

PROGRAMUL 4 "PARTENERIATE IN DOMENIILE PRIORITARE" 2007-2013

Contractor Centrul National de Management Programe
S.C.ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.
Nr. Iesire **82 / 26.05.2009** Numar intrare..... /.....
(se completeaza cu antetul contractorului)

FISA DE DEPUNERE DOCUMENTE

Catre,

Centrul National de Management Programe (CNMP)
Domeniul:

Acronim proiect: SMOTV
Contract nr: 81-042/2007

S.C.ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L., in calitate de conducator al proiectului: „ SISTEM MULTISENZOR PENTRU OBSERVAREA ŢINTELOR MASCATE DE VEGETAŢIE-SMOTV”, va transmitem anexat urmatoarele (se bifeaza documentele anexate):

Act aditional nr.....- (conform model)

Cerere avans; (conform model)

Cerere plata intermediara etapa nr.III; (conform model)

Acord de realocare

Raportul intermediar / final de activitate

Raportul stiintific si tehnic;

Raportul stiintific si tehnic in extenso RST

Indicatorii de rezultat generali si specifici

Procesul verbal de avizare a lucrarilor etapei de executie (conform model)

Proces verbal de receptie a lucrarilor de la partener

Raport final de activitate; (se prezinta numai la finalizarea proiectului)-

Raportul explicativ al cheltuielilor

Devizul post-calcu
Intermediar /final
(conform model)

Fisa de evidenta a cheltuielilor pe capitole (conform model) FEC

Altele - se specifica
daca este cazul

Reprezentant autorizat
S.C. ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.
Director General
Ing.
Emil POPESCU

Director proiect,
Dr.fiz.
Mihai JURBA

Cod: PO-04-Ed2-R0-F2

Contractor
S.C.ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.
Numar intrare **82 /26.05.2009**

Centrul National de Management Programe
Nr. Iesire..... /...
(se completeaza cu antetul contractorului)

APROBAT,

Director Program,
Nicolae NAUM
Data

Avizat,

Director Economic,
Ines GHIOCA
Data

CERERE DE PLATA INTERMEDIARA

Catre: 1.1 Centrul National de Management Programe

S.C. ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L., in calitate de contractor titular al proiectului cu denumirea "**SISTEM MULTISENZOR PENTRU OBSERVAREA ŢINTELOR MASCATE DE VEGETAŢIE-SMOTV**" din cadrul Contractului de finantare nr. 81-042/2007, solicitam plata sumei de 168.210 (unasutasasezecisioptdouasutezece) lei reprezentând plata intermediară aferentă fazei de executie nr. III care a fost realizata in perioada: 21.07.2008 – 29.05.2009.
I.Suma solicitata a fi platita, (PI), s-a determinat astfel:

(1) suma convenita pentru realizarea fazei de excutie 240.300 lei

(2) suma prevazuta a fi recuperata din avansul preliminar primit 72.090 lei

(PI) = (1) – (2)

II.Anexam prezentei cereri de plata urmatoarele documente:

- Raportul intermediar/final de activitate cu anexele sale;

III. Contul IBAN RO77TREZ7055069XXX003028, Trezoreria operațională sector 5, București, CUI RO14916270.

S.C. ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.

Director General

Ing.

Emil POPESCU

AVIZAT*,

Se va acorda plata in valoare delei.

Semnatura responsabil financiar : la data de

S-a efectuat plata in valoare delei, cu OP nr...../.....

*Se va completa de catre Autoritatea Contractanta

Cod: PO-04-Ed2-R0-F4

<p>Aprobat de:</p> <p>Centrul National de Management Programe Denumirea prescurtată: CNMP Director Program: Nicolae Naum</p> <p>Semnătura:..... * Se va completa de catre Autoritatea Contractanta</p>	<p>Avizat Responsabil Domeniu</p> <p>Nume si prenume:.....</p> <p>Semnătura:.....</p>
--	--

RAPORT INTERMEDIAR DE ACTIVITATE (RIA) NR. ** III (Cuprinde RST si REC)

Contract nr. 81-042 AAd. Nr. 4/2009 (se trece nr. ultimului Act Adițional, daca este cazul)
Denumirea Proiectului "**SISTEM MULTISENZOR PENTRU OBSERVAREA ŢINTELOR MASCATE DE VEGETAŢIE-SMOTV**"
Perioada acoperită: 21.07.2008-29.05.2009
Faza(nr):** III
Data prezentării (conform contractului): 29.05.2009

Elaborat de:
Contractor: Denumirea completă: S.C. ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.

Reprezentant autorizat: Funcția: Director General
Nume și prenume: Emil POPESCU
Semnătura:

Director economic:
Nume și prenume: Cristina Liana ONOFRIEVICI
Semnătura:

Director de proiect :
Nume și prenume: Mihai Emil JURBĂ
Semnătura:
Telefon, fax, email 0722652417, 0214209530,
elop@elop.ro

Declarăm, pe proprie răspundere, ca datele furnizate prin prezentul Raport de activitate sunt reale și ca toate cheltuielile s-au efectuat, atât din resursele de la buget cât și din cofinanțare, în mod exclusiv pentru realizarea și în conformitate cu prevederile contractului nr. 81-042/18.09.2007 finanțat prin Programul 4 "Parteneriate în domeniile prioritare. Toate cheltuielile sunt înregistrate în contabilitate, iar contractorul va pune oricând la dispoziția autorității contractante documentele primare de înregistrare.

Raportul se prezintă la predare și pe suport electronic

**Numarul RIA si numarul etapei sunt identice

SECTIUNEA 1

RAPORTUL STIINTIFIC SI TEHNIC (RST)

ETAPA DE EXECUȚIE NR. III

CU TITLUL: " Elaborarea specificatiilor de dezvoltare pentru modelul radarului laser si modelul platformei multisenzor. Proiectarea modelului radarului laser"

- € **RST - Raport stiintific si tehnic in extenso***
- € **Proces verbal de avizare interna**
- € **Procese verbale de receptie a lucrarilor de la parteneri**
- € **Raport final de activitate (numai pentru etapa finala)**

* pentru Programul 4 "Parteneriate in domeniile prioritare" se va utiliza modelul din Anexa 1

1. Raportul Stiintific si Tehnic (RST) in extenso

Lucrarea de față cuprinde 3 (trei) specificatii de dezvoltare pentru modelul radarului laser si platforma multisenzor, precum si documentatia proiectului pentru modelul radarului laser, astfel:

- A. Specificatia de dezvoltare pentru radarul laser;
- B. Specificatia software pentru radarul laser;
- C. Specificatia de dezvoltare pentru platforma multisenzor;
- D. Documentatia modelului experimental pentru radarul laser;

- o **obiectivele generale;**

Obiectivele generale ale consorțiului în cadrul acestei etape sunt: elaborarea specificatiilor de dezvoltare (3) pentru modelul radarului laser si platforma multisenzor si, de asemenea, întocmirea documentatiei pentru modelul radarului laser.

- o **obiectivele fazei;**

- A. Elaborarea specificatiei de dezvoltare pentru radarul laser;
- B. Elaborarea specificatiei software pentru radarul laser;
- C. Elaborarea specificatiei de dezvoltare pentru platforma multisenzor;
- D. Proiectarea modelului experimental pentru radarul laser;
- E. Proiectarea software pentru radarul laser;

- o **rezumatul fazei (maxim 2 pagini);**

În urma clarificării soluțiilor tehnice propuse în etapa a II-a membrii echipelor de cercetare au demarat activitățile necesare întocmirii specificatiilor de dezvoltare pentru radarul laser si platforma multisenzor, precum si activitățile specifice de proiectare a modelului experimental al radarului laser din cadrul sistemului destinat observării obiectelor mascate de vegetație, „SMOTV”.

Sistemul SMOTV este extrem de complex având în componență subansambluri optoelectronice de mare complexitate precum radarul cu laser (LADAR), cameră termală de mare sensibilitate pentru vederea pe timp de noapte, cameră de vedere pe timp de zi, sistem de scanare în 2 planuri, precum și un minicomputer cu putere de calcul suficient de mare pentru a putea controla cele 4 subansambluri, pentru a prelua imaginile și semnalele digitizate și un software capabil să controleze fluxurile de date și de semnale, să facă prelucrări de imagini și să analizeze rezultatele obținute în vederea luării deciziilor.

Piesa principală o constituie sistemul radar cu laser sau LADAR (acronimul de la denumirea în limba engleză: LAsEr Detection And Ranging).

Principiile de funcționare ale unui LADAR sunt asemănătoare cu ale unui radar în domeniul lungimilor de undă milimetrice cu diferența că pachetele de microunde sunt înlocuite cu impulsuri laser de mare putere și durată de ordinul nanosecundelor.

În afară de diferențele legate de lungimea de undă a radiației folosite, ladarul folosește fascicule laser pentru a scana ținte din teren, după care procesează semnalele reflectate de către

acestea pentru a crea o imagine virtuală a zonei scanate. Procesorul sistemului LADAR compară continuu modelele generate de ținte cu modelele 3D ale țintelor stocate în memoria internă în vederea luării unei decizii.

În prezent, sistemele de descoperire a țintelor, echipate cu LADAR, pot detecta obiecte și identifica caracteristici specifice ale acestora, cu o foarte bună definiție, de până la 15 cm pentru ținte aflate la distanțe de 1000 m. Un algoritm de Achiziție Automată a Țintei procesează în mod continuu datele obținute și le compară cu modelele 3D încărcate în memorie înainte de începerea misiunii. Acest proces identifică dacă țintele din zonă au similitudini cu cele stocate în memorie, iar când acest lucru se întâmplă, se comandă scanarea suplimentară din unghiuri diferite pentru definitivarea imaginii 3D.

În afară de domeniul militar care a susținut financiar dezvoltarea primelor modele de LADAR, datorită dezvoltării deosebite pe care au avut-o tehnologiile optoelectronice în ultimii ani au crescut domeniile de aplicație ale sistemelor LADAR, acestea fiind limitate în prezent doar de imaginația cercetătorilor.

Astfel variante mai complexe sau mai simple ale sistemelor LADAR sunt folosite în robotică pentru determinarea configurației terenului în care lucrează roboții, în industria auto ca senzori anticolidiune sau pentru monitorizarea traficului, în geologie și seismologie pentru trasarea faliiilor prin frunzișul pădurii, pentru monitorizarea evoluției ghețarilor, modificarea zonelor de coastă, pentru ridicări topografice de la înălțime a zonelor greu accesibile, în oceanografie pentru monitorizarea fitoplanctonului și zooplanctonului, pentru depistarea obiectelor în apă sau pentru ridicarea topografică a fundului de ape.

Scurta trecere in revista a parcursului dezvoltarii specificatiilor de dezvoltare pentru radarul laser

În primul studiu cu privire la acest subiect intitulat „Studiu privind stabilirea configurației fizice și funcționale a radarului laser, modelul matematic” au fost prezentate posibilele soluții tehnice și constructive privind realizarea acestui sistem și concluzia privind soluția care va fi aleasă pentru activitatea următoare de realizare a unui prototip de radar cu laser.

Au fost analizate cele 2 variante de LADAR existente în momentul de față pe piața și a fost aleasă soluția de realizare a prototipului.

Prima variantă de sistem LADAR este cea cu senzor FPA (Focal Plane Array) care are o construcție similară cu cea a unei camere video digitale standard, adică o matrice de senzori poziționată în planul focal al unui obiectiv. Rezultă în final o cameră 3-D de mici dimensiuni la care fiecare pixel constă într-o fotodiodă PIN sau cu avalanșă urmată de un etaj de amplificare un convertor analog-digital și un numărător de mare viteză. Astfel fiecare pixel urmat de electronica de prelucrare este practic un telemetru cu laser capabil să măsoare distanța până la un punct din planul țintei.

Aceasta este varianta cea mai modernă de sistem LADAR însă din păcate în momentul de față componenta principală adică senzorul FPA nu poate fi achiziționată întrucât datorită tehnologiilor de ultimă oră folosite este considerată produs strategic, fiind sub controlul guvernului SUA.

A doua variantă de sistem LADAR este cea cu scanare a fascicului laser. Aceasta, deși are mai multe componente atât mecanice cât și electronice, este perfect abordabilă, având și avantajul unei mai mari flexibilități în alegerea componentelor electronice și optoelectronice.

Datorită scanării fascicului laser pe suprafața țintei se folosește întreaga putere a fascicului laser pentru măsurarea distanței pentru fiecare pixel. Aceasta înseamnă distanțe de scanare mărite față de soluția cu FPA.

Pentru estimarea distanței maxime măsurate atât în varianta FPA cât și în varianta cu scanare s-a folosit modelul matematic folosit pentru telemetrele cu laser cu detecție directă.

A rezultat posibilitatea preluării imaginilor 3-D la distanțe de până la 500m, în concordanță cu cele obținute pe plan mondial.

În cel de-al doilea studiu intitulat „Studiu privind stabilirea automatelor software pentru prelucrarea numerică și sinteza imaginii achiziționate de radarul laser” plecând de la varianta de LADAR aleasă pentru folosirea în sistemul „SMOTV” s-au prezentat soluțiile software de comandă ale galvanoscanerelor în cele 2 plane pentru baleierea fascicului laser peste suprafața țintei sub forma unui rastru, precum și pentru preluarea datelor de distanță conversia lor analog digitală, preluarea lor și prelucrarea în vederea afișării imaginilor tridimensionale în format 2-D pe un display.

În studiul nr. 3 „Studiu privind stabilirea configurației fizice și funcționale a platformei multisenzor. Modele matematice pentru coerența spațială și temporală și integrarea GPS. Calcul energetic de sistem” s-a stabilit configurația hardware a sistemului SMOTV, precum și modelul matematic de stabilire a poziției sistemului folosind datele preluate de la GPS.

Pentru dimensionarea corectă a surselor de alimentare, plecând de la configurația fizică și funcțională a SMOTV s-a efectuat un calcul energetic de sistem.

La realizarea acestui calcul s-au luat în considerare toți consumatorii din configurația aleasă.

Întrucât datele unei imagini 3-D preluate de SMOTV, apreciate ca fiind extrem de complexe și greu de interpretat vizual, a fost necesară dezvoltarea și realizarea unor algoritmi de prelucrare a imaginilor brute obținute și chiar de fuziune între mai multe imagini 3-D luate din unghiuri diferite.

De asemenea a fost necesară realizarea fuziunii între imaginile preluate de la camera termală și de la camera de zi pentru realizarea texturii țintei.

Algoritmii creați vor permite afișarea într-un mod inteligibil, pe un ecran 2-D a datelor de distanță ale țintelor din teren.

Stadiul actual al dezvoltării proiectului

Pornind de la rezultatele studiilor elaborate în etapele anterioare, colectivul de cercetare, constituit din membrii celor trei institutii membre ale consorțiului au demarat procesul de elaborare a specificatiilor tehnice si au proiectat efectiv modelul experimental al radarului laser.

Ca o concluzie se poate sublinia faptul că sistemul SMOTV poate fi proiectat și executat astfel încât să satisfacă cerințele proiectului și să se încadreze în realizările de vârf din acest

domeniu. Prin realizarea tehnologiilor specifice se vor deschide de asemenea noi direcții de cercetare din acest domeniu de vârf.

- **descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor; (se vor indica rezultatele)**

Considerăm că obiectivele au fost atinse integral prin realizarea celor 3 (trei) specificatii de dezvoltare enumerate mai jos, precum și prin pachetele de documentatie întocmite ca urmare a activitatii de proiectare a radarului laser, precizate în cele ce urmeaza, astfel:

- A. Studiu privind stabilirea configurației fizice și funcționale a radarului laser. Modelul matematic;
- B. Studiu privind stabilirea automatelor software pentru prelucrarea numerică și sinteza imaginii achiziționate de radarul laser;
- C. Studiu privind stabilirea configurației fizice și funcționale a platformei multisenzor. Modele matematice pentru coerența spațială și temporală și integrarea GPS. Calcul energetic de sistem;
- D. Studiu privind stabilirea automatelor software pentru prelucrarea imaginilor, recunoașterea formelor, fuziunea informațiilor și stabilirea coordonatelor țintelor.

- **anexe (documentație de execuție, caiet de sarcini, teme de proiectare, buletine de încercări, atestări, certificări etc. – după caz), astfel :**

- A. Specificatia de dezvoltare pentru radarul laser;
- B. Specificatia software pentru radarul laser;
- C. Specificatia de dezvoltare pentru platforma multisenzor;
- D. Documentatia modelului experimental pentru radarul laser;

- **concluzii (se prezintă punctual)**

- A. Modelul experimental al radarului laser asigura preluarea imaginilor 3-D la distanțe de până la 500m, în concordanță cu cele obținute pe plan mondial;
- B. Modelul experimental al platformei multisenzor asigura functionalitatea sistemului de senzori ce se monteaza pe aceasta, inclusiv a modelului radarului laser;
- C. A fost implementata configurația hardware a sistemului SMOTV, precum și modelul matematic de stabilire a poziției sistemului folosind datele preluate de la GPS. Documentatia elaborata asigura dimensionarea corectă a surselor de alimentare, plecând de la configurația fizică și funcțională a SMOTV;
- D. Au fost implementate soluțiile software de comandă ale galvanoscanerelor în cele 2 plane pentru baleierea fasciculului laser peste suprafața țintei sub forma unui rastu, precum și pentru preluarea datelor de distanță conversia lor analog digitală, preluarea lor și prelucrarea în vederea afișării imaginilor tridimensionale în format 2-D pe un display;
- E. Pentru interpretarea optima a datelor unei imagini 3-D preluate de SMOTV s-a experimentat realizarea unor algoritmi de prelucrare a imaginilor brute obținute și chiar fuziunea între mai multe imagini 3-D luate din unghiuri diferite. Algoritmii de calcul creați vor permite afișarea într-un mod inteligibil, pe un ecran 2-D a datelor de distanță ale țintelor din teren.
- F. Ca o concluzie generală se poate sublinia faptul că radarul laser din compunerea sistemului SMOTV a fost proiectat astfel încât să satisfacă cerințele proiectului și să se

încadreze în realizările de vârf din acest domeniu. Prin realizarea tehnologiilor specifice se vor deschide de asemenea noi direcții de cercetare din acest domeniu de vârf.

○ **bibliografie;**

1. R. Murray and J. E. van der Laan, "Remote measurement of ethylene using a CO₂ differential-absorption lidar," *Appl. Opt.* 17, 814–817 _1978_.
2. N. Menyuk, D. K. Killinger, and W. E. DeFeo, "Laser remote sensing of hydrazine, MMH, and UDMH using a differentialabsorption CO₂ lidar," *Appl. Opt.* 21, 2275–2286 _1982_.
3. Ahlberg, S. Lundqvist, and B. Olsson, "CO₂ laser long-path measurements of diffuse leakages from a petrochemical plant," *Appl. Opt.* 24, 3924–3928 _1985_.
4. Ben-David, S. L. Emery, S. W. Gotoff, and F. M. D'Amico, "High pulse repetition frequency, multiple wavelength, pulsed CO₂ lidar system for atmospheric transmission and target reflectance measurements," *Appl. Opt.* 31, 4224–4232 _1992_.
5. Carlisle, J. E. van der Laan, L. W. Carr, P. Adam, and J.-P. Chiaroni, "CO₂ laser-based differential absorption lidar system for range-resolved and long-range detection of chemical vapor plumes," *Appl. Opt.* 34, 6187–6200 _1995_.
6. T. J. Kane, W. J. Kozlovsky, R. L. Byer, and C. E. Byvik, "Coherent laser radar at 1.06 μ m using Nd:YAG lasers," *Opt. Lett.* 12, 239–241 _1987_.
7. N. Dills, G. Anderson, and R. J. Knise, "Holographic Raman _Rayleigh lidar for all-atmosphere thermal profiles," in *Laser Radar and Technology Applications VI*, G. W. Kamerman, ed., *Proc. SPIE* 4377, 186–193 _2001_.
8. Hutchinson, C. W. Trussell, T. H. Allik, S. J. Hamlin, J. C. McCarthy, and M. Jack, Multifunction laser radar II," in *Laser Radar Technology and Applications V*, G. W. Kamerman, U. N. Singh, C. Werner, and V. V. Molebny, eds., *Proc. SPIE* 4035, 248–253 _2000_.
9. L. Smithpeter, R. O. Nellums, S. M. Lebien, and G. Studor, "A miniature, high-resolution laser radar operating at video rates," in *Laser Radar Technology and Applications V*, G. W. Kamerman, U. N. Singh, C. Werner, and V. V. Molebny, eds., *Proc. SPIE* 4035, 279–286 _2000_.
10. L. Stann, W. C. Ruff, and Z. G. Sztankay, "Intensitymodulated diode laser radar using requery-modulation_ continuous-wave ranging techniques," *Opt. Eng.* 35, 3270–3278 _1996_.
11. V. Jelalian, *Laser Radar Systems* _Artech House, Boston, Mass., 1991_.
12. R. W. Byren, "Laser rangefinders," in *The Infrared and Electro-Optical Systems Handbook*, J. S. Accetta and D. L. Shumaker, eds. _Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Mich. and SPIE, Bellingham, Wash. 1993_.
13. T. N. Dreishuh, L. L. Gurdev, and D. V. Stoyanov, "Effect of pulse-shape uncertainty on the accuracy of deconvolved lidar profiles," *J. Opt. Soc. Am. A* 12, 301–306 _1995_.
14. Y. J. Park, W. S. Dho, and H. J. Kong, "Deconvolution of long-pulse lidar signals with matrix formulation," *Appl. Opt.* 36, 5158–5161 _1997_.
15. W. Trussell, "3D imaging for Army applications," in *Laser Radar and Technology Applications VI*, G. W. Kamerman, ed., *Proc. SPIE* 4377, 126–131 _2001_.
16. Q. Zheng, S. Der, and H. Mahmoud, "Model-based target recognition in pulsed lidar imagery," *EEE Trans. Image Process.* 10, 565–572 _2001_.
17. Nettleton, B. W. Schilling, D. N. Barr, and J. S. Lei, "Monoblock laser for a low-cost, eyesafe, microlaser range finder," *Appl. Opt.* 39, 2428–2432 _2000_.
18. S. D. Setzler, P. A. Budni, and E. P. Chicklis, "A high energy Q-switched erbium at 1.62 microns," in *Advanced Solid-StateLasers*, C. Marshall, ed., Vol. 50 of *OSA Trends in Optics and Photonics* _Optical Society of America, Washington, D.C., 2001_, pp. 309–311.

19. T. R. Schibli, T. Kremp, U. Morgner, F. X. Ka'rtner, R. Butendeich, J. Schwarz, H. Schweizer, F. Scholz, J. Hetzler, and M. Wegener, "Continuous-wave operation and Q-switched mode locking of Cr4:YAG microchip lasers," in Advanced Solid- State Lasers, C. Marshall, ed., Vol. 50 of OSA Trends in Optics and Photonics _Optical Society of America, Washington, D.C., 2001_, pp. 343–345.
20. S. Masuda, S. Takahashi, T. Nose, S. Sato, and H. Ito, "Liquidcrystal microlens with a beam-steering function," Appl. Opt. 36, 4772–4778 _1997.
21. Brevet de invenție nr.104799 "Dispozitiv de aliniere și fixare pentru oglinzi laser", autori Jurbă Mihai, Păunescu Marius;
22. Brevet de invenție nr. 104800 "Cap laser cu mediu activ solid pentru laseri pompați optic în impuls sau continuu", autori Jurbă Mihai, Păunescu Marius;
23. A. Sona, "Laser Handbook", edited by F.T. Arecchi and E. O. Schultz-Dubois, North-Holland, Amsterdam, 1457-1485, (1972)
24. J.D. Crawford, SPIE Proc. 21 Jan. 9, (1991)
25. P.P. Webb, SPIE Proc. 21 Jan. 17, (1991)
26. G.H. Olsen, D.A. Ackley, J. Hladky, J. Spadafora, K.M. Woodruff, M.J. Lange, SPIE Proc. 21 Jan. 24, (1991)
27. B.I. Denker, G.V. Maksimova, V.V. Osiko, A.M. Prokhorov, S.E. Sverchkov, SPIE Proc. 21 Jan. 50, (1991)
28. R.D. Stultz, D.E. Nieuwsma, E. Gregor, SPIE Proc. 21 Jan. 64, (1991)
29. J. Ottusch, D. Rockwell, IEEE J. Quantum Electron. vol. 24, no. 10, 2076, Oct. (1998)
30. A. Perger, J. Metz, J. Tiedeke, E. P. Rille,) SPIE Proc. 21 Jan. 75, (1991)
31. H.S. Keeter, G.A. Gudmundson, M.A. Woodal II, SPIE Proc. 21 Jan. 84, (1991)
32. J.G. Daly, SPIE Proc. 21 Jan. 94, (1991)
33. S. J. Hamlin, J.D. Myers, M.J. Myers, SPIE Proc. 21 Jan. 100, (1991)
34. M.L.Mosbrooker, SPIE Proc. 21 Jan. 107, (1991)
35. G.T. Maker, A.I.Ferguson, Appl. Phys. Lett. 56, 1614, (1990)
36. V.J. Cocoran, SPIE Proc. 21 Jan. 160, (1991)
37. R.M. Gielen, R.P. Slegtenhorst, SPIE Proc. 21 Jan. 153, (1991)
38. M. B. Danailov, J. Appl. Phys. 75 (12), 8240, 15 June (1994)

Indicatori generali:

Indicatori de rezultat	Denumirea indicatorilor	UM/Nr	Informatii despre indicator
	1. Număr de produse și tehnologii rezultate din activitatea de cercetare, bazate pe brevete, omologări sau inovații proprii.	buc/4	-modelul radarului laser -tehnologia de realizare a modelului experimental cu ajutorul a doua elemente: laser si scanner; -algoritmii de fuziune a datelor; -algoritmii de afisare a datelor fuziunii;
	2. Număr de cereri de brevete depuse în urma proiectelor	NU	
	3. Număr de cereri de brevete acordate in urma proiectelor	NU	

PROGRAMUL 4 "PARTENERIATE IN DOMENIILE PRIORITARE" 2007-2013

Indicatori de rezultat	Denumirea indicatorilor	UM/Nr	Informatii despre indicator
	4. Număr de articole publicate în urma proiectelor	NU	
	5. Număr de articole acceptate spre publicare în urma proiectelor	NU	
	6. Număr de produse transferabile	NU	
	7. Număr de studii de necesitate publică din care: a) de interes național b) de interes regional c) de interes local		
	8. Număr de IMM participante	100%	
	9. Ponderea contribuției financiare private pe proiecte din care contribuție financiară directă	20%	
	11. Mobilități din care internaționale	0	
	12. Valoarea investițiilor în echipamente pentru proiecte	Mii RON/50	
	13. Rata de succes în depunerile de proiect	100%	
	14. Număr rețele de cercetare susținute	1	

Indicatori specifici:

DC 8:Spațiu și securitate	➤ Nr. de aplicații spațiale integrate	0	- tehnica privind realizarea LADAR-ului - tehnica de scanare progresiva a spatiilor de interes procedeu de fuziune si recunoastere a imaginilor
	➤ Nr. de tehnici aeronautice	0	
	➤ Nr. de tehnologii aerospațiale	0	
	➤ Nr. de tehnici pentru securitate	3	

RAPORT DE CERCETARE

CUPRINS

1	Principii de funcționare.....	13
2	Componențele principale ale sistemelor LADAR.....	14
2.1	Emitătorul laser.....	14
2.2	Lunetă de colimare și recepție a fasciculului laser;.....	19
2.3	Sistemul de scanare, optica de recepție.....	19
2.4	Receptorul și electronica aferentă.....	20
2.5	Placă de achiziție și prelucrare semnale de la amplificatorul de recepție, integrată în sistemul PC.	20
3	Aplicații ale sistemelor LADAR.....	21
4	Tipuri constructive.....	22
5	Soluții constructive pentru sistemul LADAR cu scanare.....	22
5.1	Principii de lucru.....	23
5.2	Arhitectura sistemului LADAR.....	25
5.3	Rezultate obținute.....	28
5.4	Capacitatea sistemului de a observa ținte mascate.....	29
6	Concluzii.....	31

1 Principii de funcționare

Ladarul constituie o tehnologie optică care constă în măsurarea proprietăților radiației luminoase împrăștiate pentru a măsura distanța sau alte proprietăți ale unei ținte. Metoda cea mai folosită pentru a măsura distanța până la suprafața unui obiect constă în folosirea impulsurilor laser de mare putere. La fel ca la tehnologia radar care folosește undele radio în locul luminii, distanța până la un obiect se determină prin măsurarea intervalului de timp dintre momentul emisie impulsului și recepția semnalului reflectat. Tehnologia ladar are importante aplicații în arheologie, geografie, geologie, seismologie, fizica atmosferei precum și în domeniul militar. Dacă pentru tehnologia civilă este folosit acronimul LIDAR în context militar pentru radarul cu laser se face referire la acronimul LADAR. De asemenea altimetria laser și ALSM (Airborne Laser Swath Mapping) sunt tehnologii înrudite.

Principala diferență dintre radar și lidar constă în faptul că lidarul folosește lungimi de undă mult mai mici ale spectrului electromagnetic, în special în domeniul ultraviolet, vizibil sau infraroșul apropiat. Pentru detectarea unui obiect cu ajutorul radiației electromagnetice este nevoie ca dimensiunea acestuia să fie egală sau mai mare decât lungimea de undă a radiației. Din acest motiv lidarul este mult mai sensibil la aerosoli, nori sau particule, având multe aplicații în domeniul cercetării atmosferice și al meteorologiei.

Obiectul de detectat trebuie să constituie o discontinuitate dielectrică pentru a reflecta radiația electromagnetică. În cazul radarului (frecvențe în domeniul microundelor sau undelor radio) obiectele metalice au o reflectivitate semnificativă. Obiectele nemetalice precum ploaia și particulele din aer produc reflexii mult mai mici iar unele materiale aproape că nu produc reflexii de loc, fiind efectiv invizibile pentru radarul clasic.

Laserii constituie o soluție pentru această problemă datorită strălucirii fasciculului și coerenței acestuia. Domeniul spectral al laserilor este de la circa 200 nm până la 10 μm . La aceste dimensiuni undele electromagnetice sunt reflectate foarte bine de obiectele mici din aer. Acest tip de reflexie se numește retroreflexie. În funcție de tipul de reflexie există mai multe tipuri de sisteme lidar.

Cele mai comune tipuri de reflexie sunt: împrăștierea Rayleigh, Mie, Raman precum și fluorescența. Aceste metode permit efectuarea de măsurători ale fumului, ale aerosolilor, ale norilor sau ale moleculelor din aer.

Prin combinarea tehnologiei lidar cu cea GPS s-a creat posibilitatea stabilirii cu precizie atât a caracteristicilor ținte cât și a poziției acestuia. Astfel în ultimii ani s-au dezvoltat mai multe sisteme aeropurtate de supraveghere și pentru trasarea profilului terenului.

LIDARUL clasic, sau LADARUL în cazul aplicațiilor militare constă într-un telemetru cu laser combinat cu un sistem de scanare. Fasciculul laser este scanat în unul sau două plane peste ținta din teren, generând măsurătorile de distanță la intervale unghiulare specificate.

În general se folosesc două tipuri de sisteme LADAR: sisteme cu microimpulsuri și sisteme cu impulsuri de mare energie. Sistemele LADAR cu microimpulsuri s-au dezvoltat ca rezultat al creșterii puterii de calcul a procesoarelor precum și ca urmare a dezvoltării tehnologiei laser. Aceste sisteme folosesc impulsuri de frecvență ridicată cu energia pe puls de ordinul microjoule-ului. Lungimea de undă este aleasă astfel încât să se încadreze în domeniul eyesafe, de la 1,3 μ m la 1,7 μ m. În acest domeniu spectral mediile transparente ale ochului au transmisie optică redusă ceea ce duce la o absorbție puternică a radiației, micșorând puterea optică care ajunge pe retină. În general se folosesc laseri cu lungimea de undă în jur de 1,54 μ m ceea ce duce la reducerea riscurilor de accidentare în timpul utilizării sistemului.

Sistemele cu laseri de mare putere sunt folosite în cercetarea atmosferică, pentru măsurarea parametrilor atmosferici: înălțimea, stratificarea și densitatea norilor, temperatura, presiunea, viteza vântului, umiditatea atmosferică, conținutul de gaze (ozon, metan, oxizi de azot, etc.).

2 Componentele principale ale sistemelor LADAR

Produsul LADAR SMOTV este compus din:

- a. Emițător laser 1,064 μ m cu frecvență mare de repetiție;
- b. Optica de emisie și recepție;
- c. Sistem optic de scanare compus din 2 scanere pentru baleierea fasciculului laser într-un plan pe cele 2 direcții, driver cu 2 canale pentru galvanoscanere și placă de control drivere;
- d. Amplificator de recepție cu fotodiodă cu avalanșă cu banda de 1 GHz;
- e. Placă de achiziție și prelucrarea semnale de la amplificatorul de recepție, integrată în sistemul PC.

2.1 Emițătorul laser

Sistemele LADAR aeropurtate pentru aplicații topografice folosesc laseri cu lungimea de undă de 1064 nm cu YAG:Nd pompați cu diode laser, iar cele pentru trasarea profilului bathymetric (fundul de apă) folosesc radiația laser de 532 nm obținută prin dublarea de frecvență a laserilor cu YAG:Nd.

O alternativă la micșorarea puterii laserilor în domeniul 500 ÷ 1100 nm o constituie folosirea laserilor în jurul lungimii de undă de 1550 nm care sunt eye-safe la puteri mult mai mari. Acești laseri sunt preferați și în aplicațiile militare întrucât nu intră în domeniul de lucru al aparatelor de vedere pe timp de noapte cu intensificatori de imagine care răspund în domeniul vizibil și infraroșul apropiat până la 1000 nm.

Marea majoritate a sistemelor IADAR existente folosesc laseri cu mediu activ solid pompați optic în impuls. Toți laserii cu mediu activ solid constau într-un mediu capabil să realizeze un câștig optic care asigură un feed-back pozitiv. Mediul activ este în general sub forma unei bare. La unii laseri de putere medie ridicată se folosesc discuri care asigură o răcire mai bună. Bara laser are în general diametre între 3 și 7 mm și lungimi între 30 și 70 mm.

S-au depus eforturi considerabile pentru mărirea eficienței de pompaj optic. În prezent se folosesc cavități de pompaj optic de tip cilindru eliptic, la care lampa de pompaj optic (lampa flash) este plasată într-unul din focare iar mediul activ în celălalt. Există și cavități optice reflectante din ceramică de tip "cuplaj strâns" la care reflexia radiației de pompaj optic are loc pe pereții difuzi ai cavității, cu reflectivitate pe domeniul spectral de interes mai mare de 98%. În ultimii ani s-au dezvoltat laserii cu pompaj optic realizat cu diode laser care emit în centrul benzii de absorbție a barei laser, ceea ce duce la mărirea semnificativă a eficienței de pompaj optic.

Oglinzile rezonatorului laser asigură feed-back-ul pozitiv astfel încât în urma pompajului optic al mediului activ de către lampa flash, la ieșire va apare oscilația laser.

Oglinzile laser sunt realizate prin depuneri dielectrice cu reflectivitate selectivă pe lungimea de undă a radiației. Ele sunt de obicei plane însă în unele cazuri se folosesc și oglinzi sferice cu rază mare de curbură. Oglinzile sunt aliniată față de fețele mediului activ și între ele.

Dintre ionii activi folosiți ca dopanți mai fac parte: Nd^{3+} , Er^{3+} , Ho^{3+} . Cel mai folosit mediu activ mediu activ în diverse aplicații printre care și cele de telemetrie rămâne în continuare de la crearea sa și până în prezent granatul de ytriu și aluminiu dopat cu ioni de Nd^{3+} , prescurtat YAG:Nd. Succesul acestui mediu activ este dat de calitățile sale deosebite.

Are un câștig optic ridicat, proprietăți mecanice și termice foarte bune. Datorită acestora permite obținerea unor eficiențe de pompaj optic cu lămpi flash de până la 2%, comparativ cu 0,05% la rubin. Rezistența mecanică și conductivitatea termică mare permit folosirea sa în sistemele de mare putere și frecvențe de repetiție ridicate.

Pompajul optic se face în general cu ajutorul lămpilor flash cu Xenon, Kripton sau un amestec al celor două gaze. Cu astfel de lămpi se obțin impulsuri laser gigant de 2÷3 Mw la durate de 5÷50 ns cu pompaj optic în domeniul 8÷20 J.

În ultimul timp au început să se extindă aplicațiile laserilor cu YAG:Nd pompați cu diode laser, cu eficiențe de peste 10%.

Singurul dezavantaj al acestui mediu activ îl constituie faptul că radiația laser cu lungimea de undă de 1,064 μm poate să focalizeze pe retină în caz de privire accidentală în fascicul, putând să producă leziuni grave. Doar radiația laserilor cu lungimea de undă de peste 1,4 μm este absorbită de mediile transparente ale ochiului, ceea ce face ca aceștia să înlocuiască treptat vechii laseri cu YAG:Nd.

Limita superioară a domeniului spectral în aplicațiile de telemetrie este de 1,7 μm dată de răspunsul spectral al fotodiodelor de recepție.

Pentru obținerea impulsurilor laser de mare putere este necesară generarea de impulsuri laser în regim "declanșat" sau de Q-switch.

Dacă rezonatorul laser conține numai mediul activ și oglinzile laser se obține regimul relaxat sau de generare liberă. Impulsurile obținute în acest mod au durate de ordinul zecilor de microsecunde și puteri de ordinul Kilowaților.

Dacă aceste impulsuri sunt preluate cu o fotodiodă rapidă și vizualizate pe un osciloscop ele apar sub forma unor trenuri de impulsuri cu amplitudini aleatorii. Acest regim de lucru nu este potrivit pentru telemetria cu laser.

Dacă în rezonator este introdus un dispozitiv denumit comutator laser, care inhibă pentru o perioadă apariția oscilațiilor laser prin introducerea unor pierderi optice mari, în mediul activ apare un număr mare de atomi în stare excitată. Când pierderile optice din rezonator sunt mari, factorul de calitate Q al acestuia este scăzut, iar efectul laser inhibat.

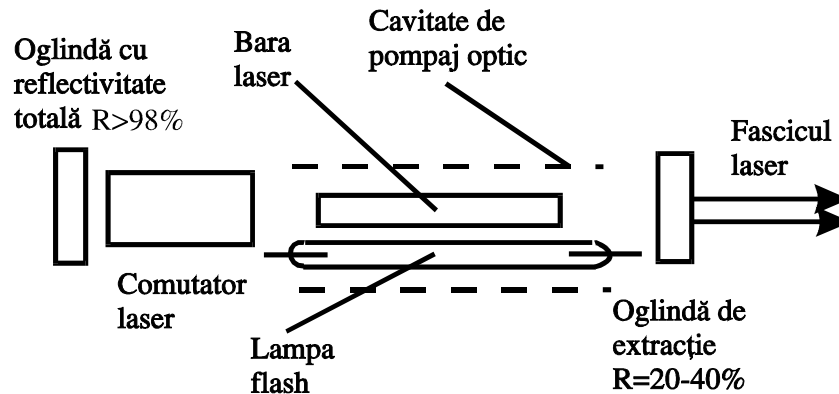
Dacă dispozitivul introdus în rezonator permite micșorarea bruscă a pierderilor, se crează condițiile pentru obținerea impulsurilor laser. Când se obține condiția de prag de oscilație $\exp(g-\alpha)=1$, începe să apară oscilația laser. În acest moment câștigul optic $\exp(gL)$ egalează pierderile optice $\exp(-\alpha L)$. Întrucât prin inhibarea emisiei de către comutatorul laser în mediul activ s-a obținut o inversie de populație ridicată și deci un câștig optic deasemenea ridicat, dezexcitarea atomilor prin emisie stimulată este foarte puternică, iar după câteva zeci de trasee dus-întors ale fotonilor prin rezonator, mediul activ este complet dezexcitat.

Impulsul obținut este denumit impuls laser în regim "declanșat" (Q-switch) sau impuls laser gigant. El diferă mult de impulsul în regim de generare liberă. Durata este în domeniul 10÷50 ns iar puterea obținută de ordinul Megawaților.

Schema optică a unui astfel de laser este dată în Figura 4.4. Oglinda laser de extracție are reflectivitatea pe lungimea de undă laser în domeniul 20÷90%. Comutatorii folosiți în aplicațiile de telemetrie sunt atât pasivi cât și activi, mai ales la laserii cu frecvență mare de repetiție. Comutatorii laser

activi permit controlul din exterior. Cu excepția celor mecanici cu prismă rotitoare, aceștia se bazează pe efectele optice neliniare Pockels sau Kerr.

La acești comutatori pierderile din rezonator sunt controlate cu ajutorul unei tensiuni exterioare care duce la rotirea planului de polarizare al radiației laser când aceasta trece printr-o celulă Kerr sau un cristal care prezintă efectul Pockels.



Structura unui laser cu mediu active solid

Prin cuplarea acestui dispozitiv cu un polarizor rezultă un comutator laser foarte rapid care poate fi controlat cu un impuls de tensiune. Acești comutatori laser permit obținerea radiației polarizate. Au deasemenea avantajul că permit controlul apariției impulsului laser.

Comutatorii laser pasivi se bazează pe fenomenul optic neliniar de saturare a absorbției. Ei sunt de două tipuri: cu coloranți saturabili sau cu centrii de culoare.

Prin introducerea lor în rezonator se realizează o creștere a pierderilor optice prin absorbție a radiației generate de mediul activ. Când intensitatea radiației atinge un anumit prag apare fenomenul de saturare a absorbției. Aproape toți centrii de absorbție se află pe stările excitate superioare iar materialul absorbant devine transparent. Acest fenomen apare datorită timpului de viață mare pe stările superioare excitate.

Comutatorii pasivi cu coloranți saturabili se prezintă sub formă lichidă sau solidă. Coloranții lichizi se introduc în cuve cu ferestre din sticlă optică. Prin înglobarea coloranților în anumite materiale plastice transparente se obțin folii solide cu aceeași proprietate de saturabilitate a absorbției. Aceste folii sunt mai ușor de folosit.

Comutatorii pasivi cu centrii de culoare se obțin prin iradierea cu radiație γ sau cu electroni a unor cristale. Așa cum s-a arătat în Capitolul 1, prin iradierea cristalelor de LiF se crează centrii de culoare F_2^- . Acești centrii prezintă fenomenul de saturare a tranzițiilor spectrale la fel ca și coloranții saturabili. Spre deosebire de aceștia, ei permit obținerea unor puteri în impuls

mai mari precum și a unor fascicule laser cu divergență mai mică. Aceștia pot fi folosiți deasemenea la frecvențe de repetiție de până la 50 Hz, față de maxim 0,5 Hz la coloranții saturabili.

Alte caracteristici importante ale laserilor sunt frecvența de repetiție, care controlează viteza de colectare a datelor și durata impulsului laser. Durata impulsului laser depinde de lungimea rezonatorului laser, de câștigul optic al barei laser precum și de viteza comutatorului laser (Q-switch) care generează impulsul laser gigant. Cu cât durata impulsului laser este mai mică, cu atât rezoluția în distanță obținută este mai bună, dacă amplificatorul și electronica de după amplificator au suficientă lărgime de bandă. În general laserii folosiți în sistemele LADAR au generează impulsuri cu durata în domeniul 25 ns ÷ 200 ps.

Pentru sistemul SMOTV s-a achiziționat un emițător laser în impuls cu YAG:Nd având frecvență mare de repetiție, de până la 3 KHz și o durată a impulsului mai mică de 1 ns. Laserul este de tip **STA-01-OEM** de la firma STANDA LASER.

Principalele caracteristici ale acestuia sunt următoarele:

La frecvența de repetiție de 1KHz:

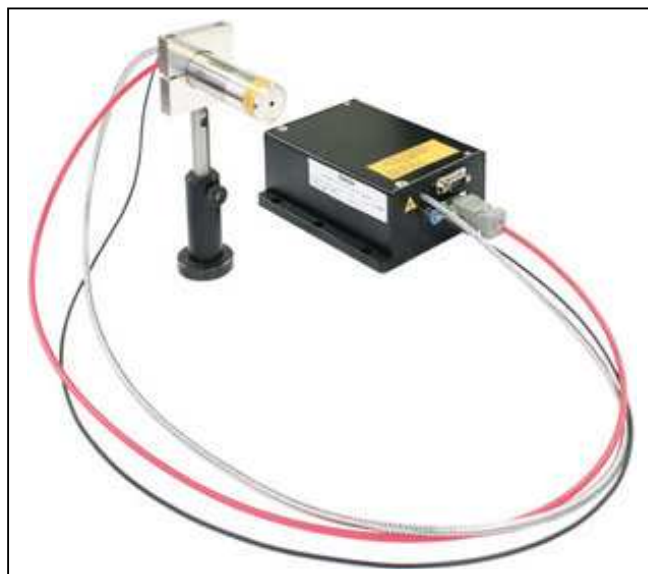
- Puterea medie 32 mW;
- Durata impulsurilor 0,65 ns;
- Curentul mediu 1,4 A;

La frecvența de repetiție de 2KHz:

- Puterea medie 64 mW;
- Durata impulsurilor 0,75 ns;
- Curentul mediu 12,2 A;

Fasciculul laser este de tip gaussian, cu raportul de polarizare >100:1.

În figura de mai jos este prezentat laserul model STA-01-OEM.



2.2 Lunetă de colimare și recepție a fasciculului laser;

Luneta de colimare are rolul de micșorare a divergenței fasciculului laser de Γ ori, unde Γ este grosimentul lunetei.

În cazul sistemului SMOTV s-a proiectat o lunetă de colimare cu grosimentul de 6X.

Obiectivul lunetei de colimare este folosit și ca obiectiv de recepție, radiația colectată din teren fiind direcționată spre fotodioda receptoare cu ajutorul unei oglinzi dicroice.

2.3 Sistemul de scanare, optica de recepție.

Viteza sistemului de scanare asigură rata de achiziție a datelor în sistem.

Există un număr de soluții tehnice pentru scanarea bidimensională în azimut și în elevație.

În cazul sistemului SMOTV s-a optat pentru două galvanoscanere montate pe un cadru care asigură poziționarea lor perpendiculară unul pe celălalt. Pe axele lor sunt montate două oglinzi plane metalizate. Prin oscilația celor 2 oglinzi se asigură baleierea fasciculului laser în cele 2 plane (azimut și elevație).

Sistemul de scanare este constituit din cele 2 galvanoscanere, un driver digital pe 2 canale pentru acestea și o placă de comandă a driverelor cuplată la sistemul PC printr-o legătură serială.

În figura de mai jos sunt prezentate componentele sistemului de scanare.



Galvanoscanerile de tip MPOWER de la firma GSI Lumonics și driverul digital cu 2 canale tip Lighting Digital Servo Driver.

Blocul de scanare care conține cele două galvanoscanere este plasat în fața obiectivului comun de emisie recepție, asigurând prin poziționarea celor 2 oglinzi în pași succesivi astfel încât să asigure baleierea unui rastru cu o suprafață prestabilită în funcție de dimensiunile țintei. Oglinzile sunt din beriliu pentru a avea o inerție cât mai mică.

Optica de recepție asigură rezoluția unghiulară însă afectează și distanța maximă de măsură prin apertura de intrare și transmisia optică a lentilelor și filtrului interferențial folosit pentru reducerea zgomotului optic.

2.4 Receptorul și electronica aferentă

Receptoarele folosesc fotodiode plasate în focarul obiectivelor de recepție. Fotodiodele folosite sunt de tip PIN pentru distanțe mai mici de măsură datorită responsivității mai reduse de până la 1 A/W sau de tip Avalanșă cu responsivități de ordinul zecilor de A/W folosite în aplicațiile de mare distanță.

Materialul din care este realizată fotodioda este în funcția de lungimea de undă a laserului. Astfel pentru domeniul spectral de la 500 nm la 1064 nm este folosit siliciul iar pentru laserii eyesafe sunt folosite fotodiodele cu InGaAs.

Pentru sistemul SMOTV s-a optat pentru o fotodiodă cu avalanșă pe bază de siliciu.

Receptorul optic are o bandă de frecvență în jur de 1GHz pentru a asigura preluarea impulsurilor optice ultrascurte reglețate de țintele din teren cu o acuratețe cât mai bună. Astfel se asigură rezoluții de măsură de ordinul centimetrelor.

2.5 Placă de achiziție și prelucrare semnale de la amplificatorul de recepție, integrată în sistemul PC.

Semnalele electrice preluate de la receptorul optic sunt preluate de o placă de achiziție semnale de mare viteză de tip **AGILENT ACQIRIS model DP 214 pe 8 biți cu banda de 1 GHz.**

Placa de achiziție este în format PCI fiind introdusă într-un sistem de calcul de tip PC.

3 Aplicații ale sistemelor LADAR

Echiparea roboților inteligenți pentru crearea unei hărți a terenului din fața lor, în vederea ocolirii obstacolelor. Sisteme asemănătoare sunt folosite în prezent și ca senzori anticoloziune în industria auto.

Un astfel de exemplu este prezentat în figura de mai jos.



- altă aplicație o constituie folosirea LADAR-ului în combinație cu tehnologia GPS în geologie și seismologie, pentru depistarea falilor și denivelărilor terenului prin frunzișul pădurilor.
- Sistemele LADAR aeropurtate au permis monitorizarea evoluției ghețarilor și controlul modificării zonelor de coastă.
- Aplicațiile în domeniul forestier permit realizarea de măsurători ale biomasei și ale zonelor înfrunzite.
- În meteorologie permit monitorizarea vitezei vântului controlul deplasării furtunilor, depistarea norilor care pot să producă grindină.
- Prin plasarea unor reflectori pe suprafața lunii s-au efectuat măsurători a distanței pământ – lună cu precizii de milimetri.
- Prin plasarea unui satelit al planetei marte dotat cu astfel de sistem s-a reușit ridicarea topografică precisă a acestei planete.
- În fizica atmosferei LIDAR-ul este folosit pentru măsurarea concentrației de substanțe poluante.
- În oceanografie este folosit pentru estimarea cantității de fitoplancton de la suprafața oceanelor.
- În sistemele de monitorizare a traficului este folosit pentru determinarea vitezei mașinilor.
- Deși aplicațiile militare sunt în general clasificate există suficiente date tehnice legate de acestea. Rezoluția mare le permite să fie folosite pentru identificarea țintelor precum tancuri sau alte obiective militare.

4 Tipuri constructive

Sistemele LADAR se pot împărți în două mari grupe: cu scanare și fără scanare prin folosirea tehnologiei FPA (Focal Plane Array).

În cazul sistemelor cu scanare este folosit un telemetru cu laser având rezoluția în distanță de ordinul zecilor de centimetrii, cu frecvența de repetiție a impulsurilor laser de ordinul zecilor de KHz.

Fasciculul laser este scanat peste zona cercetată cu ajutorul a două oglinzi oscilante, optica de recepție preluând succesiv impulsurile reflectate de țintă și focalizându-le pe suprafața unei fotodiode cu responsivitate ridicată. Sistemul calculează distanța până la fiecare punct al suprafeței țintei, datele fiind transmise către un sistem de calcul care reconstituie apoi imaginea tridimensională a obiectului.

Sistemele fără scanare folosesc așa numitele dispozitive FPA (focal plane array) care constau într-o matrice de fotodiode, în general cu avalanșă, peste care este focalizată imaginea țintei. Fiecărei fotodiode din matrice îi corespunde un punct al țintei din teren. Electronica aferentă asigură calcularea distanțelor corespunzătoare fiecărui punct din imagine.

În cazul sistemului SMOTV s-a optat pentru varianta cu scanare-

5 Soluții constructive pentru sistemul LADAR cu scanare

Există raportate diverse sisteme LADAR cu scanare a fasciculului laser, care au capacitatea de a realiza imaginea 3-D a țintei și de a pune în evidență chiar ținte camuflate.

În acest capitol este descris un astfel de sistem care folosește un laser cu mediu activ YAG:Nd de tip microchip cu emisia pe lungimea de undă de 1,064 μm , având durata impulsului de 1,2 ns și frecvența de repetiție de 3 kHz.

La recepție s-a folosit o fotodiodă cu avalanșă cu InGaAs, iar controlul scanării fasciculului laser și eșantionarea datelor recepționate sistem s-a făcut cu un minicomputer. Rezultatele obținute se bazează pe dezvoltarea tehnologiei laserilor cu mediu activ solid, precum laserii cu YAG:Nd tip microchip pompați optic cu diode laser, fiind stimulate de cerințele militarilor de a realiza sisteme LADAR cu capacitatea de a detecta ținte mascate de plase, frunze sau fum și de a realiza recunoașteri de ținte pe baza unei imagini 3-D.

Cerințe similare sunt transmise și de forțele de ordine precum și de diverse activități de monitorizare și supraveghere a terenului, a stării de înfrunzire a copacilor și de asemenea pentru urmărirea stării culturilor agricole.

5.1 Principii de lucru

Principiile de lucru ale LADAR-ului cu scanarea fasciculului laser se bazează pe principiile de lucru ale telemetrelor cu laser. Pentru măsurarea distanțelor telemetrele cu laser au în componerea lor un emițător laser în general cu mediu activ solid, o optică de colimare a fasciculului laser pentru micșorarea divergenței fasciculului laser prin care impulsul laser este direcționat pe țintă și un sistem de recepție compus dintr-un obiectiv care focalizează radiația de pe țintă pe aria activă a unei fotodiode PIN sau cu avalanșă. Semnalul electric generat de fotodiodă este amplificat de către un amplificator transimpedanță și apoi format TTL pentru a putea fi procesat de calculatorul de distanță.

Distanța până la țintă este obținută prin măsurarea timpului dus-întors de la plecarea impulsului laser și până la întoarcerea impulsului optic reflectat de țintă, înmulțirea acestei valori obținute cu viteza luminii și împărțire valorii obținute la 2.

Pentru un LADAR laser 3-D ceea ce se întâmplă la un telemetru cu laser monoimpuls este repetat pentru fiecare pixel din scena de lucru când fasciculul laser cu frecvență de repetiție ridicată este scanat astfel încât să genereze un rastru.

Caracteristicile temporale ale impulsului reflectat este dependent de țintele existente în fața fasciculului. Astfel dacă în fața fasciculului se află o singură țintă forma semnalului va fi cea din Figura 3.2.1.a.

Dacă o parte din fascicul trece pe lângă prima țintă și se reflectă de o a doua țintă aflată în spatele primei ținte forma semnalelor va fi cea din Figura 3.2.1.b. În cazul existenței a mai multor ținte pe direcția fasciculului, precum frunze sau plase de mascare vom avea forma semnalelor din Figura 1, adică semnale multiple aflate la distanțe crescătoare.

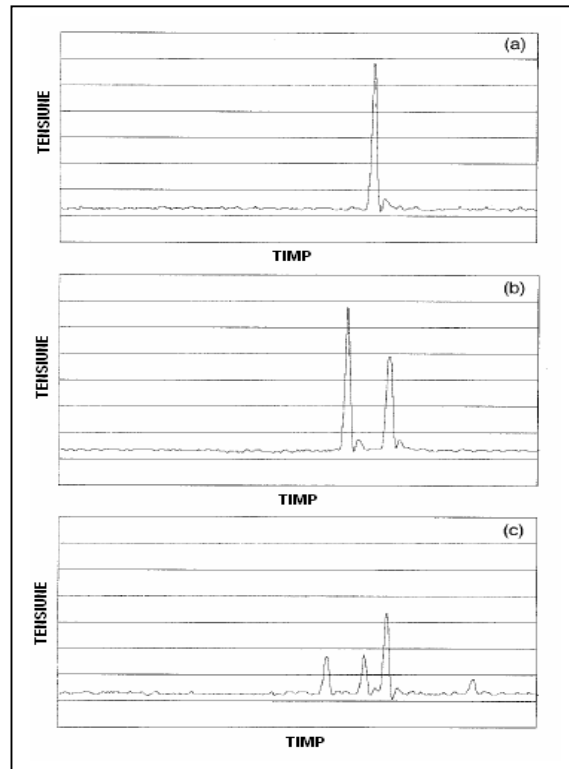


Figura1

Recepțiile de impulsuri multiple sunt caracteristice situațiilor tactice întâlnite pe câmpul de luptă.

În mod normal telemetrul clasic măsoară distanțele până la toate țintele de pe direcția fasciculului iar utilizatorul își alege o singură distanță pentru utilizare. În realitate toate semnalele reflectate conțin informație și ar trebui utilizate și aceasta se referă la țintele mascate de frunze, plasa de camuflaj, fum de mascare sau praf generat de explozii.

Sistemul LADAR prezentat digitizează și stochează întregul tren de impulsuri pe o durată preselectabilă. Aceasta capacitate a sistemului este extrem de importantă în cazul folosirii sistemului pentru depistarea țintelor mascate.

Datele obținute din întreaga zonă scanată constau într-o matrice 3-D de 8 biți pe pixel. În Figura 2 este reprezentat volunul scanat sub forma unor plane 2-D succesive.

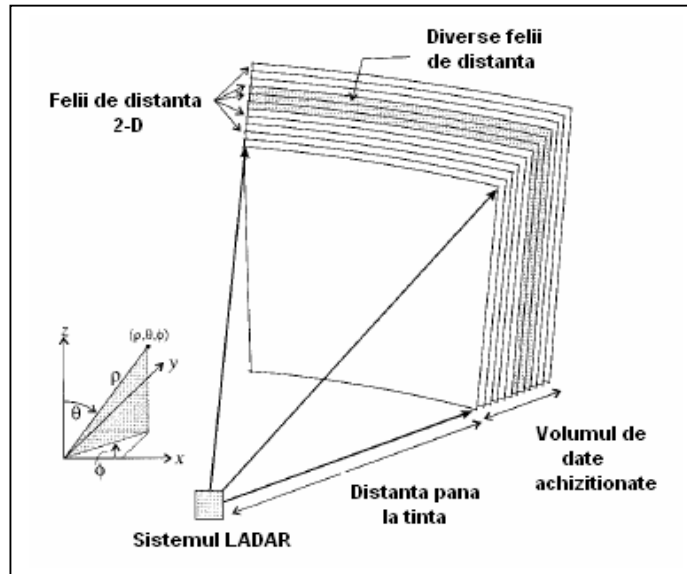


Figura 2

Volumul de date este determinat de parametrii de scanare și de lungimea de digitizare a semnalelor recepționate de către fotodioda cu avalanșă. Separarea temporală dintre feliile de distanță este dată de frecvența de digitizare f_d conform formulei de mai jos,

$$r = \frac{c}{2f_d} \quad 3.2.1$$

Unde c este viteza luminii.

Datele obținute pot fi afișate în diverse moduri, de la o imagine 2-D cu variații de intensitate sau de culoare, până la o randare 3-D completă a întregului volum de date.

5.2 Arhitectura sistemului LADAR

Schema bloc al LADAR-ului cu scanarea fascicului laser se bazează pe principiile de funcționare ale telemetrelor cu detecție directă. Fasciculus generat de un emițător laser de tip microchip YAG:Nd pompat optic cu diode laser și comutat optic pasiv, este direcționat către oglinzile scannerului 2-D, care direcționează rastrul format de petele succesive ale impulsurilor laser peste ținta din teren.

Schema este prezentată în Figura 3.

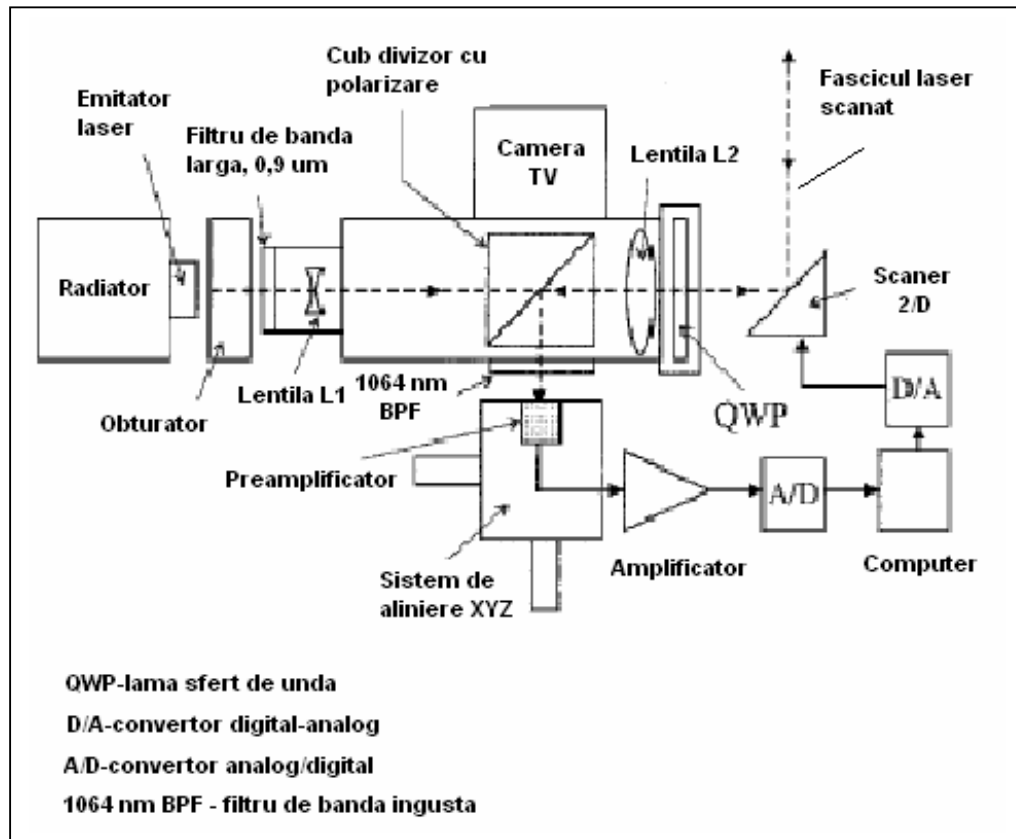


Figura 3

Radiația care ajunge la țintă este reflectată către optica de recepție care este comună cu calea de emisie. Separarea emisie de recepție se face prin folosirea polarizării fasciculului laser.

Semnalele recepționate sunt digitizate și stocate, rezultând o matrice de date 3-D reprezentând volumul de interes.

Emițătorul laser are următoarele caracteristici:

- Lungimea de undă: 1,064 μm ;
- Energia în impuls: 6 μJ ;
- Durata impulsului: 1,2 ns;
- Frecvența de repetiție: 3,0 kHz.

Deși lungimea de undă a fasciculului laser este în zona de risc crescut, datorită energiei foarte mici acesta se încadrează în clasa 3b, în concordanță cu cerințele standardului Z136.1 al Institutului American de Standardizare (ANSI).

Pentru a micșora la maxim riscul folosirii acestui laser în schema optică a fost introdus un obturator optic care permite trecerea fasciculului laser numai când scanerul laser sunt active.

Tot din motive de reducere a riscului la ieșirea din laser a fost poziționat un filtru de bandă largă care taie posibila radiație scăpată de la diodele laser de pompaj optic al laserului cu YAG:Nd.

Lentila divergentă L1 împreună cu obiectivul L2 formează o lunetă de colimare care are rolul de micșorare a divergenței fasciculului laser până la nivelul de aproximativ 100 μ rad. Între cele 2 lentila este intercalat un cub divizor cu polarizarea fasciculului.

Imediat după lentila L2 radiația fasciculului laser polarizată liniar este transformată în radiație polarizată circular de către o lamă sfert de undă cu diametrul de 35 mm.

Pentru scanare s-au folosit două scanere galvanometrice, care scanează radiația sub forma unui rastru 2-D.

Radiația reflectată de țintă este colectată tot de oglinzile scannerului și direcționată de către cubul divizor către o fotodiodă cu avalanșă cu InGaAs iar apoi semnalul electric este preluat de un preamplificator Fujitsu model RM5W231DR.

Preamplificatorul are o bandă de 2,5 GHz și un diametru de 30 μ m.

Luând în considerare focala obiectivului de recepție de 100 mm și diametrul ariei active a fotodiodei rezultă un câmp optic al receptorului de 300 μ rad.

După preamplificator a fost folosit un modul de amplificare model cu banda de 500 MHz, rezultând semnalele care sunt preluate de către minicomputer.

Pentru conversia analog digitală s-a folosit o placă de achiziție Acqiris DP210 cu frecvența de 2 giga eșantioane/s.

Pentru scanarea fasciculului laser s-au folosit două galvanoscanere cu oglinzi oscilante, controlate tot de către minicalculator prin intermediul unei placi de comandă care generează tensiunile analogice. Minicalculatorul validează și secvența de digitizare a datelor recepționate.

Întrucât emițătorul laser nu este controlat din exterior, impulsul emis de către acesta trigherează și secvența de achiziție. După o întârziere selectabilă placa de achiziție începe să digitizeze semnalul de la fotodetector. Numărul de eșantionare este selectabil software.

După finalizarea achiziției datelor computerul transmite tensiunile de comandă ale galvenoscanerelor pentru următorul punct din rastru, până la finalizarea unui cadru complet.

Există 2 moduri de operare: achiziție monoimpuls și achiziție cu mediere pe 4 impulsuri consecutive.

O scanare completă de 256x256 pixeli x 256 eșantioane durează aproximativ 40 s, iar una cu mediere pe 4 impulsuri 90 s.

5.3 Rezultate obținute

După cum s-a menționat anterior sistemul LADAR digitizează întregul tren de impulsuri pentru fiecare poziție din scanare, permițând detectarea țintelor mascate. În urma achiziției rezultă o matrice 3-D cu dimensiunile de $256 \times 256 \times 256$ nivele de intensitate. Astfel fiecare set de date necesită aproximativ 16, Mb de memorie în cazul stocării necomprimate.

Pentru a descrie algoritmi de procesare și tehnicile de afișare a datelor achiziționate a fost folosită ca țintă un autoturism tip camionetă de culoare albă situat la o distanță de 55 m, prezentată în Figura 4

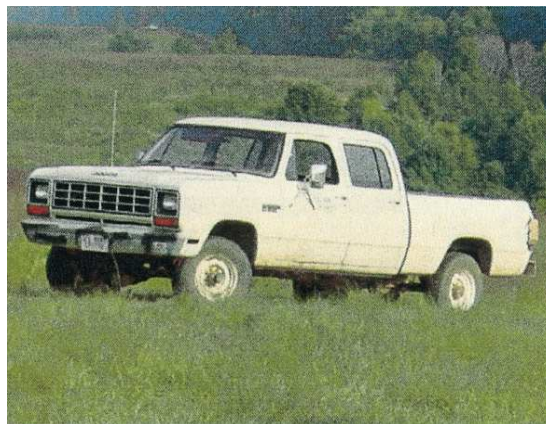


Figura 4

Unghiul total de scanare a fost de 97,0 mrad iar dimensiunea unui pas de scanare a fost de 379 μ rad. Întrucât divergența fasciculului laser a fost de 100 μ rad a rezultat că un pas de scanare a fost de aproximativ patru ori mai mare decât dimensiunea fasciculului laser.

În Figurile 5 și 6 prezintă două tipuri de procesare și afișare ale țintei: unul bazat pe intensitatea fasciculului recepționat iar al doilea bazat pe informația de distanță.

În cele 2 figuri s-au aplicat algoritmi care au permis reducerea datelor tridimensionale la o imagine bidimensională. Astfel în Figura 4.2 s-au ales pixelii de distanță care au intensitatea cea mai mare, rezultând o imagine în tonuri de gri.

Îmaginea în tonuri de gri din Figura 3 s-a obținut prin alocarea impulsurilor cu amplitudinea maximă valoarea de tonuri de gri 254, adică alb, iar impulsurilor cu amplitudinea minimă li s-a alocat valoarea minimă adică zero. Valorilor intermediare le-au fost alocate în mod liniar tonuri de gri. Zonelor din jurul autovehiculelor cu semnale foarte slabe li s-a alocat prin normalizare valoarea apropiată de zero, adică negrul.

Pe de altă parte în Figura 6 fiecărei distanțe îi corespunde o anumită culoare, distanța fiind aleasă tot după impulsul cu amplitudinea cea mai mare. Albastrul este corespunzător distanței mai mici, verdele și galbenul corespunzând distanțelor intermediare, iar roșul distanței maxime.

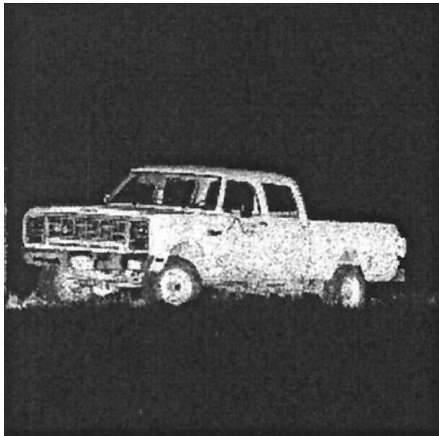


Figura 5

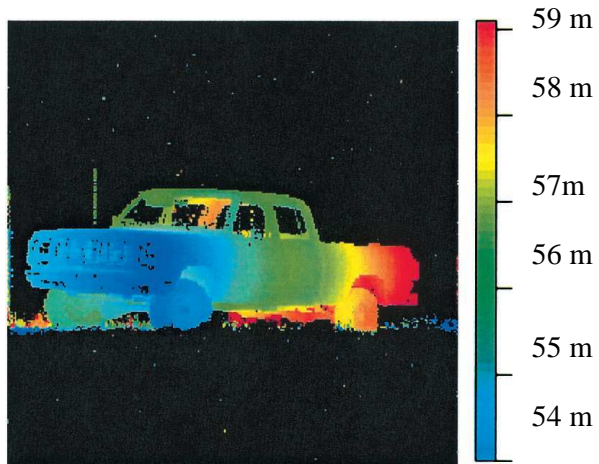


Figura 6

Totuși imaginea și din Figura 6 a necesitat folosirea unei valori de prag de intensitate pentru generarea fondului negru din jurul mașinii.

5.4 Capacitatea sistemului de a observa ținte mascate

Principalul avantaj al acestui sistem este acela de a obține imagini 3-D ale țintelor mascate parțial, de frunze sau de plasă de camuflaj. Această capacitate este demonstrată în mod practic.

În Figura 7 este prezentată camioneta albă camuflată de o plasă de camuflaj, în timp ce Figurile 11 și 12 prezintă datele de distanță de la radar. Distanța până la camionetă este de aproximativ 57 m.

Plasele de camuflaj sunt poziționate între LADAR și camionetă la distanțe de aproximativ 54 și 55 m.

Scanarea s-a făcut într-un unghi total de 111.9 mrad iar dimensiunea unui pas de scanare a fost de 437 μ rad.



Figura 7

Figura 8 este obținută prin afișarea informației de intensitate din volumul de scanare iar Figura 99 este obținută prin afișarea informației de distanță codată color, din același volum.

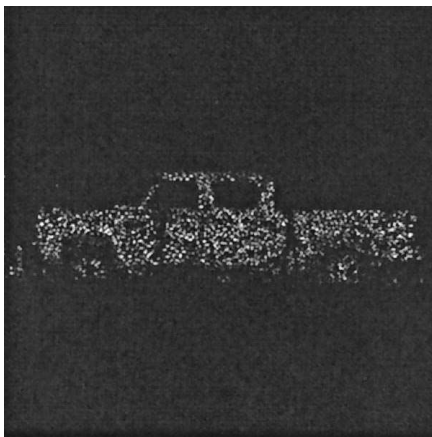


Figura 8.1

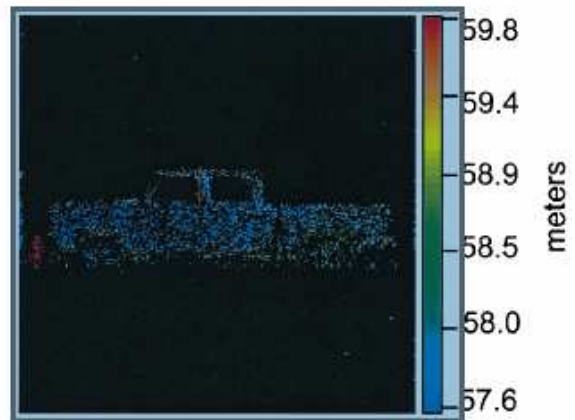


Figura 8.2

Poarta de măsură în distanță este de 20 de felii în domeniul de la 57,6 la 59,8 m. Pentru comparație sunt prezentate în Figurile 4.10 și 4.11 fără plasele de camuflaj

Numărând pixelii de distanță obținuți în cele 2 cazuri au rezultat un număr de 9799 pixeli în cazul fără camuflaj și 3122 distanțe măsurate în cazul cu plase de camuflaj.

A rezultat că sistemul are capacitatea de a detecta aproximativ 32% din informația țintei prin cele 2 plase de mascare.

Pentru îmbunătățirea tehnicilor de identificare prin frunziș dens este necesară combinarea mai multor seturi de date luate din unghiuri diferite.

Conform datelor din literatură o identificare corectă a țintei se poate face cu un minim de 200 de pixeli ai țintei cu condiția unui raport semnal zgomot ridicat și o rezoluție în distanță de 15 cm sau mai bună.

6 Concluzii

Sistemele LADAR SMOTV cu scanarea fasciculului laser a fost dezvoltat cu scopul recunoașterii țintelor mascate de frunziș, plase de mascare fum sau praf.

Lungimea de undă a laserului folosit a fost de 1,064 μm generată de un laser tip microchip pompat optic cu diode laser, iar receptorul optic a fost unul cu fotodiodă cu avalanșă cu Si.

Pentru a asigura recunoașterea țintelor mascate este necesară realizarea unei scheme de detecție care include un convertor analog digital de mare viteză și un sistem stocare a datelor digitizate într-un domeniu selectabil de distanțe, pentru fiecare țintă din teren.

Țintele din teren mascate generează în general mai multe impulsuri decalate în timp. Această informație este incorporată în imaginea 3-D astfel încât 63% din măsurătorile de distanță conțin două sau mai multe impulsuri iar 13,5 % conțin trei sau mai multe impulsuri.

Se poate face de asemenea o combinere a datelor obținute din scanări multiple.

În situația prezentată ca exemplu datele au fost colectate de pe o țintă obturată de plase de mascare în proporție de 70%. Pentru a simula preluarea datelor din unghiuri diferite s-au mișcat plasele de mascare sau au fost colectate date când a bătut vântul iar efectul a fost similar cu acela de mișcare a plaselor.

Prin combinarea datelor din mai multe achiziții s-a îmbunătățit procentul de la 70% la 86%.

Îmbunătățirea tehnologiei microlaserilor în domeniul eyesafe precum și a tehnologiilor de recepție optică, digitizare de mare viteză și stocare a dus la micșorarea timpului de achiziție a datelor, la micșorarea dimensiunilor sistemelor și chiar la reducerea prețurilor de producție a acestor sisteme.

În figura 9 este prezentat modelul 3D al LADAR-ului proiectat în cadrul proiectului SMOTV.

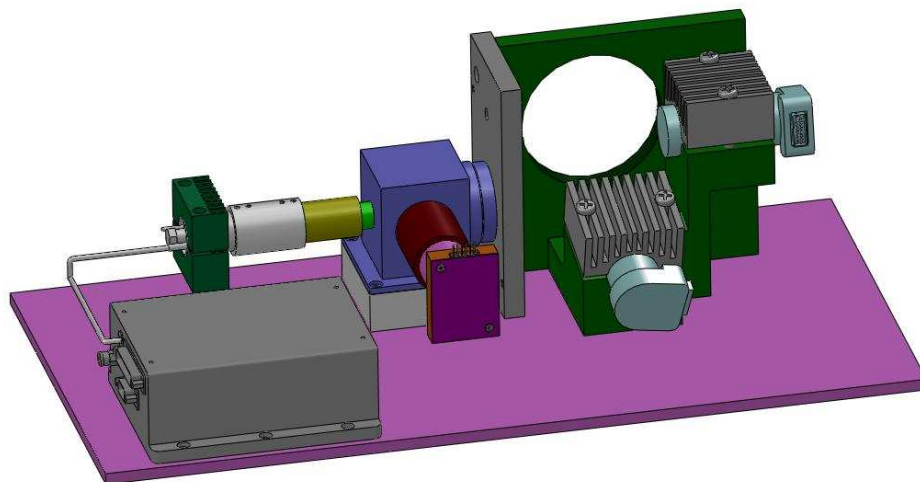


Figura 9

Nr. Inreg.: 82 /26.05.2009

SE APROBĂ,	AVIZAT,
REPREZENTANT AUTORIZAT,	DIRECTOR ECONOMIC,
DIRECTOR GENERAL Ing. Emil POPESCU	Ec. Cristina Liana ONOFRIEVICI

**PROCES VERBAL DE AVIZARE A LUCRĂRILOR
DE CERCETARE-DEZVOLTARE (P V A)**

Comisia de avizare constituită de Coordonatorul proiectului nr. 81-042/2007 prin Decizia nr. 10 din 07.07.2008, luând spre examinare lucrările efectuate de colectivul de cercetare ce participă la realizarea proiectului "**SISTEM MULTISENZOR PENTRU OBSERVAREA ȚINTELOR MASCATE DE VEGETAȚIE-SMOTV**" în cadrul etapei nr. III " **Elaborarea specificatiilor de dezvoltare pentru modelul radarului laser si modelul platformei multisenzor. Proiectarea modelului radarului laser**", care fac obiectul contractului nr. 81-042/18.09.2007, încheiat cu Centrul Național de Management Programe, a constatat următoarele:

- a) Lucrările executate corespund clauzelor contractuale;
- b) Toate documentele necesare efectuării plății există și sunt corect întocmite;
- c) Concluziile lucrării, principalele rezultate obținute și datele privind efectuarea cheltuielilor sunt prezentate în Raportul intermediar de activitate și în documentele sale însoțitoare;
- d) Planificarea activităților și resurselor aferente realizării etapei curente în derulare a proiectului, prezentată în Raportul intermediar de activitate, este corespunzătoare realizării obiectivului propus și în concordanță cu prevederile contractului;

Comisia avizează **FAVORABIL** lucrările și documentele și consideră că pot fi prezentate pentru evaluare la CNMP – Programul 4 "Parteneriate in domeniile prioritare" – Domeniul 8.

COMISIA DE AVIZARE

FUNCȚIA ÎN COMISIE	NUME ȘI PRENUME	SEMNĂTURA
PREȘEDINTE	COJOCARU Sorin	
MEMBRI (cel puțin trei specialiști)	JURBĂ Mihai	
	GUIMAN (CONSTANTINESCU) Daniela	
	OPREA Sergiu	
SECRETAR	ONOFRIEVICI Marian	

Nr. Inreg.: 82 /26.05.2009

**PROCES VERBAL DE RECEPȚIE A LUCRĂRILOR DE CERCETARE-DEZVOLTARE
(P V R L)**

Incheiat azi 25.05.2009 între directorul proiectului Dr.fiz. Mihai Emil JURBĂ pentru contractul 81-042/18.09.2007 și Responsabilul de proiect Dr.ing. Adrian BORLAN din partea partenerului **S.C.Seletron Software și Automatizări S.R.L.**, cu ocazia predării lucrărilor efectuate de partenerul nr. 1, în cadrul etapei nr. III " **Elaborarea specificatiilor de dezvoltare pentru modelul radarului laser si modelul platformei multisenzor. Proiectarea modelului radarului laser**", care fac obiectul Acordului ferm de colaborare nr. 70 B (202) din 12.09.2007, încheiat cu **S.C. Electro Optic Components S.R.L.**, se constată următoarele:

- a) Lucrările executate corespund clauzelor contractuale;
- b) Toate documentele necesare efectuării plății există și sunt corect întocmite;
- c) Concluziile lucrării, principalele rezultate obținute și datele privind efectuarea cheltuielilor se vor integra în Raportul intermediar de activitate și în documentele sale însoțitoare de către Conducatorul de proiect prin directorul de proiect.

Se enumeră următoarele neconformități și modul lor de rezolvare (daca este cazul)

--

Numele și prenumele, semnătura directorului de proiect	Numele și prenumele, semnătura Responsabilului de proiect al Partenerului 1
Director de proiect Dr.fiz. Mihai Emil JURBĂ	Responsabil de proiect Dr.ing. Adrian BORLAN

Nr. Inreg.: 82 /26.05.2009

**PROCES VERBAL DE RECEPTIE A LUCRARILOR DE CERCETARE-DEZVOLTARE
(P V R L)**

Incheiat azi 25.05.2009 între directorul proiectului Dr.fiz. Mihai Emil JURBĂ pentru contractul 81-042/18.09.2007 și Responsabilul de proiect Conf.univ.dr.ing. Octavian GRIGORE-MÜLER din partea partenerului **Universitatea Politehnică București/CCSA**, cu ocazia predării lucrărilor efectuate de partenerul nr. 2, în cadrul etapei nr. III " **Elaborarea specificatiilor de dezvoltare pentru modelul radarului laser si modelul platformei multisenzor. Proiectarea modelului radarului laser**", care fac obiectul Acordului ferm de colaborare nr. 70 B (25) din 12.09.2007, încheiat cu **S.C. Electro Optic Components S.R.L.**, se constată următoarele:

- d) Lucrările executate corespund clauzelor contractuale;
- e) Toate documentele necesare efectuării plății există și sunt corect întocmite;
- f) Concluziile lucrării, principalele rezultate obținute și datele privind efectuarea cheltuielilor se vor integra în Raportul intermediar de activitate și în documentele sale însoțitoare de către Conducatorul de proiect prin directorul de proiect.

Se enumeră următoarele neconformități și modul lor de rezolvare (daca este cazul)

--

Numele și prenumele, semnătura directorului de proiect	Numele și prenumele, semnătura Responsabilului de proiect al Partenerului 2
Director de proiect Dr.fiz. Mihai Emil JURBĂ	Responsabil de proiect Conf.univ.dr.ing. Octavian GRIGORE-MÜLER

SECTIUNEA 2

RAPORTUL EXPLICATIV AL CHELTUIELILOR (REC)

ETAPA DE EXECUTIE NR. III

CU TITLUL: Elaborarea specificatiilor de dezvoltare pentru modelul radarului laser si modelul platformei multisenzor. Proiectarea modelului radarului laser

- € **Acord de realocare a cheltuielilor la contractul de finantare**
- € **Devizul post-calcul al etapei (conform modelului din Anexa 2)**
- € **Fisa de evidenta a cheltuielilor pe fiecare capitol (FEC) (conform modelului din Anexa 3)**

DEVIZ POSTCALCUL PENTRU ETAPA DE EXECUTIE NR. III

		TOTAL anul 2009		Etapa III	
		B	C	B	C
I.	Cheltuieli directe :	285,356	45,979	204,502	21,713
	1. Cheltuieli de personal (1.1+ 1.2)	168,795	20,979	98,702	11,713
	1.1 Cheltuieli salariale (1.1.1 +1.1.2)	168,795	20,979	98,702	11,713
	1.1.1 Cheltuieli cu salariul (salariul brut)	132,115	16,416	77,267	9,166
	1.1.2 Contributii	36,681	4,563	21,435	2,548
	a. CAS	27,480	3,415	16,072	1,906
	b. Somaj	661	82	386	46
	c. CASS	6,870	854	4,018	477
	d. Fond risc accidente (conform cod CAEN)	259	32	151	18
	e. FNUASS	1,123	140	657	78
	f. Fond pentru garantarea platii creantelor salariale	288	41	151	23
	1.2 Alte cheltuieli de personal	0	0	0	0
	a. deplasari, detasari, transferuri in tara	0	0	0	0
	b. deplasari, detasari, transferuri in strainatate	0	0	0	0
	2. Cheltuieli materiale și servicii	116,561	25,000	105,800	10,000
	2.1 Materiale, materii prime	114,061	25,000	103,300	10,000
	2.2 Lucrări și servicii executate de terți, (max. 5%) din care:	2,500	0	2,500	0
	a. colaboratori(audit extern autorizat)	2,500	0	2,500	0
	b. teste, măsurători, analize	0	0	0	0
	c. omologări	0	0	0	0
	d. amenajare spațiu interior	0	0	0	0
	e. studii, anchete statistice	0	0	0	0
	f. asistență tehnică, consultanță	0	0	0	0
	3. Alte cheltuieli specifice proiectului (max. 15%)	0	0	0	0
II.	Cheltuieli indirecte : regia%	15,704	9,021	10,797	5,037
III.	Dotari independente și studii pentru obiective de investiții (max. 30%) :	25,000	20,000	25,000	15,000
	1. echipamente pentru cercetare-dezvoltare ;	10,000	10,000	10,000	10,000
	2. mobilier aparatura ;	0	0	0	0
	3. calculatoare electronice si echipamente periferice ;	15,000	10,000	15,000	5,000
	4. mijloace de transport ;	0	0	0	0
	5.studii pentru obiective de investitii.	0	0	0	0
	Total tarif (valoare contract) I+II+III	326,061	75,000	240,300	41,750

Declarăm pe propria răspundere ca datele înscrise sunt corecte și corespund înregistrărilor contabile

S.C. ELECTRO OPTIC COMPONENTS S.R.L.

DIRECTOR GENERAL

Ing.

Emil POPESCU

DIRECTOR ECONOMIC

Ec.

Cristina Liana ONOFRIEVICI

DIRECTOR PROIECT

Dr.fiz.

Mihai Emil JURBĂ

ANEXA 3 – REC

FISA DE EVIDENTA A CHELTUIELILOR (FEC) PE FIECARE CAPITOL PENTRU ETAPA DE EXECUTIE NR. III

1. INFORMATII GENERALE DESPRE ETAPA DE EXECUTIE

Tabelul nr.1

Nr. crt.	Denumirea indicatorului	Planificat	Realizat	Cauze de nerealizare
1	6.1.1.1.1.1.1.1.1 <i>TERMEN</i>	29.05.2009	29.05.2009	
2	FINANTARE DE LA BUGET (lei)	240.300	240.300	
	AVANS ACORDAT	72.090	72.090	
3	AVANS STINS	168.210	168.210	
4	FINANTARE DIN ALTE SURSE (COFINANTARE) (lei)	41.750	41.750	

6.2

2. EVIDENTA PLATILOR EFECTUATE DE CONTRACTORUL TITULAR CATRE CONTRACTORII ASOCIATI PENTRU ETAPA DE EXECUTIE ANTERIOARA

Tabelul nr.2

Nr. crt.	Denumirea contractorului partener/asociat	Suma platita (lei)	Nr.si data document de plata
1	SELETRON SOFTWARE SI AUTOMATIZARI	15.000	OP18/05.05.2009
2	UPB/Centrul de Cercetari pentru Aeronautica si Spatiu	8.100	OP19/05.05.2009
TOTAL PLATIT:			

7

3. UTILIZAREA RESURSELOR UMANE – CONFORM ART. 26 DIN CONTRACTUL DE FINANTARE

Tabel nr. 3

Etapa de raportare	Salarii brute realizate in perioada de raportare	Contributii (total) aferente salariilor brute din perioada de raportare
Etapa III	77.267	21.435

Nr. crt.	Structura salariatilor care au participat la realizarea etapei de executie nr.*III	Numarul
1.	Numarul persoanelor cu studii superioare	32
2.	Din care participanti sub virsta de 35 de ani	4
3.	Altii	

*** Declaram pe propria raspundere ca persoanele implicate in realizarea etapei, sunt cele nominalizate in Lista de personal, aprobata si reactualizata prin Act Aditonal nr. 3.**

8

Cod: PO-04-Ed2-R0-F5

3. DEPLASARI EFECTUATE – CONFORM ART. 27 DIN CONTRACTUL DE FINANTARE

- cheltuielile aferente deplasărilor efectuate se decontează în condițiile legale stabilite pentru instituțiile publice

Tabel nr.4

Deplasari Interne

Nr. crt.	Numele și prenumele Nr. ordin deplasare/data	Perioada și durata deplasării	Localitatea	Valoare decontată de la buget (lei)
1				
...				
N				
TOTAL :				
TOTAL DEPLASARI (DIURNA, CAZARE, TRANSPORT):				

Deplasari Externe

Nr. crt.	Numele și prenumele Nr. ordin deplasare/data	Perioada și durata deplasării	Localitatea	Valoare decontată de la buget (lei)
1				
...				
N				
TOTAL :				
TOTAL DEPLASARI (DIURNA, CAZARE, TRANSPORT):				

1. MATERIALE, MATERII PRIME

a. Materiale consumabile, combustibil, piese de schimb:

Tabel nr. 5.1

Nr. crt.	Denumire	Document justificativ Denumire/ nr./ data	UM	Cant	Valoare totală (lei)	Valoare decontată de la buget (lei)
1.	Fotodiode Perkin C30641GH	4942224/07.08.08	buc	50	11.283,68	11.283,68
2.	Bara aluminiu	300/18.08.08	kg	103,96	2.117,67	2.117,67
3.	Manson trecere de la 1 la 2 382A012-25/225-0	1545/25.08.08	buc	10	326,00	326,00
4.	Manson termocontractabil cot 90 grade 222K132-25.225-0	1545/25.08.08	buc	80	1.749,60	1.749,60
5.	Manson termocontractabil 202K132-25.225-0	1545/25.08.08	buc	35	563,15	563,15
6.	Manson trecere de la 1 la 3 462A011-25/225-0	1545/25.08.08	buc	7	398,37	398,37
7.	Manson trecere 342A012- 25/225-0	1545/25.08.08	buc	23	747,50	747,50
8.	Tub termocontractabil negru mat DR-25-1/4	1545/25.08.08	buc	50	558,00	558,00
9.	Tub termocontractabil negru mat DR-25-3/8	1545/25.08.08	buc	150	1.653,00	1.653,00
10.	Tub termocontractabil negru mat DR-25-3/16	1545/25.08.08	buc	50	382,00	382,00
11.	Modul emitor Laser cu mediu activ SOLID ESLM-1T 1,54	1898/15.09.08	buc	1	12.809,67	12.809,67
12.	Cablu ecranat tip CE5E cm 6x0,60mmp	80929/29.09.08	m	130	1.526,20	1.526,20
13.	Cablu ecranat tip CE5E cm 2x0,6mmp	80929/29.09.08	m	25	137,50	137,50
14.	Cablu tip CE5E cm *x0,6mmp	80929/29.09.08	m	48	624,00	624,00

Nr. crt.	Denumire	Document justificativ Denumire/ nr./ data	UM	Cant	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
15.	Conector panou 7ct 7x7A, mama MS3112E10-7SF	1661/26.09.08	buc	6	293,88	293,88
16.	Conector cablu 7ct 7x7A, tata MS3116F10-7PF	1661/26.09.08	buc	6	344,22	344,22
17.	Dioda Shottky Barrier 40V1A	17148/25.09.08	buc	7	0,90	0,90
18.	Circuit int ISP-MC 5V 8K 16MHz	17148/25.09.08	buc	100	640,61	640,61
19.	Rezistor SMD pelicula mixta 0805 1%330R	17148/25.09.08	buc	150	0,78	0,78
20.	Rezistor SMD pelicula mixta 1206 1%22k	17148/25.09.08	buc	250	2,23	2,23
21.	Bobina mica EL333/Y2C1-ASWB	17148/25.09.08	buc	25	23,42	23,42
22.	Dioda LED SMD 1206 verde	17148/25.09.08	buc	50	9,08	9,08
23.	Comutator 1 contact 125VAC	17148/25.09.08	buc	50	216,21	216,21
24.	Conector priza tip MOLEX 3 contacte	17148/25.09.08	buc	45	2,36	2,36
25.	Conector priza tip MOLEX 2 contacte	17148/25.09.08	buc	100	6,55	6,55
26.	Conector priza tip MOLEX 4 contacte	17148/25.09.08	buc	100	12,98	12,98
27.	Conector 6 pini drepti 2,54	17148/25.09.08	buc	19	2,89	2,89
28.	Varf de lipit	17148/25.09.08	buc	1	15,86	15,86
29.	Ace pentru scurtcircuit L-59EGW-CA	7849/29.09.08	buc	500	108,65	108,65
30.	Circuit integrat MGA-52543	7004296/18.09.08	buc	2	21,04	21,04
31.	Circuite integrate miniatura	7004296/18.09.08	buc	2	24,74	24,74
32.	Elemente de contact	7004296/18.09.08	buc	2	20,38	20,38
33.	Elemente de contact	7004296/18.09.08	buc	2	24,24	24,24
34.	Releu TQ2-24VDC	7004296/18.09.08	buc	5	52,60	52,60
35.	Manson izolator	7004296/18.09.08	buc	50	742,50	742,50
36.	Intrerupator ELECTROM 1124163	7004296/18.09.08	buc	1	69,46	69,46
37.	Intrerupator ELECTROM 1082295	7004296/18.09.08	buc	4	211,04	211,04
38.	Conector panou 3ct 3x13A, tata MS3112E12-3P	1630/15.09.08	buc	10	287,50	287,50
39.	Conector cablu 3ct 3x13A, mama MS3116F12-3S	1630/15.09.08	buc	10	432,00	432,00
40.	Conector panou 6ct 6x7A tata MS3112E10-6P	1630/15.09.08	buc	10	311,70	311,70
41.	Conector panou 6ct 6x7A mama MS3112E10-6S	1630/15.09.08	buc	10	356,70	356,70
42.	Conector cablu 6ct 6x7A tata MS3116F10-6P	1630/15.09.08	buc	10	437,40	437,40
43.	Conector cablu 6ct 6x7A mama MS3116F10-6S	1630/15.09.08	buc	10	483,20	483,20
44.	Conector panou 10ct 10x7A tata MS3112E12-10P	1630/15.09.08	buc	10	371,80	371,80
45.	Conector cablu 10ct 10x7A tata MS3116F12-10P	1630/15.09.08	buc	10	812,50	812,50
46.	Conector cablu 10ct 10x7A mama MS3116F12-10S	1630/15.09.08	buc	9	547,74	547,74
47.	Conector panou 12ct 12x7A mama MS3112E14-12S	1630/15.09.08	buc	10	527,90	527,90
48.	Conector cablu 12ct 8x7A+4x13A tata MS3116F14-12P	1630/15.09.08	buc	10	563,50	563,50

Nr. crt.	Denumire	Document justificativ Denumire/ nr./ data	UM	Cant	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
49.	Conector cablu 18ct 18x7A, tata MS3116F14-18P	1630/15.09.08	buc	10	691,40	691,40
50.	Conector panou 10ct 10x7A mama MS3112E12-10S	1594/04.09.08	buc	17	710,60	710,60
51.	Surub cruce M4x8-965	90158828/11.09.08	buc	5	40,55	40,55
52.	Surub cruce M4x10-965	90158828/11.09.08	buc	5	50,80	50,80
53.	Tranzistor FMMT491A	7004340/23.09.08	buc	20	26,20	26,20
54.	Tranzistor FMMT491A	7004340/23.09.08	buc	20	43,60	43,60
55.	Tranzistor FMMT491A	7004340/23.09.08	buc	20	36,20	36,20
56.	Tranzistor FMMT491A	7004340/23.09.08	buc	20	29,00	29,00
57.	Tranzistor ZXTN2018FTA	7004340/23.09.08	buc	25	40,75	40,75
58.	Circuit integrat MIC39100-3,3WS	7004340/23.09.08	buc	10	31,60	31,60
59.	Tranzistor ZXTP25040DFH	7004389/26.09.08	buc	25	43,25	43,25
60.	Miex ferita	7004389/26.09.08	buc	5	55,15	55,15
61.	Bobina inductanta	7004389/26.09.08	buc	5	21,70	21,70
62.	Cleme bobina inductanta	7004389/26.09.08	buc	5	15,10	15,10
63.	Rezistenta RMBA204k001	7788/05.09.08	buc	250	13,33	13,33
64.	Suport rezistenta SK510	7788/05.09.08	buc	50	58,67	58,67
65.	Dispozitiv miniatural prindere IPR3SAD	7788/05.09.08	buc	15	500,26	500,26
66.	Comutator 12 pozitii	7788/05.09.08	buc	2	198,33	198,33
67.	Comutator 2 poli 6 pozitii	7788/05.09.08	buc	8	833,41	833,41
68.	Bobina 47uH	7788/05.09.08	buc	15	71,63	71,63
69.	Suport dispozitiv cu prindere SK110	7788/05.09.08	buc	50	29,34	29,34
70.	Carcasa bobina BAR43S	7788/05.09.08	buc	25	13,69	13,69
71.	Condensator 22uF	7788/05.09.08	buc	15	102,13	102,13
72.	Conector PT02 SE 10-06S	1565/01.09.08	buc	15	1.074,15	1.074,15
73.	Conector PTG06 SE 10-06S	1565/01.09.08	buc	2	246,10	246,10
74.	Conector PTG06 SE 12-03S	1565/01.09.08	buc	2	253,52	253,52
75.	Suport etichete DYMO tub HST 19mmx1,5m negru/alb	82488/18.09.08	buc	3	380,61	380,61
76.	Suport etichete DYMO tub HST 12mmx1,5m negru/alb	82488/18.09.08	buc	2	104,58	104,58
77.	Solutie LOCTITE 5900	8006599/03.10.08	buc	2	128,40	128,40
78.	Circuite imprimate unitate centrala	2008104/27.10.08	set	1	3.215,80	3.215,80
79.	Circuite imprimate senzori	2008104/27.10.08	set	1	1.456,80	1.456,80
80.	Circuite imprimate comanda control	2008104/27.10.08	set	1	1.330,00	1.330,00
81.	Cutii carton ambalaj	2015/24.10.08	buc	50	356,00	356,00
82.	Surub cap cilindric cruce M3x107985	90186397/22.10.08	buc	5	46,95	46,95
83.	Surub cap cilindric M3x6-84	90186397/22.10.08	buc	10	13,80	13,80
84.	Surub cap cilindric M3x8-84	90186397/22.10.08	buc	10	15,30	15,30
85.	Cristal quartz 30MHz	7004545/15.10.08	buc	5	62,15	62,15
86.	Cristal quartz 50MHz	7004545/15.10.08	buc	5	62,15	62,15
87.	Diode PESD5V06L6US	7004644/24.10.08	buc	50	88,50	88,50
88.	Elemente de contact 1114168	7004644/24.10.08	buc	3	1.080,84	1.080,84
89.	Condensator 0,047uF 275V	7004644/24.10.08	buc	5	4,60	4,60

Nr. crt.	Denumire	Document justificativ Denumire/ nr./ data	UM	Cant	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
90.	Circuit imprimat pentru elementele blocului de senzori	2008121/29.10.08	set	1	306,24	306,24
91.	Formulare circuite imprimate	2008121/29.10.08	set	1	199,80	199,80
92.	Placa senzor temperatura	119/23.10.08	buc	40	228,00	228,00
93.	Placa senzori laser	119/23.10.08	buc	4	501,20	501,20
94.	Placa senzori termici	119/23.10.08	buc	4	311,60	311,60
95.	Placa sursa	119/23.10.08	buc	2	84,60	84,60
96.	Placa controler	119/23.10.08	buc	4	195,20	195,20
97.	Memorie S2D1x256MB SDR DIMM PC100/PC133	80095/24.09.08	buc	2	115,97	115,97
98.	Senzor grave	7913/16.10.08	buc	2	112,24	112,24
99.	Set repere mecanice bloc electronic	500489/15.10.08	buc	1	1.170,74	1.170,74
100.	Conector priza tip MOLEX 6 ct 2,54mm	17569/15.10.08	buc	100	9,38	9,38
101.	Camera de zi cu CCD RHP35X-OEM/PA, Set de cabluri interfete (RHP-OEMPCB-01), Monitor RHPC-685B, Set lentile 5,6mm distanta focala f=3.0 RHPC-C-56/3.0	1GBE2/09.12.08	buc	1	5.746,00	5.746,00
102.	Scanner laser MPM30 cu set de cabluri, bloc de alimentare, incalzire si ventilatie, set de lentile si cablu de alimentare	120166/17.03.09	set	1	36.609,00	20.000,00
103.	Laser repetitiv STA-01-OEM	06115/17.02.09	buc	1	30.167,20	12.887,24
TOTAL MATERIALE CONSUMABILE, COMBUSTIBIL, PIESE DE SCHIMB:					132.188,96	98.300

b. Obiecte de inventar :

Tabel 5.2

Nr. crt.	Denumire	Document justificativ Denumire/ nr./ data	UM	Cant	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
1						
...						
n						
TOTAL OBIECTE DE INVENTAR:						0

In cazul in care, in conformitate cu documentul de justificare a cheltuielilor sunt folosite abrevieri, coduri, se va trece in paranteza denumirea uzuala a materialului sau obiectului de inventar.

2. SERVICII EXECUTATE DE TERTI

Tabelul nr. 6

Nr. crt.	Denumirea serviciului	Factura Nr./ data	Justificarea achizitionarii	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
1					
...					
N					
TOTAL SERVICII :					

3. DOTARI INDEPENDENTE

Tabelul nr. 7

Nr.crt.	Denumire mijloc fix	Codul de clasificare conform HG 2139/ 2004	Document justificativ Denumire/nr./ Data	Durata normala de functionare conform HG 2139 / 2004 (ani)	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget	Pozitia din lista de echipamente
1	2	3	4	5	6	7	8
Coordonatorul de proiect							
1. ECHIPAMENTE PENTRU CERCETARE - DEZVOLTARE							
1	Lentila 100mm	2.1.19.	1931/26.01.09	24	13.516,65	10.000	13
...							
N							
TOTAL ECHIPAMENTE DE C-D							
2. MOBILIER, APARATURA, BIROTICA							
1							
...							
N							
TOTAL MOBILIER,APARATURA, BIROTICA							
3. CALCULATOARE ELECTRONICE SI ECHIPAMENTE PERIFERICE							
1							
...							
N							
TOTAL CALCULATOARE, PERIFERICE							
PARTENER 1							
.....							
PARTENER N							
TOTAL DOTARI INDEPENDENTE (1+2+3)						10.000	

Nota:

- i. **Regimul de amortizare utilizat, pentru fiecare partener in parte, este conform Legii amortizarii nr.15 / 1994:**

Co

P1.....

.....

Pn.....

- ii. In cazul in care, in conformitate cu documentul de justificare a cheltuielilor sunt folosite abrevieri sau coduri, se va trece in paranteza denumirea uzuala a dotarii.

4. ALTE CHELTUIELI SPECIFICE PROIECTULUI (Actiuni suport)

Tabelul nr. 8

Nr. crt.	Denumirea	Factura Nr./ data	Justificarea *	Valoare totala (lei)	Valoare decontata de la buget (lei)
1					
...					
N					
TOTAL ALTE CHELTUIELI SPECIFICE :					

- 9 * Pentru taxele de participare se vor preciza urmatoarele: - numele persoanelor participante, denumirea manifestarii si perioada de desfasurare.

5. CHELTUIELI INDIRECTE (REGIE) – CONFORM ART. 28 DIN CONTRACTUL DE FINANTARE

Valoare : **10.797 LEI** (10,94%)

Metoda de calculatie si cheia de repartizare a cheltuielilor indirecte: $C_I = C_p * 10,94\%$

În conformitate cu legile în vigoare și regulamentele interne, cheltuielile de regie se calculează prin raportarea cheltuielilor indirecte (chirie, întreținere, curent electric, apă, telefon salarii indirecte etc) la fondul de cheltuieli salariale (salarii brute și contribuții).

6. CHELTUIELI EFECTUATE PRIN COFINANTARE

a. UTILIZAREA RESURSELOR UMANE – CONFORM ART. 26 DIN CONTRACTUL DE FINANTARE

Tabel nr. 3

Etapa de raportare	Salarii brute realizate in perioada de raportare	Contributii (total) aferente salariilor brute din perioada de raportare
Etapa III	9.166	2.548

Nr. crt.	Structura salariatilor care au participat la realizarea etapei de executie nr.*III	Numarul
1.	Numarul persoanelor cu studii superioare	32
2.	Din care participanti sub virsta de 35 de ani	4
3.	Altii	

- **Declarăm pe propria raspundere ca persoanele implicate in realizarea etapei, sunt cele nominalizate in Lista de personal, aprobata si reactualizata prin Act Adititional nr. 3.**

b. Materiale consumabile, combustibil, piese de schimb:

Tabel 9

Nr. crt.	Denumirea cheltuielii	Nr./data document justificativ	Suma cheltuita pentru realizarea proiectului (lei)
1.	Cablu ecranat tip CE5E cm 2x0,6mmp	80929/29.09.08	137,50
2.	Cablu ecranat tip CE5E cm 6x0,60mmp	80929/29.09.08	1.526,20
3.	Cablu tip CE5E cm *x0,6mmp	80929/29.09.08	624,00
4.	Cartus toner 3k SCX-4216D3-OEM	7163889/10.10.08	252,72
5.	Cartus toner SCX-D4200-OEM	7163864/09.10.08	97,40
6.	Ciocan lipit 80W	17569/15.10.08	1.554,15
7.	Circuit integrat 72Macro 34I/O	17499/09.10.08	26,20
8.	Conector ATMEGA168-20AU	17499/09.10.08	154,12
9.	Conector cablu 10ct 10x7A mama MS3116F12-10S	1630/15.09.08	243,44
10.	Conector cablu 10ct 10x7A tata MS3116F12-10P	1630/15.09.08	325,00
11.	Conector cablu 12ct 8x7A+4x13A tata MS3116F14-12P	1630/15.09.08	225,40
12.	Conector cablu 18ct 18x7A, tata MS3116F14-18P	1630/15.09.08	276,56
13.	Conector cablu 3ct 3x13A, mama MS3116F12-3S	1630/15.09.08	172,80
14.	Conector cablu 6ct 6x7A mama MS3116F10-6S	1630/15.09.08	193,28

Nr. crt.	Denumirea cheltuielii	Nr./data document justificativ	Suma cheltuita pentru realizarea proiectului (lei)
15.	Conector cablu 6ct 6x7A tata MS3116F10-6P	1630/15.09.08	174,96
16.	Conector panou 10ct 10x7A mama MS3112E12-10S	1594/04.09.08	167,20
17.	Conector panou 10ct 10x7A tata MS3112E12-10P	1630/15.09.08	148,72
18.	Conector panou 12ct 12x7A mama MS3112E14-12S	1630/15.09.08	211,16
19.	Conector panou 3ct 3x13A, tata MS3112E12-3P	1630/15.09.08	115,00
20.	Conector panou 6ct 6x7A mama MS3112E10-6S	1630/15.09.08	214,02
21.	Conector panou 6ct 6x7A tata MS3112E10-6P	1630/15.09.08	124,68
22.	Conexine CTUF010U10B AVX	17499/09.10.08	83,94
23.	Cutie aluminiu	17569/15.10.08	456,38
24.	Dioda Shottky Barrie 40V1A	17499/09.10.08	27,42
25.	Interfata comunicatii TX/RX RS-485 5V	17499/09.10.08	615,34
26.	Saiba grover M3	90184592/07.10.08	3,70
27.	Set repere mecanice bloc electronic	500489/15.10.08	1.170,74
28.	Spate adaptor manson si ecran #1091D1-D10	1681/06.10.08	97,56
29.	Spate adaptor manson si ecran #1491D1-D14	1684/07.10.08	386,20
30.	Subler STD CB/2 150 1/20-39	90184592/07.10.08	42,49
31.	Surub c.cil M3x8-84	90184592/07.10.08	15,30
32.	Surub CB CRUC M3x10 A2	90184592/07.10.08	93,90
33.	Surub CB CRUC M3x8 A2	90184592/07.10.08	43,20
TOTAL COFINANTARE:			10.000