t_{k-1} .

Algoritmul pentru procesarea imaginii speckle din câmpul îndepărtat este bazat pe compararea imaginii curente captate de CCD în momentul de timp $t = t_k$ cu imaginea imediat precedentă captată în momentul de timp t_{k-1} . Senzorul CCD captează imaginea de interferență în momentul de timp t_k și această imagine este stocată în memoria bufer. Următorul cadru al imaginii de interferență este captat în momentul de timp t_{k-1} . Fiecare din imaginea curentă I_k este scăzută *pixel-cu-pixel* din imaginea precedentă I_{k-1} conform relației:

$$I_k^d(x_i, y_j) = |I_k(x_i, y_j) - I_{k-1}(x_i, y_j)|,$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, r_1, \quad j = 1, 2, 3, \dots, r_2,$$

unde I_k^d reprezintă valoarea absolută a diferenței semnalului pentru pixelul n cu coordonatele (x, y) corespunzător a două imagini luate în momentul de timp t_k și în momentul de timp t_{k-1} . Următorul pas al operației de procesare este sumarea tuturor semnalelor I_k^d pentru M -*pixeli* și determinarea valorii absolute S_k corespunzătoare momentului de timp t_k :

$$S_k = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} I_k^d(x_i, y_j),$$

unde r_1 și r_2 reprezintă rezoluția senzorului CCD pe axa X - și Y - respectiv.

Valoarea numerică a sumei S_k (15) este comparată cu nivelul setat de declanșare a semnalului de alarmă (14). În cazul când valoarea S_k (15) depășește nivelul setat de declanșare are loc activarea declanșarea semnalului de alarmă.

Pentru fibra-sensor (1) semnalul de ieșire, notat S_{f1} , este funcție de deformația P , distanța până la capătul de intrare L și coeficientul de proportionalitate k_1 (Fig. 4):

$$S_{f1} = k_1 P L.$$

Pentru fibra de referință (2) semnalul de ieșire, notat S_{f2} , este direct proporțional cu forța de deformare P și cu coeficientul de proportionalitate k_2 (Fig. 5):

$$S_{f2} = k_2 P.$$

Semnalul de alarmă U al sistemului de pază (17) este format prin determinarea raportului S_{f1}/S_{f2} :

$$U = S_{f1}/S_{f2} = kL, \quad [k] = \text{m}^{-1}.$$

Locul intruziunii L este determinat din relația $L = U \times k^{-1}$ și afișat pe monitor (Fig. 6).

Pentru calibrarea sistemului de pază se înregistrează dependența semnalului de ieșire S_{f1} și S_{f2} în raport cu distanța L . În Fig. 7 este indicată schematic locul intruziunii LI, fibra optică 1 instalată pe gardul de protecție GP cât și distanța L raportată la poziționarea fibrei optice.

În imaginile din Fig. 3 și Fig. 4 se exemplifică procedura concretă a determinării parametrului de scalare k . Pentru măsurători în laborator valoarea forței de deformație este egală $P = 0,2$ N. Din dependența $S_{f1} = f(L)$ din Fig. 3 este determinată valoarea coeficientului k_1 , $k_1 = S_{f1}/PL = (1,15 \times 10^6)/(0,2 \times 4) = 1,44 \times 10^6$ ($N^{-1}m^{-1}$). În același mod, din dependența experimentală din Fig. 4 este determinată valoarea coeficientului k_2 , $k_2 = (0,96 \times 10^6)/0,2 = 4,8 \times 10^6$ (N^{-1}).

Dat fiind că $U = S_{f1}/S_{f2} = k_1PL/k_2P = (k_1/k_2)L = kL$, parametrului de scalare $k = k_1/k_2$.

Astfel valoarea coeficientului k este determinată din datele experimentale în procesul de calibrare a sistemului de pază. Pentru exemplul prezentat în text valoarea respectivă este egală, $k = 0,3$ (m^{-1}). În condiții reale fiecare sistem de pază este calibrat separat.

Referințe bibliografice:

1. http://www.gsm-guard.net/press4_1.html (“Умные” датчики для интеллектуальных систем безопасности).
2. <http://www.ntpo.com/> Патент Российской Федерации RU2079888, Волоконно оптическая система охранной сигнализации
3. Culeac Ion, Nistor Iurie, Iovu Mihail, Andrieș Andrei, Buzdugan Artur, Ciornea Viorel, Prepelită Anatol, Sistem cu fibră optică a semnalizării de pază, Brevet MD 298Y, Cl. Int.G08B13/186; G08B13/18; G08B17/06; G08B17/103

REVENDICĂRI

1. Sistem de pază bazat pe tehnologia cu fibra optica, care conține fibra senzor 1 de tip optică multimod, conectată la sursa de lumină coerentă 3, dispozitivul de injectare a fascicolului de lumina 4, fotoreceptorul 6 și modulul de formare a semnalului de alarmă U 8, unde fotoreceptorul este poziționat la ieșire în câmpul îndepărtat al fibrei optice și este reprezentat de o matrice CCD pentru înregistrarea în regim continuu cu o frecvență de F cadre pe secundă a imaginii speckle din câmpul îndepărtat al fibrei optice, iar modulul de formare al semnalului de alarmă este alcătuit de un PC, softul căruia include un diferențiator numeric al matricelor imaginilor speckle, un sumator al semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv și un comparator paralel cu blocul de setare al pragului de sensibilitate, care formează semnalul de alarmă când suma semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv depășește pragul setat de sensibilitate al sistemului de pază, caracterizat prin aceea că, pentru localizarea intervenției neautorizate sistemul este prevăzut cu fibra de referință 2 de tip fibră optică, amplasată paralel și în contact nemijlocit cu fibra-senzor 1, având la rândul ei receptorul CCD la ieșirea din fibră în câmpul îndepărtat, conectat la PC, divizorul de fascicul 5, care formează două fascicule optice, injectate respectiv în fibra-senzor și în fibra de referință.

2. Procedeu de paza cu localizarea intervenției neautorizate în sistemul de pază conform revendicării 1, caracterizat prin aceea ca presupune parcurgerea următorilor pași:

- formarea în fibra-senzor 1 a unei distribuții a modurilor de propagare, pentru care semnalul de ieșire S_{f1} este proporțional cu distanța L de la capătul de intrare al fibrei, forța de deformare care acționează asupra suprafeței laterale a fibrei P , și coeficientul de proporționalitate k_1 , $S_{f1} = k_1LP$;

- formarea în fibra de referință 2 a unei distribuții a modurilor, pentru care semnalul de ieșire S_{f2} depinde exclusiv de forța de deformație P și nu depinde de distanța L , $S_{f2} = k_2P$;

calibrarea sistemului de paza prin determinarea semnalului de alarmă U format de modulul-comparator al PC ca raport al marimilor S_{f1} și S_{f2} independent de forța de deformare P , și depinzand strict de de distanța L de la capatul de intrare al fibrei optice pâna la locul intruziunii, $U = S_{f1}/S_{f2} = kL$, unde $k = k_1/k_2$;

- determinarea locului intruziunii ca fiind $L = U \times k^{-1}$ și afișarea sa pe monitor

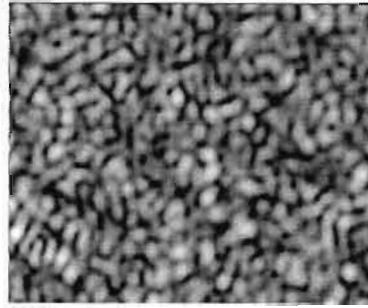


Fig. 1.

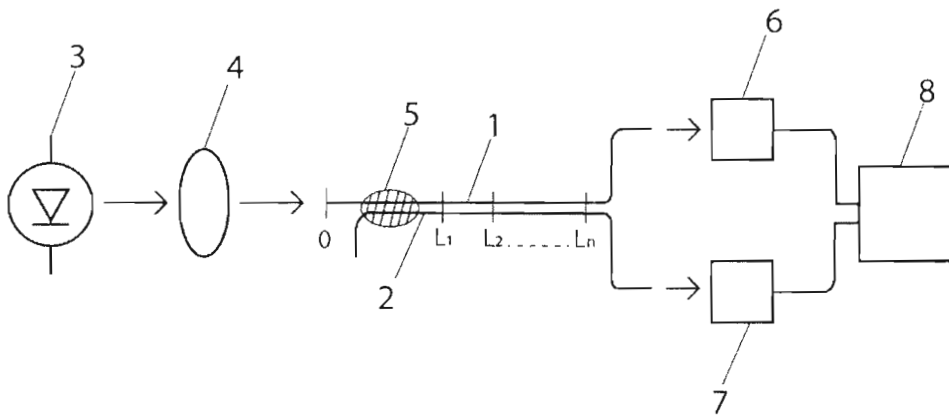


Fig. 2

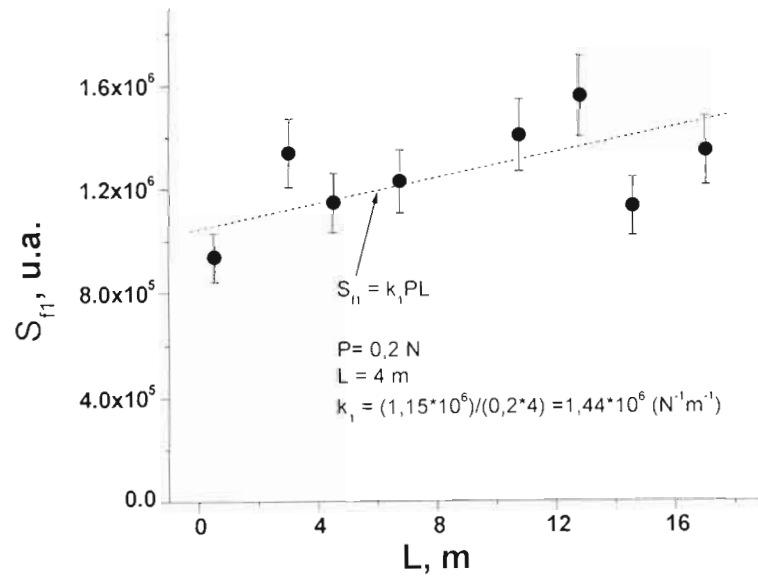


Fig. 3.

27

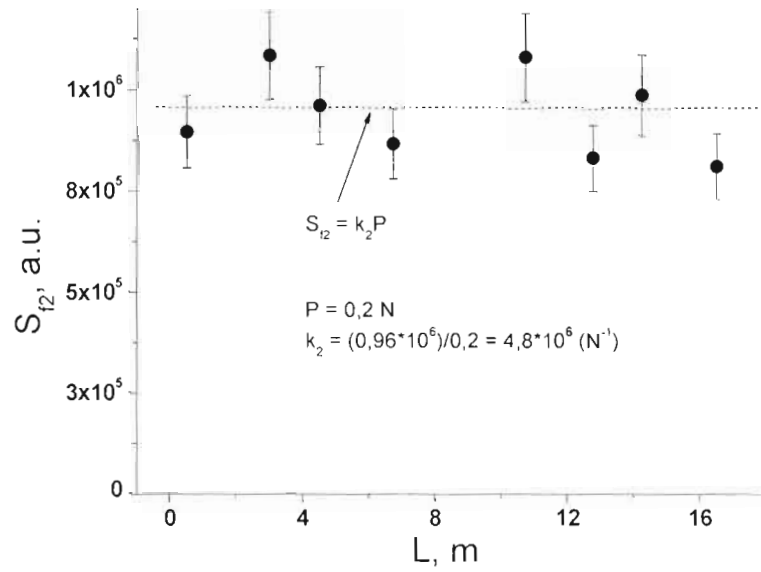


Fig. 4.

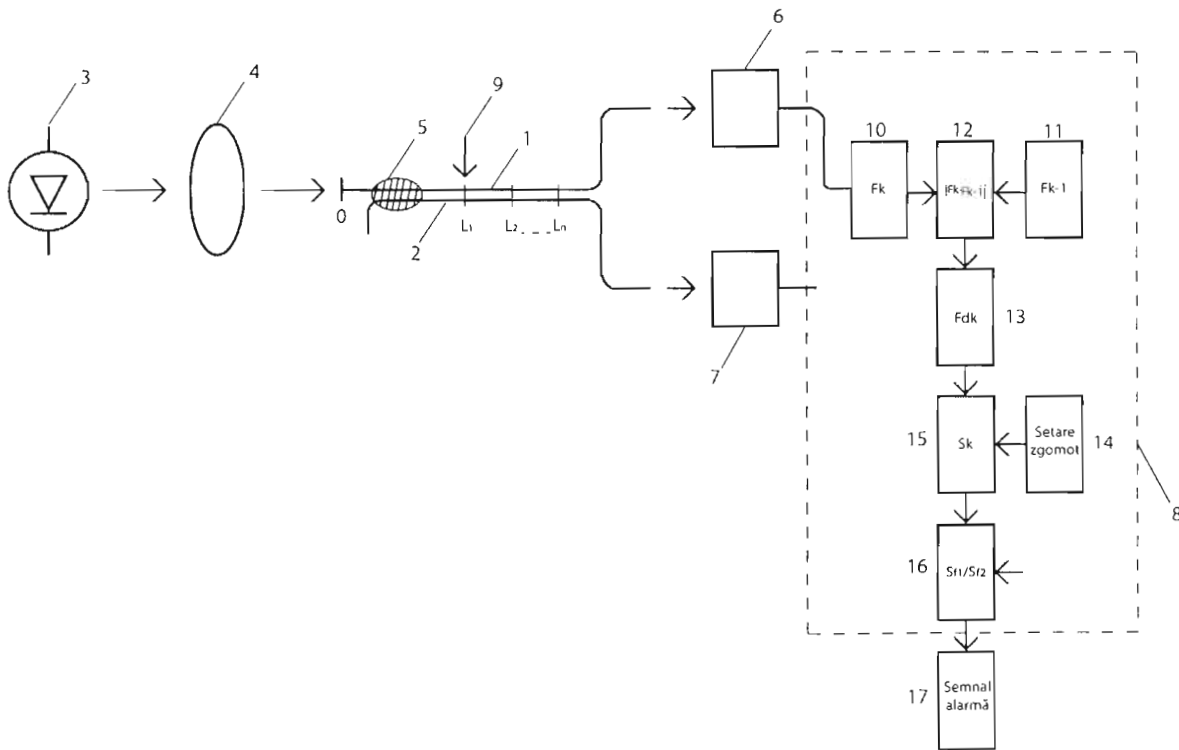


Fig. 5

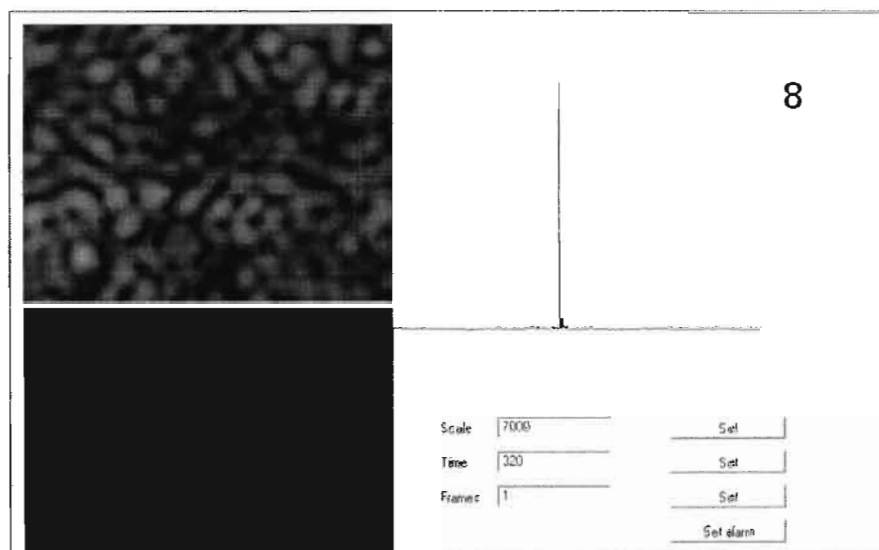


Fig. 6. Exemplu de vizualizare a semnalului de alarmă pe monitorul PC cu indicația coordonatei de intervenție L (8 m).

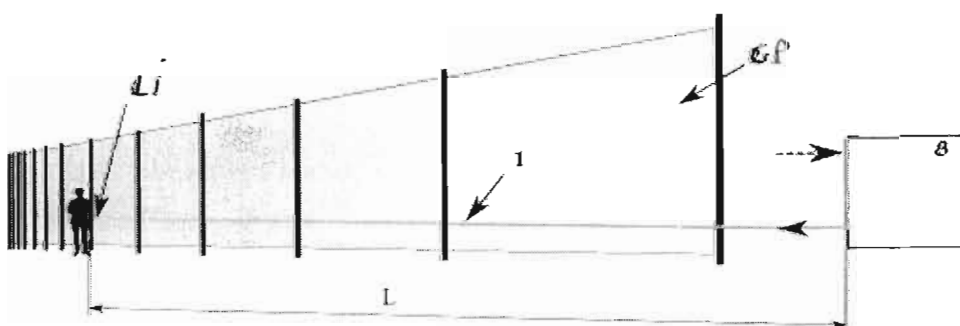


Fig. 7. Ilustrarea determinării locului intruziunii L.