



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00869

(22) Data de depozit: 05/12/2019

(41) Data publicării cererii:
27/11/2020 BOPI nr. 11/2020

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA " ȘTEFAN CEL MARE "
DIN SUCEAVA, STR. UNIVERSITĂȚII
NR.13, SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• CĂILEAN ALIN-MIHAI,
CALEA BUCOVINEI NR.61, BL.V11, SC.A,
AP.5, CÂMPULUNG MOLDOVENESC, SV,
RO;

• DIMIAN MIHAI,
STR. PROF. LECA MORARIU, NR. 11A,
BL. A5, SC. A, AP.18, SUCEAVA, SV, RO;
• DONE ADRIAN, STR.MIHAI VITEAZU
NR.56, BL.L, SC.C, AP.4, SUCEAVA, SV,
RO;
• LUPU ELENA DANIELA, STR.PINULUI,
NR.48, BOSANCI, SV, RO

(54) SISTEM DE IZOLARE SPAȚIALĂ A SURSELOR DE ZGOMOT OPTIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de izolare spațială a surselor de zgomot optic, destinat aplicațiilor de comunicații prin lumină vizibilă (VLC), în mediu exterior, la distanțe de zeci până la sute de metri, cu precădere în aplicațiile VLC rutiere, cum ar fi comunicațiile între infrastructura rutieră și vehicul (I2V) și între vehicul și vehicul (V2V). Sistemul conform invenției este amplasat în fața unui receptor VLC și este constituit dintr-un senzor (1-SLS) de identificare a surselor de zgomot optic reprezentat de o serie de fotodiode IR (IrFD11...IrFD15 și IrFD21...IrFD25) cu unghi de recepție redus, de până la 30 de grade, dintr-un dispozitiv (3-OLCD) optic cu cristale lichide și dintr-un modul (2-MPDC) de procesare a datelor și control care comandă obturarea și izolarea spațială a sursei de zgomot optic prin comanda tensiunii de polarizare aplicată cristalelor lichide ale dispozitivului (3-OLCD) optic, ceea ce duce la modificarea unghiului de rotire al planului luminii polarizate ce trece prin cristalul lichid, determinând ca în zona respectivă, dispozitivul (3-OLCD) optic să devină opac, permițând însă trecerea luminii prin celelalte regiuni ale sale, reducându-se în acest fel puterea luminii parazite incidente pe elementul fotosensibil al receptorului VLC

și eliminându-se astfel posibilitatea saturării elementului fotosensibil, îmbunătățindu-se raportul dintre semnal și zgomot, ceea ce duce la o maximizare a performanțelor receptorului VLC pentru contextul extern respectiv.

Revendicări: 2

Figuri: 3

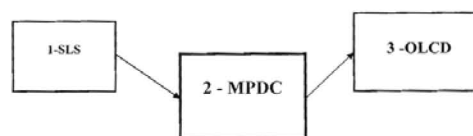
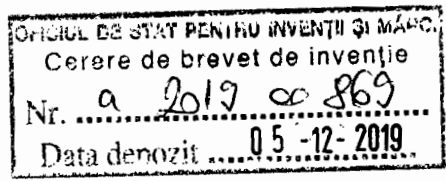


Fig. 1





Sistem de izolare spațială a surselor de zgomot optic

Invenția se referă la un sistem de izolare spațială a surselor de zgomot optic, destinat aplicațiilor de comunicații prin lumină vizibilă (VLC), în mediu exterior, la distanțe de zeci până la sute de metri, cu precădere în aplicațiile VLC rutiere, cum sunt comunicațiile de tip infrastructură rutieră – vehicul (I2V) și vehicul – vehicul (V2V).

În ceea ce privește filtrarea surselor de lumină în spectrul luminii vizibile este cunoscută o soluție [EP 13819621 A 20130716] constând într-un filtru optic având o bandă de trecere cel puțin parțial suprapusă cu o lungime de undă cuprinsă între 800 nm și 1100 nm și include mai multe straturi de siliciu hidrogenate cu un indice de refracție mai mare de $3/\lambda$ cuprinsă între 800 nm și 1100 nm și straturi cu indice inferior de refracție plasate în alternanță cu celelalte. Dezavantajul acestei soluții este dat de costul ridicat și de faptul că ea nu asigură o izolare sigură a luminii solare.

În domeniul auto este cunoscută o soluție de transport inteligent bazată pe comunicații prin lumină vizibilă LED (brevet CN 102610115 A) capabil să transmită o informație de trafic, în timp util, folosind lumina de semnalizare LED emisă de semnalul de avertizare al unui semafor și/sau al unui vehicul. Sistemul include surse de semnalizare cu LED drept transmițător optic și receptoare optice. Sursele de semnalizare cu LED-uri transmit un semnal de avertisment ce conține condițiile de drum. Sistemul utilizează un element fotosensibil pentru detectarea semnalului luminos ce conține informațiile, semnal ce va fi prelucrat în vederea recuperării datelor. Dezavantajul soluției este dat de faptul că în cazul receptorilor optici bazați pe elemente fotosensibile de tip fotodiodă / fotodiodă PIN/fotodiodă cu avalanșă/fototranzistor, semnalul electric generat este strict proporțional cu lumina incidentă pe elementul fotosensibil. Astfel, având în vedere că în mediul exterior, lumina solară este mult mai puternică decât lumina ce conține informațiile, puterea luminii solare ajungând la valori de ordinul mW/cm^2 comparativ cu puterea luminii semnalului util ce poate să scadă până la nivele de ordinul zecilor de nW/cm^2 decodarea datelor devine problematică sau uneori, chiar imposibilă.



În prezent, această problemă este abordată prin reducerea unghiului de vizibilitate al receptorului, ceea ce face ca mai puțină lumină parazită să ajungă pe suprafața elementului fotosensibil. Deși această soluție este eficientă pentru îmbunătățirea raportului semnal zgomot, ea are ca dezavantaj faptul că, prin îngustarea unghiului de recepție al receptorului, mobilitatea sistemului este proporțional afectată. Din acest motiv, abordarea ce folosește reducerea unghiului de vizibilitate al receptorului are un grad scăzut de compatibilitate cu aplicațiile rutiere, domeniu caracterizat printr-o mobilitate ridicată.

O altă soluție pentru izolarea spațială a surselor de zgomot optic o reprezintă utilizarea receptorilor VLC bazați pe camere CCD [Ji, H. M. Tsai, C. Wang and F. Liu, "Vehicular Visible Light Communications with LED Taillight and Rolling Shutter Camera," in Proc. IEEE 79th Veh. Technol. Conf. (VTC Spring), Seoul, 2014, pp. 1-6]. Tehnologia pe care se bazează această soluție permite identificarea și izolarea spațială a sursei principale de zgomot (soare), însă prezintă dezavantajul unei viteze reduse de transfer al datelor din cauza numărul mic de cadre pe secundă (FPS) al camerei (o cameră uzuală având, în general, între 30-60 de cadre pe secundă). Deși există și posibilitatea utilizării de camere cu număr mare de cadre pe secundă (aproximativ 1000) [Y. Goto et al., "A New Automotive VLC System Using Optical Communication Image Sensor," in IEEE Photon. J., vol. 8, no. 3, pp. 1-17, Jun. 2016], costurile foarte mari comparativ cu cele ale unor fotoelemente individuale scad semnificativ competitivitatea acestei soluții. Totodată, prelucrarea unor astfel de imagini complexe necesită o putere de calcul ce nu este momentan accesibilă aplicațiilor dezvoltate pentru domeniul auto.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem de izolare spațială a surselor de zgomot optic destinat îmbunătățirii raportului semnal zgomot, care să fie integrat în receptorii VLC bazați pe elemente fotosensibile individuale, și care să permită acestora să beneficieze de avantajele receptorilor VLC bazați pe cameră video CCD, menținând totodată, un cost redus de implementare și o putere de calcul accesibilă domeniului auto. Astfel, utilizarea filtrului optic propus, va permite dezvoltarea unei noi generații de receptori VLC care să poată realiza identificarea și izolarea spațială a sursei de zgomot, permițând orientarea procesului de prelucrare către zona în care este identificat emițătorul VLC. Astfel, sistemul conform invenției, permite cumularea avantajelor ambelor tipuri de receptori VLC, menținând în același timp o complexitate redusă.

Sistemul de izolare spațială a surselor de zgomot optic destinat îmbunătățirii raportului semnal zgomot, conform invenției, este constituit dintr-un dispozitiv cu cristale



lichide, un senzor de identificare a surselor de zgomot optic și un modul de procesare și control al datelor. Astfel constituit, în concordanță cu condițiile de mediu, sistemul permite o adaptare la modificări de locație și intensitate a sursei de zgomot, fiind capabil să reducă influența luminii parazite, dar permițând trecerea luminii utile, chiar și în cazul în care sursa de zgomot și sursa de lumină utilă au aceeași lungime de undă.

Avantajele integrării acestui sistem în receptori VLC destinați aplicațiilor rutiere sunt:

- concept simplu, bazat pe componente accesibile;
- costul de fabricație redus;
- eficacitate mare;
- permite integrarea în cadrul receptorilor VLC a unor caracteristici de auto-adaptare la context;
- permite receptorilor VLC bazați pe elemente fotosensibile individuale să își păstreze avantajele și în același timp, să beneficieze de unghiul larg de recepție al fotodiodei, înglobând astfel și avantajele receptorilor bazați pe cameră CCD;
- permite dezvoltarea de receptori VLC hibridi, cu beneficii sporite;
- având în vedere timpul de comutație redus al fotodiodelor PIN, sistemul oferă potențialul atingerii unor viteze mari de transfer al datelor;
- permite identificarea și izolarea spațială a sursei de zgomot;
- îmbunătățește raportul semnal – zgomot (SNR);
- reduce posibilitatea saturării elementului fotosensibil;
- îmbunătățește parametrii comunicației, rata de eroare (Bit Error Ratio - BER) și raportul de livrare a pachetelor de date (Packet Delivery Ratio - PDR);
- îmbunătățește mobilitatea receptorului, permițând dezvoltarea de receptori VLC cu unghi de recepție adaptiv la context (factori perturbatori externi);
- creșterea distanței de comunicație;
- îmbunătățirea vitezei de transfer al datelor.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1, 2 și 3, care se reprezintă după cum urmează:

- fig. 1 - schema bloc a sistemului de izolare spațială a surselor de zgomot optic;
- fig. 2 – poziționarea sistemului de izolare spațială a surselor de zgomot optic;
- fig. 3 – schema logică de funcționare a sistemului de izolare spațială a surselor de zgomot optic – relația funcțională dintre condițiile exterioare și modul de funcționare a acestuia.



Sistemul de izolare spațială a surselor de zgomot optic destinat îmbunătățirii raportului semnal zgomot și permite o adaptare la modificări de locație și intensitate a sursei de zgomot, fiind capabil să reducă influența luminii parazite, dar permițând trecerea luminii utile, chiar și în cazul în care sursa de zgomot și sursa de lumină utilă au aceeași lungime de undă este constituit, conform invenției (fig.1 și fig. 2) dintr-un modul de identificare a surselor de zgomot optic 1-SLS, reprezentat printr-o serie de fotodiode IR (IrFD11... IrFD15 și IrFD21...IrFD25), un modul de procesare a datelor și control 2-MPDC și un dispozitiv optic cu cristale lichide 3-OLCD. Elementele componente ale sistemului sunt amplasate în fața unui receptor VLC bazat pe fotodiode PIN cu timp de răspuns de ordinul ns , receptor ce poate primi informații de la un emițător VLC.

Sistemul de izolare spațială a surselor de zgomot optic, conform invenției, are ca scop eliminarea luminii solare ce ar urma să ajungă pe elementul fotosensibil al receptorului VLC. Astfel, acesta percepe mediul exterior ca o scenă pe care o vede prin intermediul sistemului optic.

Senzorul 1-SLS (Fig. 3a.), conform invenției, permite determinarea intensității radiației solare și identificarea poziției relative a Soarelui în raport cu sistemul, respectiv cu senzorul, atât pe axa orizontală, prin intermediul elementelor fotosensibile IrFD 11...IrFD15 cât și pe cea verticală, prin intermediul elementelor fotosensibile IrFD 21...IrFD25. În acest sens, fotodiode IR (IrFD11.. IrFD15 și IrFD21...IrFD25) sunt cu unghi de recepție redus, de până la 30 grade, sensibile exclusiv la componenta infraroșie a radiației solare și sunt dispuse la unghiuri diferite, astfel încât să poată identifica poziția relativă a Soarelui (fig. 3c). Identificarea și localizarea sa se va face doar pe baza componentei IR (peste 780 nm).Astfel, în absența Soarelui, fotodiodele IR nu vor identifica vreo altă sursă semnificativă de radiație IR.

Informațiile de la fiecare fotodiodă IR a senzorului 1-SLS, mai exact, intensitățile componentelor IR detectate, sunt citite ca semnale analogice, de modulul de procesare a datelor și control 2-MPDC, iar pe baza acestor informații, modulul 2-MPDC poate determina intensitatea luminii solare, și poziția relativă a acestuia, reușind încadrarea Soarelui în unul (sau mai multe)dintre cadrane. Stabilirea locației relative a Soarelui se va realiza pe baza unui algoritm logic, prin compararea intensității radiației detectate de fiecare fotodiodă IR. Atunci când Soarele apare în zona de recepție a receptorului VLC și implicit a senzorului de detecție a luminii parazite (fig. 3b), fotodioda IR din zona în care apare Soarele începe să genereze un semnal, corespunzător radiației IR emise de Soare. Odată determinată intensitatea Soarelui și locația relativă a acestuia, are loc stabilirea



Soarelui într-unul din cadrane, iar microcontrolerul 2-MPDC comandă opturarea și izolarea spațială a sursei de zgomot cu ajutorul dispozitivului 3-OLCD, obturarea realizându-se prin comanda tensiunii de polarizare aplicată cristalelor lichide, ceea ce duce la modificarea unghiului de rotire al planului luminii polarizate ce trece prin cristalul lichid, ceea ce face ca în zona respectivă, dispozitivul cu cristale lichide 3-OLCD să devină opac, permițând însă trecerea luminii prin celelalte zone/regiuni ale sale, reducându-se puterea luminii parazite incidente pe elementul fotosensibil al sensorului, eliminându-se astfel posibilitatea saturării elementului fotosensibil al receptorului VLC, îmbunătățindu-se raportul dintre semnal și zgomot, ceea ce duce la o maximizare a performanțelor receptorului VLC pentru contextul extern respectiv.

Astfel, lumina transmisă de emițătorul VLC va trece prin sistemul de izolare neobturată, și va ajunge pe suprafața elementului fotosensibil al receptorului VLC, unde va genera un curent electric proporțional, ce va fi folosit pentru decodarea datelor. În acest fel, lumina solară va fi izolată spațial, permițând unui sistem VLC bazat pe fotodiode PIN să aibă avantajele unui sistem VLC bazat pe receptori CCD, adică unghiul de recepție larg și posibilitatea izolării spațiale a sursei de zgomot, dar la un cost mai redus, cu o complexitate mai mică și la performanțe net superioare din punct de vedere al BER-ului, vitezei de transfer a datelor și distanței de comunicație.

Într-o altă variantă de realizare, sistemul poate fi prevăzut cu o cameră de filmat de performanțe și cost redus pentru o îmbunătățire a performanțelor și pentru posibilitatea eliminării și izolării spațiale a altor surse de zgomot optic, cum ar fi surse de lumină artificială incandescente, fluorescente, sau LED. În acest caz, detectarea spațială a surselor de zgomot se va face pe baza analizei imaginii cu utilizarea de algoritmi de detecție a imaginii și recunoașterea zonelor ce corespund surselor de zgomot. În urma acestui algoritm de detecție, microcontrolerul 2-MPDC va comanda în același mod opturarea zonei în care este identificată o sursă de zgomot.

În această variantă de realizare costul de implementare al sistemului va fi mai mare, dar rămâne semnificativ mai redus decât al receptorilor VLC bazați pe senzori CCD de mare viteză deoarece în acest caz, nu se cere utilizarea unei camere de mare viteză ci a uneia cu un număr redus de cadre (30-60 fps).

Sistemul descris conform invenției poate fi reprodus cu aceleași caracteristici și performanțe ori de câte ori este necesar, fapt ce constituie un argument în favoarea respectării criteriului de aplicabilitate industrială.



Revendicări

1. Sistem de izolare spațială a surselor de zgomot optic destinat aplicațiilor de comunicații prin lumină vizibilă în scopul eliminării luminii solare ce ar urma să ajungă pe elementul fotosensibil al unui receptorul VLC **caracterizat prin aceea că** este amplasat în fața unui receptor VLC și este constituit dintr-un senzor de identificare a surselor de zgomot optic (1-SLS) reprezentat printr-o serie de fotodiode IR (IrFD11.. IrFD15 și IrFD21...IrFD25) cu unghi de recepție redus, de până la 30 grade ,un dispozitiv optic cu cristale lichide (3-OLCD), și un modul de procesare a datelor și control (2-MPDC) care comandă obturarea și izolarea spațială a sursei de zgomot optic (izolarea luminii solare) prin comanda tensiunii de polarizare aplicată cristalelor lichide ce aparțin dispozitivului (3-OLCD), ceea ce duce la modificarea unghiului de rotire al planului luminii polarizate ce trece prin cristalul lichid, determinând ca în zona respectivă, dispozitivul cu cristale lichide, să devină opac, permițând însă trecerea luminii prin celelalte zone/regiuni ale sale, reducându-se puterea luminii parazite incidente pe elementul fotosensibil al receptorului și eliminându-se astfel posibilitatea saturării elementului fotosensibil, îmbunătățindu-se raportul dintre semnal și zgomot, ceea ce duce la o maximizare a performanțelor receptorului VLC pentru contextul extern respectiv.
2. Într-o altă variantă, sistemul de izolare realizat conform revendicării 1 este **caracterizat prin aceea că** pentru îmbunătățirea performanțelor și pentru posibilitatea eliminării și izolării spațiale altor surse de zgomot optic, cum ar fi surse de lumină artificială incandescente, fluorescente, sau LED, este prevăzut cu o cameră de filmat, iar detectarea spațială a surselor de zgomot se va face pe baza analizei imaginii cu utilizarea de algoritmi de detecție a imaginii și recunoașterea zonelor ce corespund surselor de zgomot.



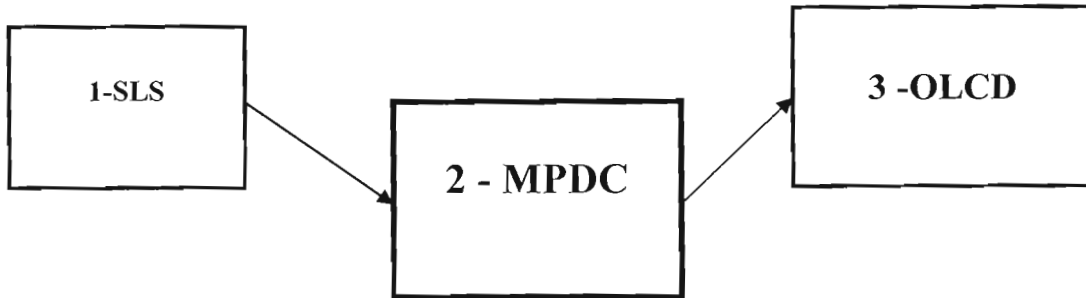


Fig.1

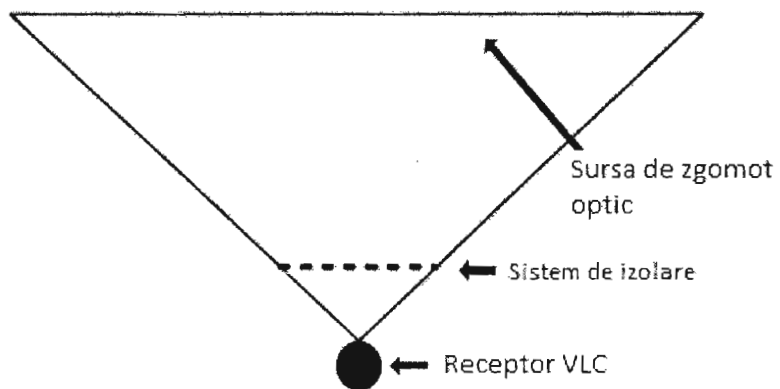


Fig.2



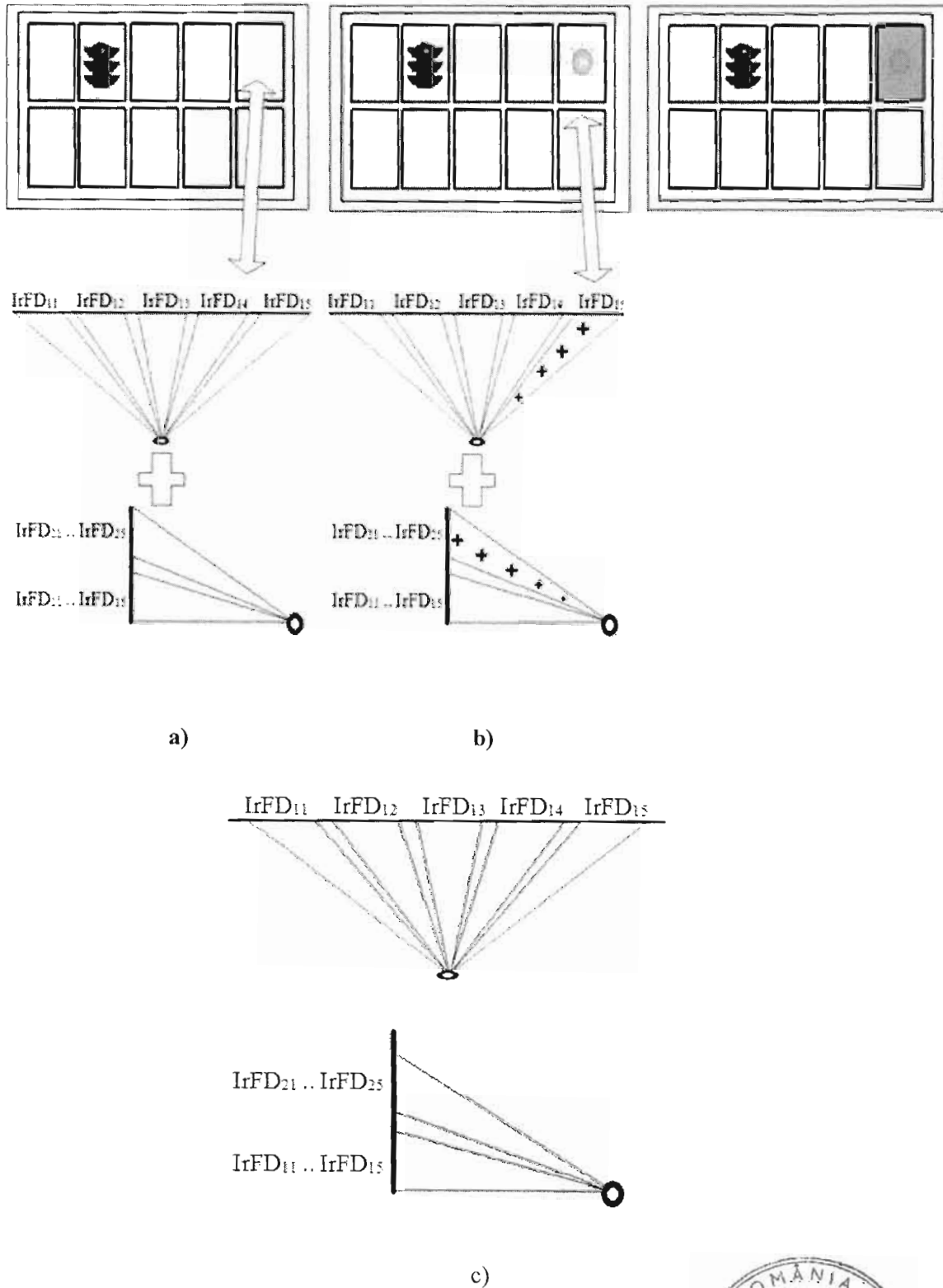


Fig.3

