



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00369

(22) Data de depozit: 16.05.2013

(41) Data publicării cererii:
30.12.2014 BOPI nr. 12/2014

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

(72) Inventatori:
• SPOREA ADELINA, ȘOS. PANTELIMON
NR. 229, BL. 69, ET. 6, AP. 31, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;

• SPOREA DAN, ȘOS. PANTELIMON
NR. 229, BL. 69, ET. 6, AP. 31, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IACOB CRISTIAN, STR. GHIRLANDEI
NR. 60, BL. 73, AP. 60, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• CIUPITU MIRCEA, CALEA RAHOVEI
NR. 321, BL. 28, SC. D, ET. 10, AP. 133,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) SET EDUCAȚIONAL PENTRU ULTRASUNETE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un set educațional pentru ultrasunete, destinat studiului utilizării ultrasunetelor pentru obținerea imaginii unui obiect. Setul educațional conform invenției este constituit dintr-un modul (7) de emisie-recepție de ultrasunete, care generează pulsuri de ultrasunete (2) reflectate de un obiect (3) de investigat, și sunt recepționate ca pulsuri reflectate (4), modul (7) de emisie-recepție care poate să fie deplasat într-un plan vertical paralel cu obiectul (3) investigat, conform unei metode de baleiaj tip rastru, pentru a putea fi determinată distanța dintre modulul (7) de emisie-recepție și punctele obiectului (3) de investigat care sunt baleiate cu fascicul de ultrasunete, pentru niște poziții (8, 9) succesive, iar prin corelarea pozițiilor modulului (7) de emisie-recepție cu distanțele dintre acesta și niște puncte aflate pe obiectul (3) de investigat, să poată fi reconstituită o imagine a acestui obiect.

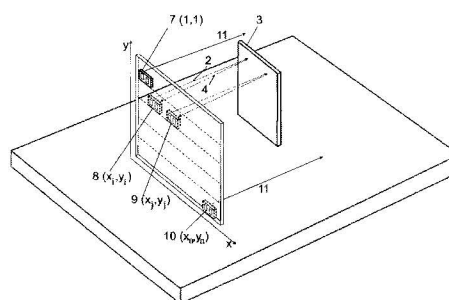


Fig. 2

Revendicări: 11
Figuri: 7

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).



SET EDUCATIONAL PENTRU ULTRASUNETE

DESCRIERE

Invenția de referă la un set educațional pentru ultrasunete și la metoda de realizare a acestuia. Setul educațional pentru ultrasunete este destinat studiului utilizării ultrasunetelor pentru obținerea imaginii unui obiect. Setul educațional pentru ultrasunete este destinat învățământului primar și secundar. Setul educațional pentru ultrasunete, conform invenției, prezintă simultan următoarele avantaje:

1. este compact și de mici dimensiuni, astfel încât poate fi manipulat cu ușurință și de către elevii de vârste mici;
2. permite atât măsurări clasice de distanță, viteză și accelerație, cât și obținerea de reprezentări uni sau bidimensionale ale unor obiecte;
3. face posibilă localizarea relativă în spațiu a două obiecte aflate în planuri diferite;
4. este portabil, ușor de montat, de demontat și transportat;
5. funcționarea sa, achiziția, prelucrarea și afișarea datelor se realizează automat, necesitând intervenția minimă a operatorului.

Sunt cunoscute mai multe tipuri de echipamente care folosesc ultrasunetele, echipamente care au fie caracter educațional, fie caracter profesional. În continuare vor fi prezentate câteva astfel de implementări față de care va fi raportată soluția propusă. Toate realizările care vor fi descrise fac referire sub o formă sau alta la emisia și recepția ultrasunetelor.

Unul dintre cele mai uzuale echipamente educaționale care utilizează ultrasunetele pentru predarea științelor în învățământul preuniversitar îl constituie un modul care include un emițător și un detector de ultrasunete, modul care este conectat printr-o conexiune USB la un sistem de calcul, sistem de calcul care comandă funcționarea modului, achiziția, prelucrarea și afișarea datelor [1 – 3]. Acest tip de echipamente au incorporat un emițător de ultrasunete și un detector de ultrasunete. Echipamentul măsoară intervalul de timp dintre pulsul emis de către emițător și pulsul recepționat de receptor, al doilea puls fiind pulsul reflectat de obiectul studiat. Astfel de echipamente permit măsurarea distanței până la un obiect, precum și viteza, respectiv accelerația acelui obiect. Un dezavantaj major al acestor echipamente cu destinație didactică este acela că, prin modul lor de funcționare, aceste echipamente nu permit obținerea de imagini ale obiectelor folosind ultrasunetele.

Alte realizări reprezentând echipamente profesionale de imagistică folosind ultrasunetele includ o multitudine de emițătoare – receptoare de ultrasunete dispuse linear [4, 5], circular [6] sau matricial [7 - 11]. Prin intermediul unor linii de întârziere [12, 13], emițătoarele sunt activate pe rând în timp ce receptoarele achiziționează tot pe rând semnalele reflectate provenind de la fiecare emițător în parte. O unitate de control asigură sincronizarea acestor semnale și combină rezultatele semnalelor achiziționate pentru a recompuce o imagine a obiectului scanat cu ultrasunete, din semnalele reflectate de către acesta către diferite receptoare. Poziționarea spațială a emițătoarelor și receptoarelor permite o recompuce bidimensională a obiectului.

O alta implementare propune realizarea unui echipament pentru imagistica cu ultrasunete în care o multitudine de emițătoare, respectiv detectoare de ultrasunete sunt deplasate mecanic linear [14, 15] sau circular [16] pentru a baleia câmpul investigat.

Altă realizare bazată pe același principiu propune folosirea unei matrici de emițătoare, respectiv receptoare de ultrasunete și a unei lentile care să formeze imaginea [17].

O altfel de realizare propune construcția unui aparat pentru imagistica de ultrasunete care include un reflector de ultrasunete, imersat în unele variante într-un lichid, folosit pentru a baleia obiectul investigat cu un fascicul de ultrasunete. Semnalul reflectat de la obiect pentru diferite poziții ale reflectorului sunt achiziționate și folosite pentru generarea imaginii obiectului [18, 19].

Principalele inconveniente ale realizărilor prezentate mai sus pentru echipamentele de imagistică cu ultrasunete profesionale în raport cu implementarea propusă prin prezenta invenție sunt:

- a) Echipamentele de imagistică la care s-a făcut referire sunt aparate complexe care necesită componente complicate pentru achiziția datelor, cum ar fi matrici lineare sau bidimensionale de emițătoare, respectiv receptoare, lentile sau reflectoare de ultrasunete, sisteme mecanice pentru deplasarea sau rotirea modulelor de emisie și recepție.
- b) Astfel de echipamente necesită și programe software complexe pentru achiziția, prelucrarea și afisarea datelor.
- c) Astfel de echipamente sunt costisitoare și necesită o pregătire profesională specială a operatorului.
- d) Ele sunt în general voluminoase și nu pot fi în nici un caz manevrate de copii.
- e) Prin natura lor ele nu au o destinație didactică.

Set educațional pentru ultrasunete și metoda de realizare a acestuia conform invenției utilizează principiul cunoscut al determinării distanței până la un obiect prin folosirea unui puls de ultrasunete care se reflectă de obiectul investigat și este recepționat de un receptor de ultrasunete, un sistem de calcul care controlează emițătorul și detectorul calculează distanța dintre modulul de emisie – recepție și un punct al obiectului investigat. Deplasarea după două direcții, într-un plan, a modulului de emisie – recepție și determinarea distanțelor dintre acest modul și diferite puncte ale obiectului investigat permite prin calcul determinarea mărimii obiectului investigat și crearea unei imagini a acestui obiect. În acest fel, setul educațional pentru ultrasunete poate fi utilizat în scopuri didactice pentru demonstrarea aplicațiilor de imagistică cu ultrasunete.

Avantajul principal al setului educațional pentru ultrasunete și al metodei de realizare a acestuia este că generează în mod simplu, fără contact, folosind ultrasunetele, imaginea unui obiect.

Un alt avantaj al setului educațional pentru ultrasunete și al metodei de realizare îl constituie faptul că modulul de emisie – recepție folosit este de mici dimensiuni, robust și poate fi manevrat cu ușurință de elevi.

Un avantaj suplimentar al soluției propuse este conferit de faptul că setul educațional pentru ultrasunete poate fi folosit atât pentru imagistica cu ultrasunete, cât și pentru determinarea distanței până la un obiect, a vitezei și accelerației acestui obiect.

Un avantaj important al setului educațional pentru ultrasunete este dat de calitatea sa de a fi portabil și demontabil, putând să fie transportat, asamblat și dezasamblat ușor.

Nu în ultimul rând constituie un avantaj al setului educațional pentru ultrasunete achiziția, prelucrarea și afișarea automată a datelor care se realizează automat, necesitând intervenția minimă a operatorului.

Un avantaj suplimentar al setului educațional pentru ultrasunete îl reprezintă funcția sa de localizare relativă a două obiecte în spațiu.

Toate aceste avantaje vor fi ilustrate pe parcursul descrierii setului educațional pentru ultrasunete și a metodei de realizare a acestuia.

În figura 1 este ilustrat principiul de funcționare setului educațional pentru ultrasunete în modul de operare pentru măsurarea distanțelor folosind ultrasunetele.

În figura 2 este prezentat principiul de operare a setului educațional pentru ultrasunete, în modul de operare “imagistică” cu ultrasunete.

Traseul de deplasare a modulului de emisie – recepție în planul în care poate fi deplasat este prezentat în figura 3.

Schema bloc a modulelor de locație cu ultrasunete și control ale setului educațional pentru ultrasunete este ilustrată în figura 4.

În figura 5 este prezentată schema bloc pentru o modalitate de implementare a setului educațional pentru ultrasunete, în modul de operare “imagistică” cu ultrasunete.

În figura 6 este prezentată schema bloc pentru o a doua modalitate de implementare a setului educațional pentru ultrasunete, în modul de operare “imagistică” cu ultrasunete.

În figura 7 este ilustrat principiul de funcționare a setului educațional pentru ultrasunete, în modul de operare “localizare relativă a două obiecte”.

Se dau în continuare mai multe exemple de realizare ale invenției.

În conformitate cu figura 1 distanța față de un obiect poate fi determinată cu ajutorul ultrasunetelor prin metoda cunoscută a “ecoului”. Un emițător de ultrasunete (1) emite un puls de ultrasunete sub forma unui fascicul de ultrasunete (2) către un obiect (3) pentru care se determină distanța față de emițătorul de ultrasunete. Unda ultrasonoră care alcătuiește fasciculul este reflectată sub forma unui puls (4) de către obiectul investigat (3) și este redirectionată către un receptor de ultrasunete (5). Un sistem de calcul (6) determină intervalul de timp dintre momentul emisiei pulsului de ultrasunete și momentul recepției pulsului reflectat de către obiect. Folosind durata astfel determinată și valoarea vitezei ultrasunetelor în mediul în care are loc propagarea, în cazul în speță aer, sistemul de calcul (6) calculează distanța dintre modul de emisie – recepție (7), alcătuit de emițătorul de ultrasunete (1) și receptorul de ultrasunete (5), și obiect (3).

Pentru ca rezoluția spațială laterală a instrumentului să fie cât mai bună este necesar ca atât diagrama de directivitate a emițătorului, cât și cea a receptorului să fie cât mai înguste. Acest deziderat se poate realiza prin metode cunoscute [20, 21]. Utilizarea unor diagrame de directivitate înguste fac posibilă determinarea distanței dintre modulul de emisie – recepție (7) și diferite puncte din planul obiectului (3) investigat. Acest mod de operare face posibilă obținerea imaginii unui obiect investigat (3) folosind ultrasunetele.

Principiul de operare al setului educațional pentru ultrasunete în mod “imagistică” este ilustrat în figura 2. Pentru formarea unei imagini a obiectului (3) utilizând ultrasunetele, modulul de emisie – recepție (7) este deplasat într-un plan paralel cu obiectul investigat (3), după două direcții X și Y. Pentru poziții succesive (8) (X_i, Y_i) , (9) (X_j, Y_j) , ale modulului de emisie – recepție (7), pentru care unda ultrasonoră este reflectată de obiectul investigat (3), un sistem de calcul (6) memorează coordonatele poziției respective (X_i, Y_i) și distanța măsurată față de obiectul investigat (3). Pentru poziții (10) (X_n, Y_n) ale modulului de emisie – recepție (7) pentru care obiectul investigat (3) nu mai reflectă unda ultrasonoră (11), semnalul furnizat de către receptorul de ultrasunete (5) este interpretat de către sistemul de calcul ca un semnal de eroare. Si coordonatele (X_i, Y_i) pentru care apar astfel de semnale de eroare sunt memorate de către sistemul de calcul. Deplasarea în plan a modulului de emisie – recepție (7) se realizează în conformitate cu un anumit algoritm.

Deplasarea modulului de emisie – recepție (7) se face, în conformitate cu un traseu tip rastru, din poziția din stânga-sus către poziția din dreapta-jos, rând cu rând, incrementând pozițiile pe fiecare linie, câte o unitate de deplasare pe fiecare rând în parte și incrementând rând cu rând câte o unitate de deplasare, conform traseului descris de săgeți în figura 3. Coordonatele acestor poziții succesive în plan vertical sunt codificate ca fiind (1,1) pentru prima poziție (stânga-sus) și (n,n) pentru ultima poziție (dreapta-jos). În conformitate cu modul de operare descris mai sus, după parcurgerea unui traseu complet de către modulul de emisie – recepție (7), în memoria sistemului de calcul (6) se găsește o “hartă” a obiectului investigat (3) și a zonei care îl înconjoară, în care pot fi identificate contururile obiectului investigat (3) prin asocierea semnalelor de eroare în măsurarea distanței cu coordonatele deplasării pentru care au fost generate astfel de semnale. În acest fel, în formă electronică în memoria echipamentului se găsește o imagine a obiectului investigat (3).

Printr-o etalonare a echipamentului prin metode cunoscute, prin generarea imaginii unui obiect de dimensiuni cunoscute, poziționat la o distanță cunoscută, pentru anumite caracteristici ale diagramelor de directivitate de emisie și respectiv de recepție se pot asocia, imaginii memorate, dimensiuni reale a obiectului investigat (3).

Schema bloc a modulelor de locație și control a setului educațional pentru ultrasunete este descrisă cu ajutorul figurii 4. Un modul de emisie – recepție (7) care include un emițător de ultrasunete (1) și un receptor de ultrasunete (5) este cuplat la un modul electronic de control (12) care încorporează un microcontroler care coordonează emisia de semnale ultrasonore, recepția de semnale ultrasonore, controlul amplificării pentru semnalele emise și recepționate și determină durata intervalului de timp (13) dintre emisia pulsului de ultrasunete (2) și recepția pulsului reflectat (4) de obiectul investigat (3). Modulul electronic de control (12) este cuplat la un sistem de calcul (6) care poate fi un calculator personal sau un laptop prin intermediul unei conexiuni USB (14). Conexiunea USB asigură comunicarea dintre sistemul de calcul (6) și modulul electronic de control (12), ca și alimentarea cu energie a modulului electronic de control (12) și a modulului de emisie – recepție (7). Sistemul de calcul (6) include un sistem de afișare a datelor sub formă grafică (15) unde este afișată imaginea obiectului investigat (3), determinată prin baleiajul său cu fasciculul de ultrasunete și memorată în memoria internă a sistemului de calcul (6). Sistemul de calcul (6) este prevăzut cu o comandă manuală “Achiziție” (16) pe care operatorul o acționează de fiecare dată când modulul de emisie – recepție (7) se găsește într-o nouă poziție a matricei de baleiaj (figura 3). Ca urmare a acestei comenzi are loc înregistrarea coordonatelor XY ale respectivei poziții, măsurarea distanței până la obiectul investigat (3) și memorarea acestor date de către sistemul de calcul (6). După ultima comandă de “Achiziție” (16) sistemul de calcul afișează la sistemul de afișare sub formă grafică (15) imaginea (17) a obiectului investigat (3).

Suprapus imaginii (17) a obiectului investigat (3) sistemul de calcul (6) afișează două repere (18, 19) în formă de “cruce” care pot fi deplasate de către operator în planul imagine. Sistemul de calcul este prevăzut cu o comandă “Calcul” (20). După poziționarea celor două repere în imagine, în poziții de interes, operatorul acționează comanda “Calcul” (20) și sistemul de calcul (6) calculează, prin metode cunoscute, distanța dintre cele două repere în imagine și o afișează sub formă numerică la un sistem de afișare numerică (21).

În figura 5 este dat un exemplu de realizare a setului educațional pentru ultrasunete. Un modul de emisie – recepție (7) este montat pe un călăreț (22) care se poate deplasa pe o tijă (23) montată orizontal pe un cadru (24) care permite unei tije (23) să fie deplasată pe direcția verticală. Cadrul (24) este fixat în doi suportți (25), astfel încât să fie menținut fix, în plan vertical. Tija (23) este prevăzută cu repere echidistante (26) față de care se face poziționarea pe orizontală a călărețului (22) pe care este montat modulul de emisie – recepție (7). Tija (23) este prevăzută la capete cu două știfturi (27) care îi permit poziționarea pe cadrul (24), la anumite poziții echidistante pe direcția verticală, prin intermediul unor găuri (28) practicate în cadrul (24). Călărețul (22), tija (23), cadrul (24), suportții (25) pot fi confecționați din metal, lemn, plastic sau orice alt material care le conferă rigiditate. Întregul ansamblu format din călăreț (22), tija (23), cadrul (24), suportți (25) și de modulul de emisie – recepție (7) este demontabil pentru a fi ușor de transportat. Pentru funcționare în modul “imagistică” întregul ansamblu format din călăreț (22), tija (23), cadrul (24), suportți (25) și de modulul de emisie – recepție (7) este așezat în plan vertical, în fața obiectului investigat (3), în conformitate cu principiul de funcționare descris în legătură cu figura 2. În conformitate cu principiul de funcționare în mod de funcționare “imagistică” a setului educațional pentru ultrasunete prezentat în legătură cu figurile 2, 3 și 4, operatorul deplasează modulul de emisie – recepție (7), care este întrepătat către obiectul investigat (3), în poziții succesive de la poziția stânga-sus la poziția dreapta-jos, conform figurii 3, prin deplasarea succesivă a călărețului (22) în lungul tije (23), pentru diferite poziții verticale succesive ale tije (23) pe cadrul (24). În fiecare moment în care modulul de emisie – recepție (7) se găsește în una dintre pozițiile succesive de baleiaj (figura 3) operatorul acționează o comandă de “Achiziție” (16). La această comandă, un sistem de calcul (6) memorează coordonatele XY ale poziției în care se găsește în plan vertical un modul de emisie – recepție (7) și determină distanța de la modulul de emisie – recepție (7) la punctul obiectului investigat (3) vizat de fasciculul de

ultrasunete (4), de la care are loc reflexia acestui fascicul. La sfârșitul procesului de baleiaj, când modulul de emisie – recepție (7) a trecut prin toate pozițiile posibile din planul vertical al cadrului (24) în memoria sistemului de calcul (6) se găsește o “hartă” care reprezintă imaginea obiectului investigat (3) obținută cu ultrasunete, în condițiile în care baleiajul a fost efectuat păstrând succesiunea pozițiilor în conformitate cu figura 3. Ca urmare a procedurii de etalonare în sine cunoscută, imaginea afișată de un sistem de calcul (6) la un sistem de afișare sub formă grafică (15) va fi o imagine (17) a obiectului investigat (3). Sistemul de calcul (6) calculează, prin metode cunoscute, din datele memorate, centrul de greutate al imaginii (17) obiectului investigat (3) și indică în imaginea afișată pe sistemul de afișare sub formă grafică (15), suprapus peste elementul de imagine corespunzător centrului de greutate a imaginii, valoarea distanței (29) dintre obiectul investigat (3) și modulul de emisie – recepție (7).

În legătură cu figura 6 este prezentată o altă variantă de realizare a setului educațional pentru ultrasunete. În această implementare, un modul de emisie – recepție (7) este montat pe o masă micrometrică (30), fixată la rândul ei pe o masă micrometrică (31). Masa micrometrică (30) se poate deplasa pe masa micrometrică (31) în lungul unor ghidaje (32). Masa micrometrică (31) se poate deplasa față de un cadrul fix (33) în lungul unor ghidaje (34). Cadrul fix (33) este menținut în poziție verticală de doi suporturi (35). În conformitate cu principiul de funcționare descris în legătură cu figura 2, cadrul fix (33), împreună cu mesele micrometrice (30) și (31) și modulul de emisie – recepție (7) este așezat în plan vertical, în fața obiectului investigat (3).

Masa micrometrică (30) permite deplasarea pe verticală (după direcția Y) a modulului de emisie – recepție (7) prin intermediul unui șurub (36) care poate fi acționat manual sau mecanic, prin mijloace în sine cunoscute. Șurubul (36) este fixat de masa micrometrică (30) și permite deplasarea mesei micrometrice (30) în raport cu masa micrometrică (31) prin intermediul unei piulițe fixe (37), montată în masa micrometrică (31). O riglă gradată (38) montată paralel cu direcția de deplasare pe verticală, după direcția Y, a mesei micrometrice (30) și un reper (39) aflat pe masa micrometrică (30) fac posibilă poziționarea modulului de emisie – recepție (7) în anumite poziții pe verticală, poziții fixe, corespunzătoare locațiilor la care se face citirea distanței până la obiectul investigat (3), în conformitate cu figurile 2, 3 și 4.

Masa micrometrică (31) permite deplasarea pe orizontală (după direcția X) a modulului de emisie – recepție (7) prin intermediul unui șurub (40) care poate fi acționat manual sau mecanic, prin mijloace în sine cunoscute. Șurubul (40) este fixat de masa micrometrică (31) și permite deplasarea mesei micrometrice (31) în raport cu cadrul fix (33) prin intermediul unei piulițe fixe (41), montată în cadrul fix (33). O riglă gradată (42) montată paralel cu direcția de deplasare pe orizontală, după direcția X, a mesei micrometrice (31) și un reper (43) aflat pe masa micrometrică (31) fac posibilă poziționarea modulului de emisie – recepție (7) în anumite poziții pe orizontală, poziții fixe, corespunzătoare locațiilor la care se face citirea distanței până la obiectul investigat (3), în conformitate cu figurile 2, 3 și 4.

Operatorul deplasează mesele micrometrice (30 și 31) cu ajutorul șuruburilor micrometrice (36 și 40), astfel încât modulul de emisie – recepție (7) să fie poziționat rând-pe-rând în pozițiile succesive prezentate în figura 3, începând de la prima poziție stânga-sus, având asociate coordonatele (1,1), la ultima poziție dreapta-jos, având asociate coordonatele (n,n). Operatorul deplasează modulul de emisie – recepție (7) în plan vertical, în poziții succesive echidistante, prin citirea coordonatelor X și Y indicate de rigele gradate (38 și 42). Pentru fiecare poziție a modulului de emisie – recepție (7) în plan vertical operatorul acționează o comandă de “Achiziție” (16). La această comandă, un sistem de calcul (6) memorează poziția XY în care se găsește în planul vertical modulul de emisie – recepție (7) și determină distanța de la modulul de emisie – recepție (7) la punctul obiectului investigat (3) vizat de fasciculul de ultrasunete (4), de la care are loc reflexia acestui fascicul. La sfârșitul procesului de baleiaj, când modulul de emisie – recepție (7) a trecut prin toate pozițiile posibile din planul vertical în care se poate deplasa, în memoria sistemului de calcul (6) se găsește o “imagine” (17) a obiectului investigat (3), obținută

cu ultrasunete, în condițiile în care baleiajul a fost efectuat păstrând succesiunea pozițiilor în conformitate cu figura 3. Ca urmare a procedurii de etalonare în sine cunoscută, imaginea afișată de un sistem de calcul (6) la un sistem de afișare sub formă grafică (15) va fi o imagine (17) a obiectului investigat (3). Sistemul de calcul (6) calculează, din datele memorate, centrul de greutate al imaginii obiectului investigat (3) și indică în imaginea afișată pe sistemul de afișare sub formă grafică (15), suprapus peste elementul de imagine corespunzător centrului de greutate a imaginii, valoarea distanței (29) dintre obiectul investigat (3) și modulul de emisie – recepție (7).

În figura 7 este prezentat un exemplu de realizare a setului educațional pentru ultrasunete care funcționează în modul de operare "localizare relativă a două obiecte". Pentru simplificarea expunerii, în figura 7 este prezentată deplasarea unui modul de emisie – recepție (7) în raport cu două obiecte investigate (44, 45). Cele două obiecte (44, 45) se găsesc în două planuri diferite în raport cu modulul de emisie – recepție (7). Descrierea prezentată pentru secțiunea orizontală este valabilă și pentru deplasarea după o direcție verticală în raport cu două obiecte investigate (44, 45). Un modul de emisie – recepție (7) care poate fi deplasat într-un plan vertical paralel cu planurile în care se găsesc două obiecte de investigat (44, 45) conform exemplului de realizare prezentat în figura 5 sau a exemplului de realizare prezentat în figura 6.

Modulul de emisie – recepție (7) este deplasat de operator în plan vertical în conformitate cu algoritmul prezentat în figura 3, trecând prin toate pozițiile din plan începând cu poziția stânga-sus, de coordonate (1,1) și terminând cu poziția dreapta-jos, de coordonate (n,n). Pentru fiecare poziție a modulului de emisie – recepție (7) în plan vertical operatorul acționează o comandă de "Achiziție" (16). La această comandă, un sistem de calcul (6) memorează coordonatele XY ale poziției în care se găsește în plan vertical un modul de emisie – recepție (7) și determină distanța de la modulul de emisie – recepție (7) la punctul obiectului investigat (3) vizat de fasciculul de ultrasunete (4), de la care are loc reflexia acestui fascicul. În timpul acestei operații de baleiaj un fasciculul de ultrasunete (2) se va reflecta de obiectul (44), în alte poziții fasciculul de ultrasunete (2) se va reflecta de obiectul (45). În acest fel, ca urmare a unui baleiaj complet, în memoria sistemului de calcul (6) se va găsi o "imagine" compusă din "imaginile" celor două obiecte investigate (44, 45), datele memorate în urma baleiajului celor două obiecte conțin și informații referitoare la distanța la care se găsesc cele două obiecte investigate (44, 45) față de modulul de emisie – recepție (7). La sfârșitul procesului de baleiaj, când modulul de emisie – recepție (7) a trecut prin toate pozițiile posibile din planul vertical în care se poate deplasa, în conformitate cu principiul prezentat în figura 3 și a modulului de realizare prezentat în figurile 5 și 6, în memoria sistemului de calcul (6) se găsește o "hartă" care reprezintă imaginea obiectelor investigate (44, 45) obținută cu ultrasunete, în condițiile în care baleiajul a fost efectuat păstrând succesiunea pozițiilor în conformitate cu figura 3. Sistemul de calcul (6) calculează, din datele memorate, centrele de greutate ale imaginilor obiectelor investigate (44, 45) și indică în imaginile afișate pe sistemul de afișare sub formă grafică (17), suprapus peste elementele de imagine corespunzătoare centrelor de greutate ale imaginilor, valorile distanțelor dintre obiectele investigate (44, 45) și modulul de emisie – recepție (7).

Pentru funcționarea în modul de măsurare a distanței, operatorul acționează o comandă "Distanță" (46) (figura 4) și poziționează un modul de emisie – recepție (7) față de un obiect investigat (3) în una din pozițiile disponibile ale planului vertical în care poate fi deplasat modulul de emisie – recepție (7) prin metodele prezentate în legătura cu figurile 5 și 6. După această operație, operatorul acționează comanda "Achiziție" (16), care face ca un sistem de calcul (6) să controleze emisia unui puls de ultrasunete (2) și recepția pulsului reflectat (4) (figura 1) de către obiectul investigat (7) și calculează distanța dintre modulul de emisie – recepție (7) și obiectul investigat (3). Valoarea calculată pentru distanța măsurată este afișată sub formă numerică de un sistem de afișare numerică a datelor (47). În cazul în care se dorește măsurarea vitezei sau accelerației unui obiect investigat (7), operatorul acționează o comandă "Viteză/

acelerație” (48) (figura 4) și poziționează un modul de emisie – recepție (7) față de un obiect investigat (3) în una din pozițiile disponibile ale planului vertical în care poate fi deplasat modulul de emisie – recepție (7) prin metodele prezentate în legătura cu figurile 5 și 6. După această operație, operatorul acționează comanda “Achiziție” (16), care face ca un sistem de calcul (6) să controleze emisia unui puls de ultrasunete (2) și recepția pulsului reflectat (4) (figura 1) de către obiectul investigat (7) și calculează distanța dintre modulul de emisie – recepție (7) și obiectul investigat (3). În acest mod de lucru, sistemul de calcul măsoară distanța dintre modulul de emisie – recepție (7) și obiectul investigat (3), în mod repetat, cu o frecvență prestabilită, până când operatorul acționează o comanda “Stop” (49). După fiecare astfel de achiziție, sistemul de calcul (6) calculează, din valorile distanțelor măsurate, valoarea și semnul pentru viteza și accelerația cu care se deplasează obiectul investigat (3) față de modulul de emisie – recepție (7) menținut fix. Aceste valori sunt afișate de către sistemul de calcul (6) în timp real, actualizate, prin intermediul a două sisteme de afișare numerică a datelor (50 și 51). Simultan este actualizată la sistemul de afișare numerică a datelor (47), de către sistemul de calcul (6), valoarea curentă a distanței măsurate. La primirea comenzii “Stop” (49) sistemul de calcul nu mai comandă emisia de pulsuri de ultrasunete (2) și recepția celor reflectate (4) și afișează ultima valoare pentru mărimile distanță, viteză și accelerație, valoare afișată la sistemele de afișare numerică a datelor (47, 50, 51).

REVENDICĂRI

1. Set educațional pentru ultrasunete **caracterizat prin aceea că** folosește principiul locației cu ultrasunete conform căruia un fascicul pulsant de ultrasunete (2), generat de un emițător de ultrasunete (1), este direcționat către obiectul investigat (3) și este reflectat (4) de către acesta, fiind recepționat de un receptor de ultrasunete (5), emisia și recepția este controlată de un sistem de calcul (6) care calculează distanța dintre un modul emițător – receptor (7), format de emițătorul de ultrasunete (1) și receptorul de ultrasunete (5), și obiectul investigat (3) pentru poziții succesive (8, 9) într-un plan vertical ale modulului de emisie – recepție (7), astfel încât obiectul investigat (3) și zona care îl înconjoară să fie baleiate de fasciculul de ultrasunete (2), sistem de calcul (6) care memorează pozițiile succesive ale modulului de emisie – recepție (7), le asociază cu valorile distanțelor calculate pentru fiecare astfel de poziție și generează la un sistem de afișare sub formă grafică (15) imaginea (17) a obiectului investigat (3).

2. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un modul de emisie – recepție (7) cuplat la un modul electric de control (12) conectat printr-o conexiune USB (16) la un sistem de calcul (6) care comandă emisia și recepția semnalelor ultrasonore, controlează achiziția și prelucrarea datelor și afișează imaginea (17) a obiectului investigat (3).

3. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** deplasarea într-un plan vertical a modulului de emisie – recepție (7) se realizează prin montarea modulului de emisie – recepție (7) pe un călăreț (22) care se poate deplasa după direcția orizontală în lungul unei tije (23), prevăzută cu niște repere echidistante (26), tijă (23) montată orizontal pe un cadru (24) care permite tijeii să fie fixată, prin intermediul unor știfturi (27) și a unor găuri (28), în poziții verticale succesive.

4. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** deplasarea într-un plan vertical a modulului de emisie – recepție (7) se realizează prin montarea modulului de emisie – recepție (7) pe o masă micrometrică (30) care poate fi deplasată după direcția verticală cu ajutorul unui șurub micrometric (36), acționat manual sau mecanic, față de o masă micrometrică (31), care la rândul ei poate fi deplasată după direcția orizontală cu ajutorul unui șurub micrometric (40), acționat manual sau mecanic, în raport cu un cadrul fix (33) și în acest fel, modulul de emisie – recepție poate baleia cu un fascicul de ultrasunete (2) un obiect investigat (3), în conformitate cu un traseu tip rastru (figura 3).

5. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** un sistem de calcul (6) calculează distanțele de la un modul de emisie – recepție (7) la un obiect investigat (3) pentru poziții succesive în care este poziționat modulul de emisie – recepție (7) într-un plan vertical prin intermediul unui ansamblu format de un călăreț (22), o tijă (23), un cadrul vertical (24) sau prin intermediul unor mese micrometrice (30 și 31), sistem de calcul (6) care asociază aceste distanțe pozițiilor succesive ale unui modul de emisie – recepție (7) și memorează aceste seturi de date în memoria sa internă.

6. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1 și 5, **caracterizat prin aceea că** un sistem de calcul (6) folosește perechile de date memorate pentru a genera și afișa la un sistem de afișare sub formă grafică (15) imaginea (17) unui obiect investigat (3).

7. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1 și 5, **caracterizat prin aceea că** un sistem de calcul (6) calculează centrul de greutate a imaginii (18) a unui obiect investigat (3) și indică, suprapus peste imaginea (17), valoarea distanței (29) măsurate între un modul de emisie – recepție (7) și un obiect investigat (3).

8. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1, 5, și 6, **caracterizat prin aceea că** un sistem de calcul (6) afișează suprapus unei imaginii (17) a unui obiect investigat (3), imagine (17) afișată la sistemul de afișare sub formă grafică (15), două repere în formă de “cruce” (19 și 20) care pot fi poziționate arbitrar de către operator în planul imaginii, sistemul de

calcul (6) calculează distanța dintre cele două repere (18 și 19) la o comandă "Calcul" (20) a operatorului și afișează rezultatul sub formă numerică la un sistem de afișare numerică (21).

9. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** la comenzile "Distanța" (46) și "Achiziție" (16) dată de operator, pentru o poziție selectată de operator în planul vertical în care se poate deplasa un modulul de emisie – recepție (7), un sistem de calcul (6) determină distanța dintre modulul de emisie – recepție (7) și un obiect investigat (3) și afișează această distanță la un sistem de afișare numerică (47).

10. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1, 3, 4 și 9, **caracterizat prin aceea că** la comanda "Viteză/ accelerație" (48) urmată de comanda "Achiziție" (16) date de către operator, pentru o poziție selectată de operator în planul vertical în care se poate deplasa un modul de emisie – recepție (7) un sistem de calcul (6) măsoară distanța dintre modulul de emisie – recepție (7) și obiectul investigat (3), în mod repetat, cu o frecvență prestabilită, până când operatorul acționează o comandă "Stop" (49), calculează valoarea și semnul vitezei și accelerației obiectului investigat (3) în raport cu modulul de emisie – recepție (7) și afișează aceste valori prin intermediul unor sisteme de afișare numerică a datelor (50 și 51).

11. Set educațional pentru ultrasunete, conform revendicărilor 1, 3, 4 și 6, **caracterizat prin aceea că** în modul de operare "localizare relativă a două obiecte", un sistem de calcul (6) baleiază cu un fascicul de ultrasunete (2) mai multe obiecte (34, 35) aflate în plane verticale diferite în raport cu planul vertical de deplasare a modulului de emisie – recepție (7), măsoară distanțele până la diferite puncte ale acestor obiecte (44 și 45) și afișează la un sistem de afișare sub formă grafică (17) imaginile ale celor două obiecte investigate (44 și 45) și, în centrele de greutate ale acestor imagini, valorile distanțelor dintre cele două obiecte (44 și 45) și modulul de emisie – recepție (7).

DESENE

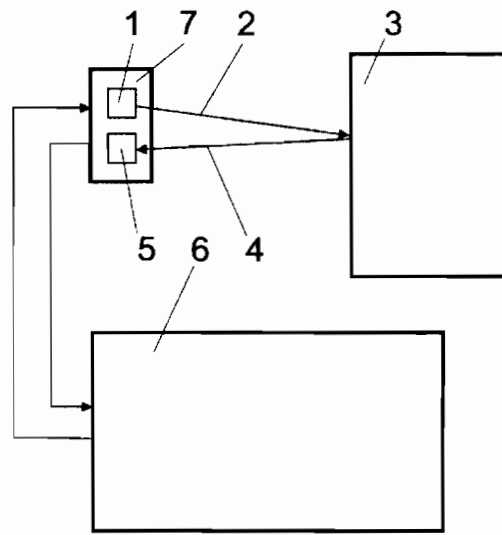


Figura 1

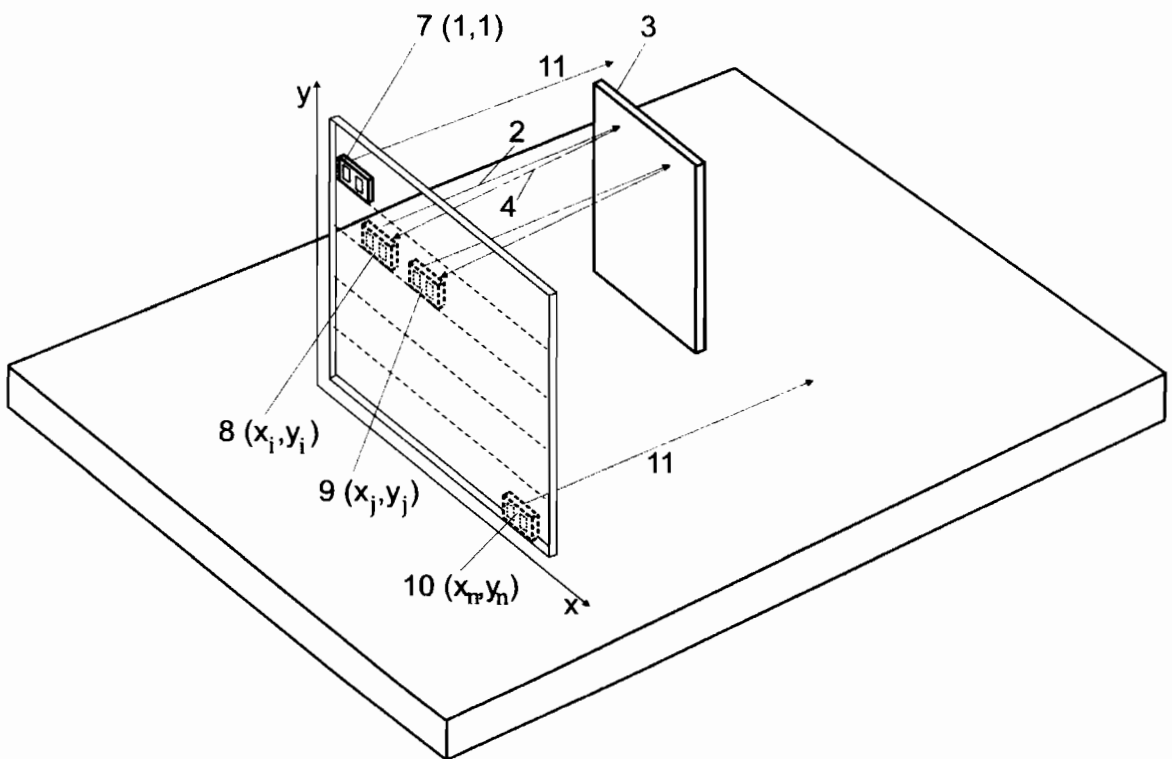


Figura 2

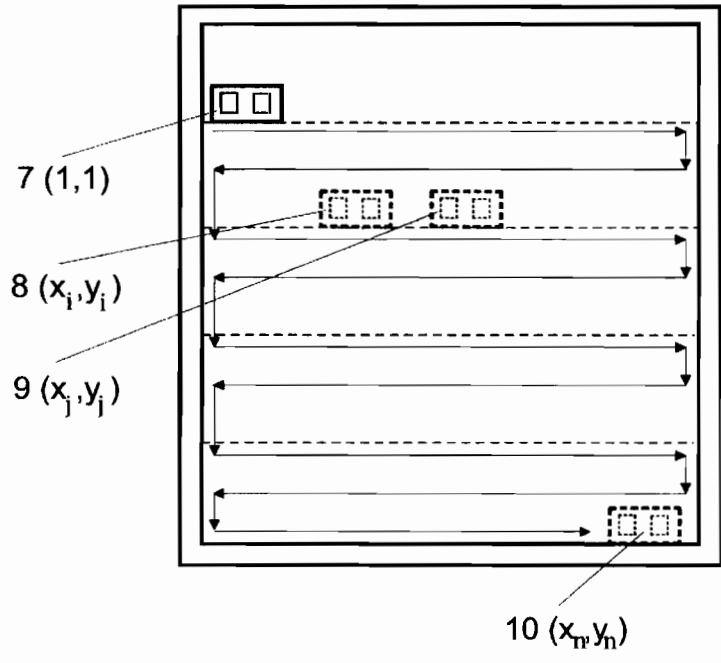


Figura 3

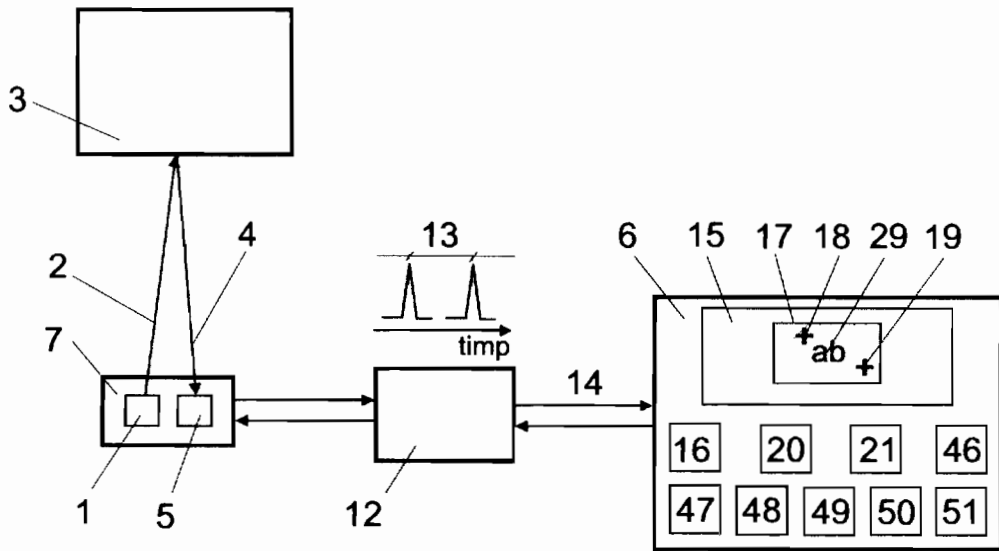


Figura 4

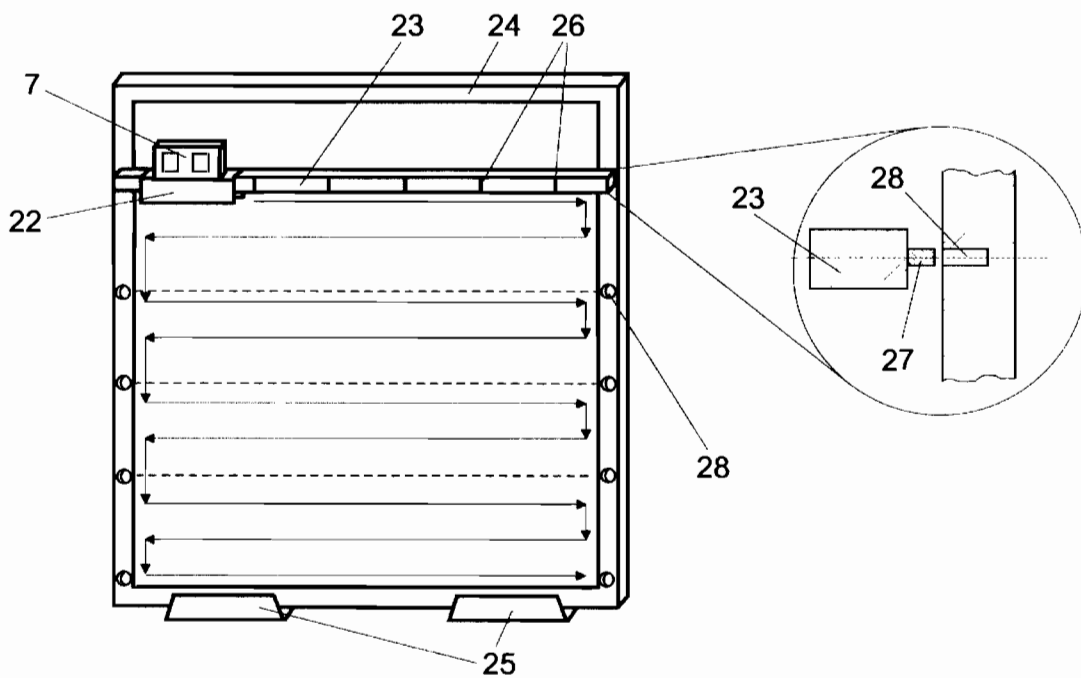


Figura 5

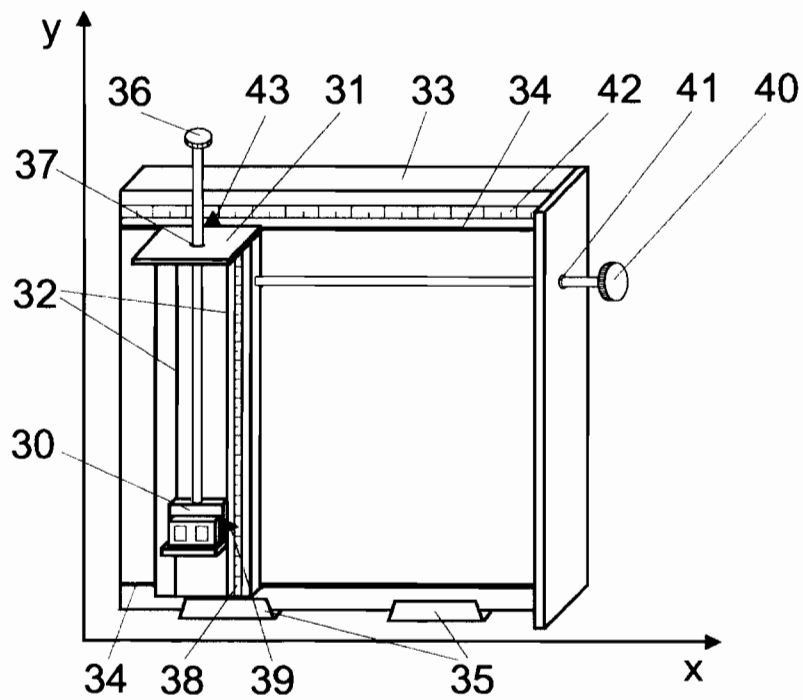


Figura 6

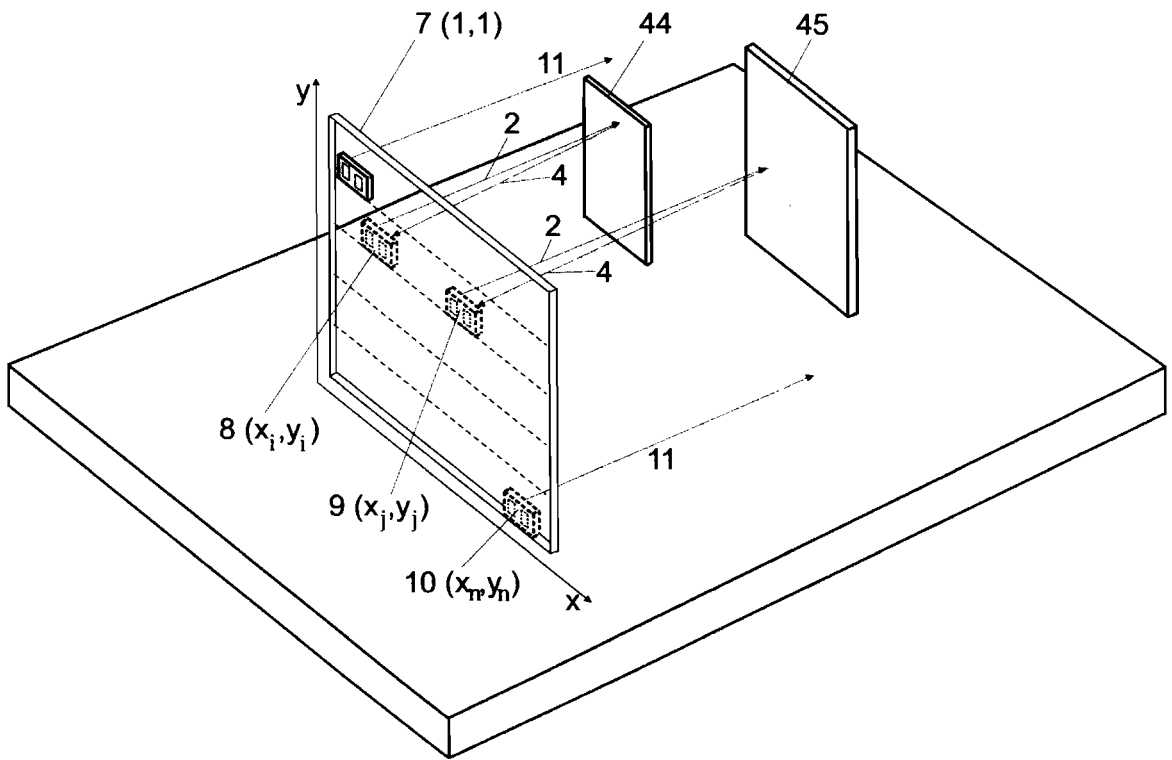


Figura 7