

# P.N. 2

Programul **PARTENERIATE IN DOMENIILE PRIORITARE**



## **RAPORT DE CERCETARE**

### **SISTEM MULTISENZOR PENTRU OBSERVAREA TINTELOR MASCATE DE VEGETATIE SMOTV**

**Contract. Nr. 81-042 / 2007**

**Etapa II. STUDII CU PRIVIRE LA STABILIREA  
SOLUȚIEI TEHNICE ȘI A CONFIGURAȚIEI OPTIME,  
CU CONDIȚIA ASIGURĂRII PERFORMANȚELOR  
IMPULSE**

Activitatea II.2 STUDIU PRIVIND STABILIREA AUTOMATELOR  
SOFTWARE PENTRU PRELUCRAREA NUMERICA SI SINTEZA IMAGINII  
ACHIZITIONATE DE RADARUL LASER

	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

## Continut

I. Introducere .....	3
II. Metode utilizate pentru achizitia imaginii.....	4
II.1 Generalitati .....	4
II.2 Sistem LADAR cu scanare punctiforma.....	5
II.3 Sistem LADAR cu scanare intr-o singura dimensiune, utilizand elemente detectoare de tip linie.....	6
II.4 Sistem LADAR de tip flash, utilizand elemente detectoare de tip matrice 2D.....	7
II.5 Achizitia imaginii 3D (I3D) cu un sistem LADAR care utilizeaza scanarea punctiforma si detectia restrictionata prin “ferestre de distanta” .....	7
II.5.1 Elemente fizice pentru determinarea distantei la tinta in conditii de obturare a vizibilitatii.....	7
II.5.2 Detectia impulsurilor multiple receptionate prin restrictionarea in distanta.....	11
II.5.3 Schema bloc a sistemului LADAR cu scanare punctiforma si detectie prin restrictionarea in distanta .....	12
II.5.4 Performante de sistem.....	15
II.5.5 Organigrama buclei software pentru achizitia imaginii 3D prin scanare punctiforma si restrictionare in distanta .....	17
III. Sinteza imaginii 3D (I3D).....	22
Bibliografie.....	23



	
Partener – P1	SEL

## I. Introducere

Un radar laser utilizeaza principiul radiolocatiei coerente in acelasi mod ca si un radar coerent clasic. Energia electromagnetica emisa sub forma unui impuls scurt este reflectata de tinte aflate in campul de divergenta, intorcandu-se la emitator dupa un timp proportional cu distanta dintre emitator si tinta. Particularitatea consta in utilizarea energiei electromagnetice in domeniul lungimilor de unda de ordinul µmetrilor. Aceasta particularitate (utilizarea unui impuls extrem de scurt determina o rezolutie in distanta de ordinul centimetrilor) face posibila (prin scanarea unui camp spatial sau prin utilizarea unei matrici de receptori) determinarea amprentei 3D a unui obiect aflat in campul de vedere al unui astfel de dispozitiv.

Un radar laser 3D produce imagini care contin si informatia de distanta asociata elementelor spatiale din scena de interes. Scopul primordial al unui sensor radar este de a inregistra “semnatura” spatiala 3D a unei tinte de interes, in asa fel incat o tinta particulara sa poata fi recunoscuta. Finalitatea unui sistem ATD/R (Automatic Target Detection / Recognition) este de a detecta in mod precis si a recunoaste tinte prezente in scene de dimensiuni mari, in care tinte de interes ocupa mai putin de 1% din dimensiunea imaginii si contin mai mult de 200 puncte relevate in dimensiunea spatiala a tinte. Un alt aspect deosebit de important este de a identifica in mod corect tinte de interes in prezenta unei obturari din partea vegetatiei mai mare de 70%.

Avantajele unui sistem radar laser fata de sistemele pasive (CCD si FLIR) rezida din faptul ca acesta asigura date despre distanta la tinta, cu o inalta rezolutie, in conditii adverse in care sistemele pasive sunt limitate ca

	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

utilizare. In acelasi timp, sistemele radar laser ofera o “amprenta” a tinteii de interes in directa relatie cu dimensiunile fizice ale tinteii vizate.

Prelucrarea informatiei oferite de catre un sistem ladar are drept scop realizarea unei probabilitati de recunoastere a tintelor de interes mai mare de 99%, in conditiile mentinerii unei probabilitati a alarmei false mai mici de 1%.

## **II. Metode utilizate pentru achizitia imaginii**

### **II.1 Generalitati**

In aplicatia specifica avuta in vedere, sistemul radar laser este completat cu sisteme de detectie video utilizand camere video-CCD si/sau camere in infrarosu (FLIR).

In figura 1 este prezentat generic modul de lucru al sitemului complex, unde:

1. Platforma MULTISENZOR echipata cu CCD-VIDEO, FLIR, LADAR, GPS
2. Camera video FLIR
3. LADAR
4. Campul de scanare al LADAR
5. Campul de vedere (FOV) al FLIR

	
Partener – P1	SEL

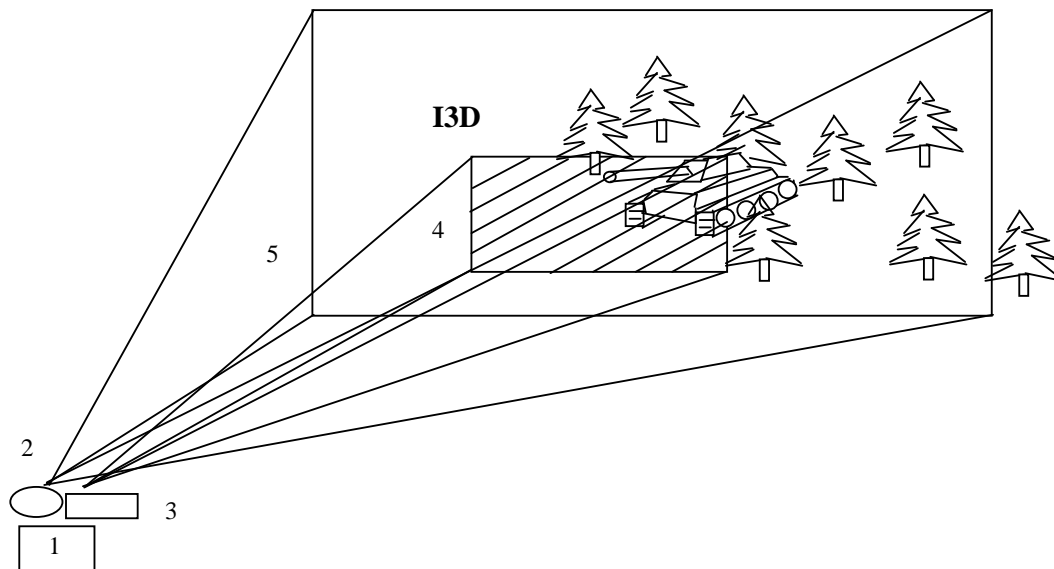
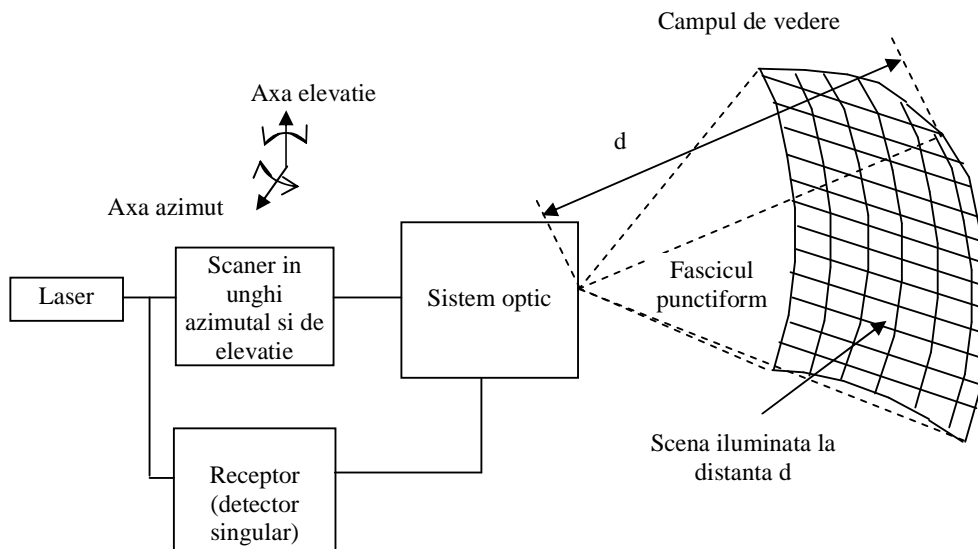


Fig. 1

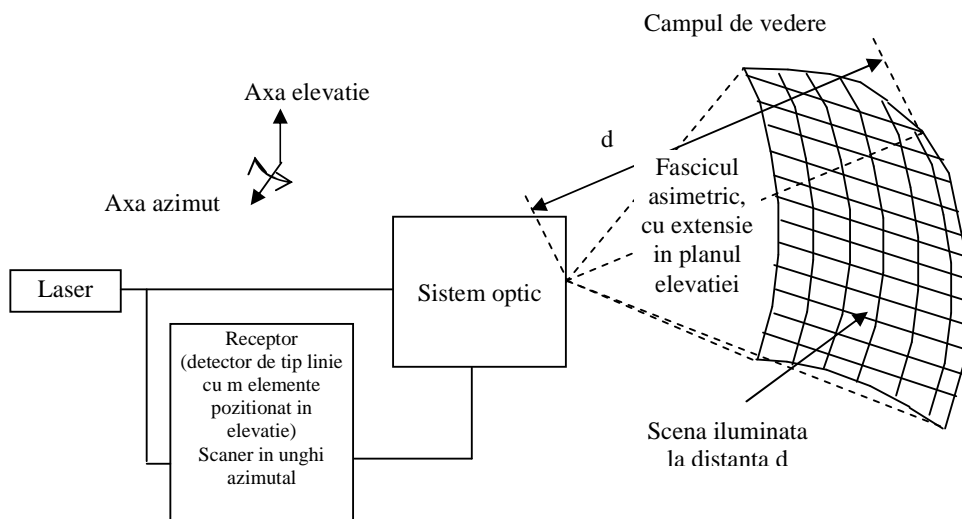
Un sistem ladar poate asigura informatii despre conturul spatial al unei tinte, cu o rezolutie de ordinul 10 ~ 20 cm. Rezolutii mai slabe fac dificila operatia de recunostere de forme. Pentru a nu fi necesara generarea unei matrici imagine cu un numar prea mare de pixeli (ceea ce ar creste nejustificat cantitatea de informatie necesara a fi prelucrata si, implicit, timpul de calcul) se utilizeaza initial informatia obtinuta cu ajutorul senzorilor Video CCD (sau FLIR). Imaginea achizitionata cu ajutorul camerei CCD sau FLIR este analizata in vederea determinarii zonei de interes (zona care contine tinte de interes). Campul de scanare al radarului laser este positionat ulterior asupra zonei determinate in prima faza, in vederea generarii imaginii 3D (I3D) a tinteii si recunoasterii acesteia (determinarea tipului de vehicul, etc...).

## II.2 Sistem LADAR cu scanare punctiforma

Directia fascicului punctiform emis este modificata cu ajutorul unui scanner in 2 dimensiuni, linie cu linie in plan azimutal, la unghiuri de elevatie succesive. Aceasta metoda de realizare a explorarii in doua dimensiuni are cea mai mare flexibilitate, campul "imaginii" iluminate fiind comandat in cele doua axe in functie de dimensiunea necesara a fi investigata. Singurul inconvenient al acestui sistem este timpul relativ mare necesar pentru achizitia unei "imaginii".



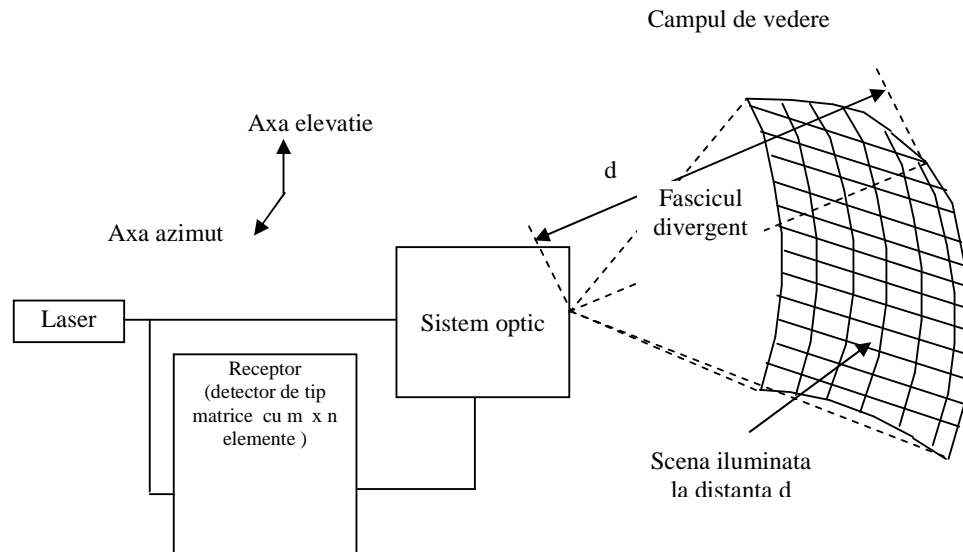
### II.3 Sistem LADAR cu scanare intr-o singura dimensiune, utilizand elemente detectoare de tip linie



Impulsul emis este format de sistemul optic sub forma unui fascicul asimetric, ingust in planul azimutal si extins in planul elevatiei. Sistemul optic si linia de detectori sunt comandate sa execute un baleiaj in plan azimutal. Avantajele acestui sistem rezida in micșorarea timpului de scanare a imaginii, prin eliminarea baleiajului pe una dintre axe.

	 
Partener – P1	SEL

## **II.4 Sistem LADAR de tip flash, utilizand elemente detectoare de tip matrice 2D**



Impulsul emis este format de sistemul optic sub forma unui fascicul divergent, care acopera suprafata de interes. Receptia este asigurata de o matrice de  $m \times n$  detectori. Acest sistem permite viteza cea mai mare de achizitie a imaginii.

## **II.5 Achizitia imaginii 3D (I3D) cu un sistem LADAR care utilizeaza scanarea punctiforma si detectia restrictionata prin "ferestre de distanta"**

Din motive de accesibilitate tehnologica, dar si legate de flexibilitatea acestui tip de sistem, pentru achizitia imaginii 3D (I3D), a fost ales sistemul LADAR care utilizeaza scanarea punctiforma.

### **II.5.1 Elemente fizice pentru determinarea distantei la tinta in conditii de obturare a vizibilitatii**

Intensitatea impulsului laser reflectat poate fi determinata din ecuatiile distantei, care ia in considerare influenta senzorului, a tinteii si a atmosferei:

	 
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

$$P_r = \frac{P_t D_r^4}{4\pi R^4 \beta_t^2} \cdot \eta_{sys} \eta_{atm} \cdot \sigma$$

unde

- $P_r$  = puterea semnalului receptionat [w]
- $P_t$  = puterea semnalului emis [w]
- $D_r$  = diametrul aperturii receptorului [m]
- $R$  = distanta de la senzor la tinta [m]
- $\beta$  = divergenta fascicolului laser [rad]
- $\eta_{sys}$  = factorul de transmisie al sistemului
- $\eta_{atm}$  = factorul de transmisie atmosferic
- $\sigma$  = sectiunea transversala a tintei [m<sup>2</sup>]

Ecuatia de propagare arata ca puterea semnalului ecou este o functie de puterea semnalului emis, divergenta fascicolului laser, marimea aperturii receptorului, pierderile din sistem si datorate propagarii atmosferice. Proprietatile tinteii sunt descrise printr-un singur termen, sectiunea transversala eficace. Aceasta sectiune eficace este suprafata efectiva a tinteii iluminata de fascicolul laser, care ia in considerare, directiionalitatea si factorul de reflexie. In cazul laserelor utilizate pentru altimetrare lungimea de unda a radiatiei emise este intotdeauna mai mica decat marimea elementelor iluminate. In acest caz, suprafata efectiva de iluminare este simplu data de proiectia suprafetei iluminate pe planul perpendicular la radiatia incidenta. Marimea si directiionalitatea energiei reflectate depind de asemenea puternic de proprietatile suprafetei tinteii, ca si de orientarea acesteia relativ la fascicolul laser.

Ecuatia precedenta considera cazul ideal al unei surse punctiforme si a unei tinte singulare situate la distanta R. In cazul tintelor difuze (cum este cazul unei tinte obturate partial de vegetatie sau plase de mascare), ecuatia precedenta poate fi exprimata ca fiind suma energiilor reflectate de tinteile aflate intr-un interval  $[R_1, R_2]$ , astfel:

$$P_r(t) = \int_{R_1}^{R_2} \frac{D_r^2}{4\pi R^4 \beta_t^2} \cdot \eta_{SYS} \eta_{ATM} \cdot P_t \left( t - \frac{2R}{v_g} \right) \cdot \sigma(R) dR$$

	 
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

unde:  $t$  = timpul [s]  
 $V_g$  = viteza de grup a impulsului laser  
 $\sigma(R) dR$  = sectiunea eficace diferentiaala in intervalul  $dR$

Trebuie astfel considerat ca la distanta  $R_1$ , o parte din elementele iluminate vor fi obstructionate de alte elemente, aflate in intervalul  $R_2$   $R_2$  (unde  $R_2 < R_1$ ). Aceste elemente nu vor contribui la semnalul receptionat de la distanta  $R$ .  $\sigma(R)$  reprezinta astfel doar sectiunea transversala eficace a tintei la distanta  $dR$ . Ca exemplu, sa consideram o suprafata de teren acoperita de vegetatie. Daca 90% din suprafata terenului este acoperita de frunzele arborilor, doar 10% va fi sectiune transversala eficace a terenului, raportata la sectiunea eficace geometrica (determinata doar de divergenta fascicolului laser la distanta  $R$ ).

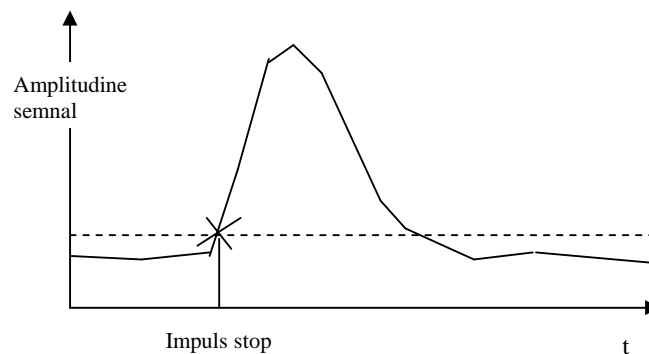
### Metode de detectie

Detectia impulsurilor este aplicata semnalului ecou. Misiunea detectorului este de a selecta din forma de unda receptionata impulsurile si de a le determina coordonata temporală in raport cu impulsul emis, facand astfel posibila determinarea distantei pana la obiectul iluminat. Metodele standard de detectie sunt urmatoarele:

- Metoda pragului

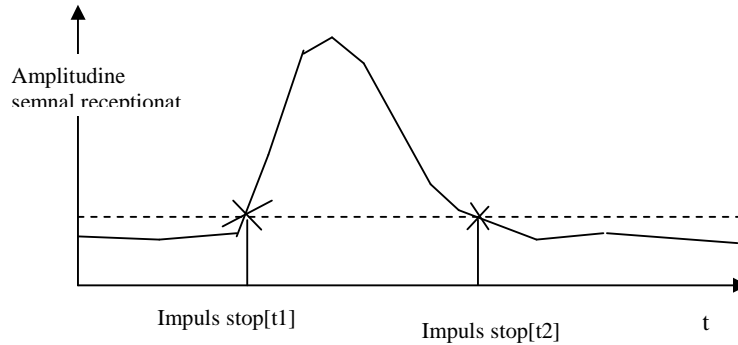
Aceasta metoda se bazeaza pe stabilirea unui prag, detectia cu ajutorul unui comparator a depasirilor de prag si oprirea unui contor de timp declansat de impulsul emis pentru determinarea distantei, conform relatiei:

$$d[m] = 3 \times 10^8 \times t[s] / 2$$



- Metoda centrului de greutate

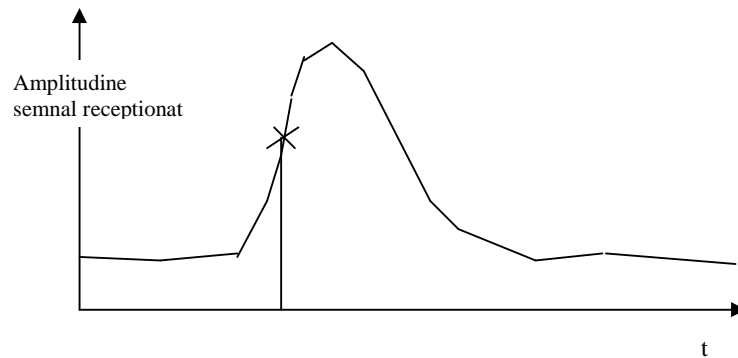
Aceasta metoda se bazeaza pe determinarea intersectiilor formei de unda receptionate cu un prag si stabilirea centrului de greutate pe axa temporala a intervalului rezultat.



In acest caz  $d[m] = 3 \times 10^8 \times (t_1 + t_2) / 4$

- Metoda maximului local

Aceasta metoda se bazeaza pe determinarea maximului derivatei de ordinul 1 a semnalului receptionat, fiind astfel determinata pozitia punctului de inflexiune de pe graficul amplitudinii semnalului receptionat. Functia  $\max(dU/dt)$  poate fi realizata numeric prin esantionarea semnalului receptionat cu N esantioane si determinarea valorii temporale pentru care  $Nt_n - Nt_{n-1}$  este maxim.

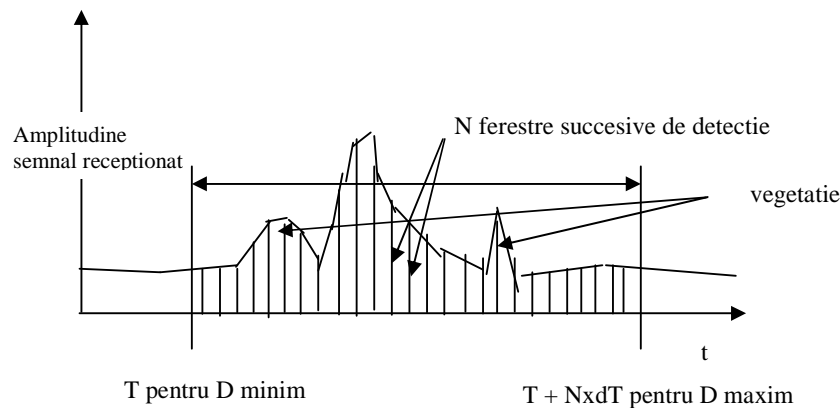


Avantajul acestei metode consta in relativa insensibilitate la variatia amplitudinii semnalului receptionat, fata de primele doua metode, care sunt puternic afectate de acest parametru.

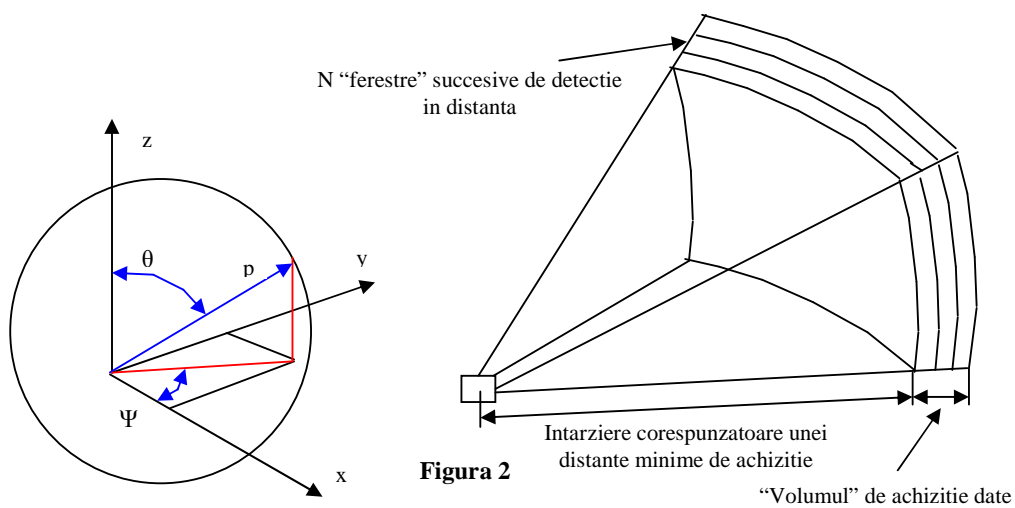
	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

## II.5.2 Detectia impulsurilor multiple receptionate prin restrictionarea in distanta

In cazul complex al unei tinte mascate de vegetatie sau de plase de mascare, procesul detectiei este evident mai dificil, fiind vorba de impulsuri multiple. Din acest motiv s-a ales determinarea coordonatei distante prin metoda restrictiei in distanta si prelucrarea numerica a semnalului receptionat:



In figura 2 este prezentat schematic principiul acestei metode:



	
Partener – P1	SEL

Spre deosebire de metodele clasice de detectie, care utilizeaza metoda “primului” sau “ultimului” impuls. Metoda prezentata formeaza un “volum” de date prin achizitia secventiala de “felii” 2-D (prin scanare punctiforma) aflate la distante succesive, pentru o gama finita de distante. Separarea temporală între aceste “felii” 2-D este determinată de frecvența de esantionare ( $f_d$ ) a semnalului receptionat și corespunde unei distanțe spațiale determinate de:

$$r = \frac{c}{2fd}, \text{ unde } c \text{ este viteza luminii (} 3 \times 10^8 \text{ m/s)}$$

Se obține astfel un “volum” spațial digitizat, sub forma unor matrici 3-D, în sistemul de coordonate sferice, ale cărei elemente sunt tripleți de forma ( $\Psi, \theta, p, I$ ), unde  $I$  este intensitatea semnalului receptionat. Sistemul de coordonate sferice este convenabil pentru generarea imaginilor 3D pentru că poziția unghiulară a unui punct din “volumul” achiziționat poate fi măsurată prin asocierea cu axele de rotație ale sistemului optic al LADAR-ului, în timpul procesului de scanare. În plus, sistemul de coordonate sferic este potrivit pentru memorarea distanței unui punct detectat în “volumul” de interes, din moment ce această distanță corespunde razei trasate între centrul sistemului optic și punctul de interes. În afara parametrilor de poziție se mai memorează pentru fiecare element al matricii intensitatea semnalului receptionat, mărime ce va permite ulterior o operație de filtrare a informației.

### II.5.3 Schema bloc a sistemului LADAR cu scanare punctiformă și detectie prin restricționarea în distanță

Metoda aleasă pentru generarea (sinteza) imaginii 3D (**I3D**) utilizează scanarea fasciculului laser emis în planul unghiului azimutal și al celui de elevație. Schema bloc schematică a sistemului este prezentată în figura 3.

Un sistem de oglinzi mobile acționate de un servo driver comandat de către un microcontroller prin intermediul a două convertoare D/A cu rezoluția de 16 biți asigură baleierea rapidă a fascicolului în unghi azimutal pe o linie aflată la unghiul de elevație  $\theta_i$ ; Întoarcerea fascicolului se va face în sens invers, la următorul unghi de elevație  $\theta_{i+1} + d\theta$ .

	
Partener – P1	SEL

La atingere unghiului limita in elevatie se schimba semnul incrementului pe unghi de inaltare, iar baleierile succesive in unghi azimutal se vor efectua la  $\theta_i - d\theta$ .

Sistemul optic este adus in pozitia de 0 relativ la unghiul de vizare al sistemului complex (FLIR + LADAR), dupa detectia unei tinte cu ajutorul sistemelor pasive. Prima operatie consta in determinarea distantei la scena ce urmeaza sa fie scanata. Se emite un tren de pulsuri, urmata de o operatie de mediere in distanta, ce conduce la determinarea distantei de inceput a “volumului” ce urmeaza sa fie scanat. Determinarea distantei permite determinarea unghiurilor in azimut si elevatie necesare ( $\pm\Psi$  respectiv  $\pm\theta$ ) a fi comandate pentru a acoperii aceeasi dimensiune spatiala a “scenei” scanate, indiferent de distanta.

De exemplu, pentru un numar de elemente (spot-uri) M in unghi de azimut si N in unghi de inaltare, si considerand o rezolutie spatiala de 0.3 m, va rezulta o rezolutie unghiulara de  $2\arcsin(0.3 / 2D)$ . Unghiul de baleiere va fi determinat in functie de numarul de elemente M x  $2\arcsin(0.3 / 2D)$ , respectiv N x  $2\arcsin(0.3 / 2D)$ .

Se comanda mutarea sistemului optic in pozitia de inceput a scanarii ( $-\Psi$  respectiv  $-\theta$ ). Se incepe operatia de scanare prin baleierea rapida in aunghi azimutal si lent in unghi de inaltare. La fiecare pozitie succesiva  $\pm \Psi_i \pm d\Psi$  se realizeaza un numar k de emisii, necesare pentru a creste raportul S/N al semnalului receptionat, cunsocandu-se ca acesta este direct proportional cu  $k^{-1/2}$ .

Pentru referinta, microcontroller-ul prevazut pentru comanda servo driver-ului pentru realizarea scanarii bidimensionale va fi implementat cu o placa “embedded” tip Zeus (Eurotech grup), prevazuta cu o unitate centrala de tip Intel PXA270 520 MHz Xscale, modul de achizitie I/O cu 16 linii si cu modul de conversie D/A cu rezolutie de 16 biti, cu 2 canale. Pentru sincronizarea scanarii, microcontroller-ul primeste impulsurile de START emisie. Microcontroller-ul va fi denumit in continuare MDRV.

Software-ul de sistem utilizat este Windows CE 5.0, iar mediul de dezvoltare al aplicatiilor este Embedded Visual C++ 4.0.

Microcontroller-ul este conectat printr-un link Ethernet 100 BaseT cu un calculator central de proces (compatibil IBM PC), prevazut pentru prelucrarea numerica a imaginilor si managementul intregului sistem. Calculatorul central de proces (denumit in continuare MCU) are instalat sistemul de achizitie a amplitudinii semnalului receptionat detectat si

	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

determinare a distanței. Acest sistem este implementat cu o placă de achiziție A/D de mare viteză (1Gsamples / sec) (denumită în continuare A/DHS), care are posibilitatea declanșării conversiei cu un trigger întârziat. Această întârziere va fi utilizată pentru blocarea achiziției pentru distanțe mai mici decât distanța minimă de poziționare a “ferestrei” de distanță.

Pentru referință s-a ales placă pe bus PCI de conversie A/D de mare viteză **AL81G A/D Board**, produsă de compania **Acquisition Logic**, având următorii parametri de funcționare:

- Viteză de eșantionare maximă (1 G eșantioane / secundă), rezoluție de 8 biți;
- 2 intrări de sincronizare cu posibilitatea de “delay” comandat;
- Memorie internă de 64 MB, expandabilă la 256 MB;
- DSP cu funcții programabile;

Calculatorul central de proces utilizează sistemul de operare Windows XP, iar ca mediu de dezvoltare se va utiliza Microsoft Visual Studio. (C++).

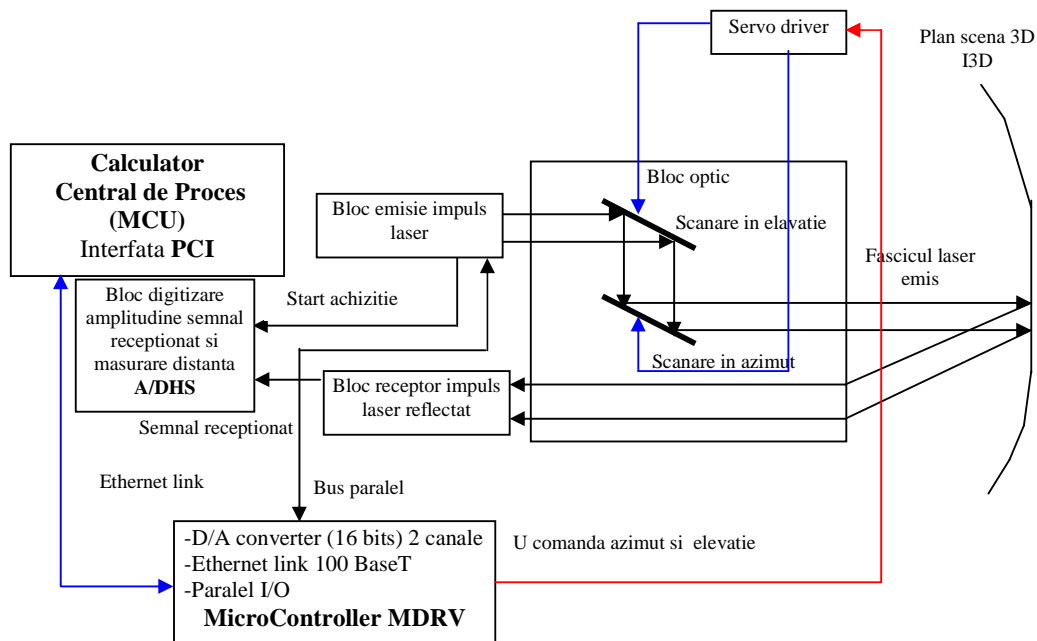


Figura 3

## II.5.4 Performante de sistem

Avand in vedere dimensiunile obiectelor ce urmeaza a fi detectate se recunoscute (vehicule militare, etc.) se poate alege o dimensiune a “scenei” vizate de aproximativ 6 m inaltime si 12 m latime. Pentru o valoare M (numar coloane matrice achizitie) de 128 si o valoare N (numar linii) de 64, se obtine o rezolutie dimensionala  $REZ_{dim}$  de aproximativ 0.1 m.

Rezulta o rezolutie unghiulara a sistemului:

$$REZ_{\psi} = 2 \arcsin\left(\frac{REZ_{dim}}{2D}\right) \text{ in plan azimutal si}$$

$$REZ_{\theta} = 2 \arcsin\left(\frac{REZ_{dim}}{2D}\right) \quad (1) \text{ in planul elavatiei}$$

Pentru o distanta D de 1 Km, rezulta un unghi de scanare  $\Psi = M \times REZ_{\psi} = 6.4 \text{ mrad}$ , respectiv  $\theta = N \times REZ_{\theta} = 3.2 \text{ mrad}$  (2)

	 
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

Avand date tensiunile de comanda  $\pm U_{\max}$  specificate pentru comanda servo driver-elor prevazute pentru baleierea unghiulara a fascicolului emis, precum si unghiurile de deflexie corespunzatoare tensiunilor de comanda ( $\Psi_{\max}$ , respectiv  $\theta_{\max}$ ), rezulta, in functie de distanta la tinta, valorile care satisfac cerintele de unghi ale comenzii sistemului de deflexie (3):

$$\pm U_{\theta} = \pm U_{\max} \times \left( \frac{\vartheta}{\theta_{\max}} \right) \text{ in planul elevatiei si}$$

$$\pm U_{\psi} = \pm U_{\max} \times \left( \frac{\psi}{\psi_{\max}} \right) \text{ (4) in planul azimutal}$$

In functie de valorile  $\pm U_{\max}$  si  $\pm U_{\theta}$ , respectiv  $\pm U_{\psi}$ , si de valoarea numerica specificata pentru realizarea  $U_{\max}$  ( $DA_{\max}$ ), se determina valoarea comenzii numerice necesare pentru obtinerea unghiurilor de deflexie necesare:

$$DA_{\theta} = \frac{U_{\theta}}{U_{\max}} \times DA_{\max}, \text{ respectiv}$$

$$DA_{\psi} = \frac{U_{\psi}}{U_{\max}} \times DA_{\max} \text{ (5)}$$

Calculul acestor valori vor conduce la determinarea valorii incrementului de comanda, necesar pentru deplasarea baleiajului cu o valoare elementara a aunghiului:

$$DA_{d\theta} = DA_{\theta} / 32, \text{ respectiv } DA_{d\psi} = DA_{\psi} / 64$$

Rezolutia in distanta este data de frecventa de esantionare a sistemului de digitizare a amplitudinii semnalului receptionat. Pentru o viteza de esantionare de 600 MHz se obtine o rezolutie in distanta de 0.25 m.

Pentru numarul specificat de linii si coloane, si pentru rezolutia in distanta specificata, avand o extindere in distanta utila a “scenei” vizate de 7.5 m, rezulta un numar MD de matrici imagine necesare = 30. Aceasta valoare, asociata cu dimensiunea  $M \times N \times 8$ , conduce in cazul

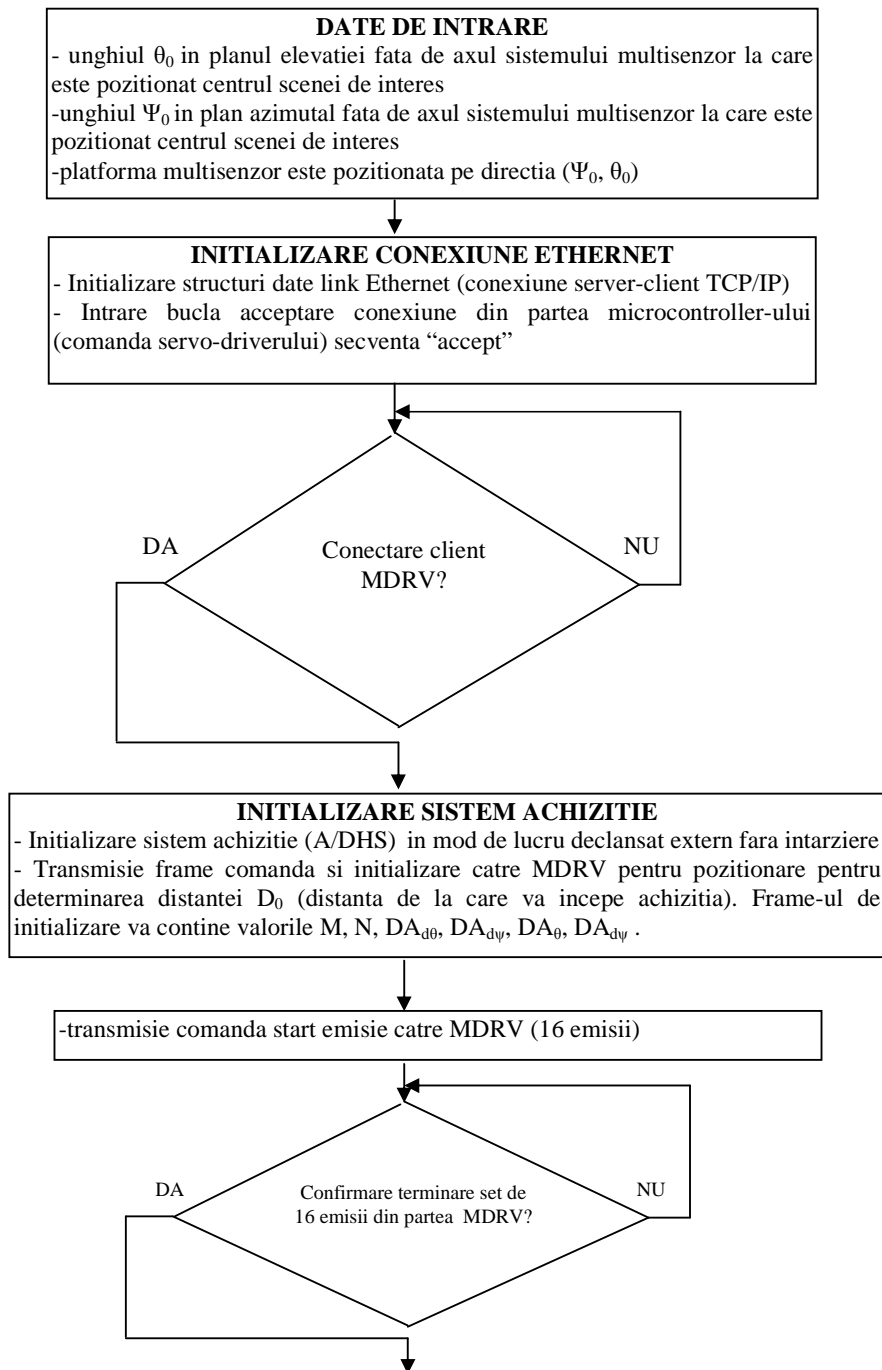
	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

considerat la un necesar de memorie de  $64 \times 128 \times 8 \times 100 = 2.125$  MB. Din acest punct de vedere este suficienta memoria placii de achizitie si determinare distanta. Aceasta proprietate permite achizitia imaginii 3-D printr-o singura bucla software (“on the fly”, urmata de transferul in memoria calculatorului de proces pentru prelucrari ulterioare, transfer pentru care se utilizeaza bus-ul PCI, care asigura o rata de transfer de 133 MB/secunda.

Pentru o frecventa de repetitie a impulsurilor emise de 8 kHz rezulta un timp necesar pentru achizitia imaginii 3D de 31.04 secunde.

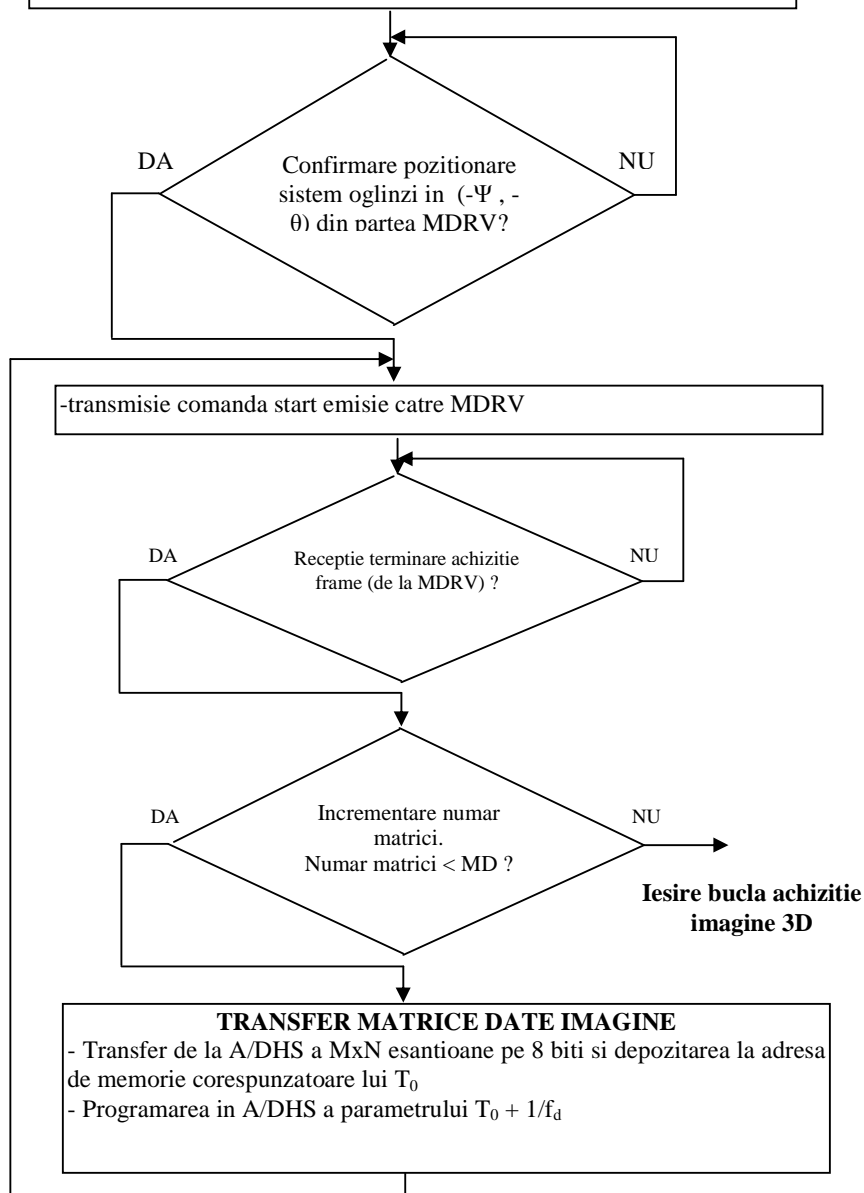
### **II.5.5 Organigrama buclei software pentru achizitia imaginii 3D prin scanare punctiforma si restrictionare in distanta**

In calculatorul central de proces va rula un program de aplicatie conform organigramei prezentate in continuare:

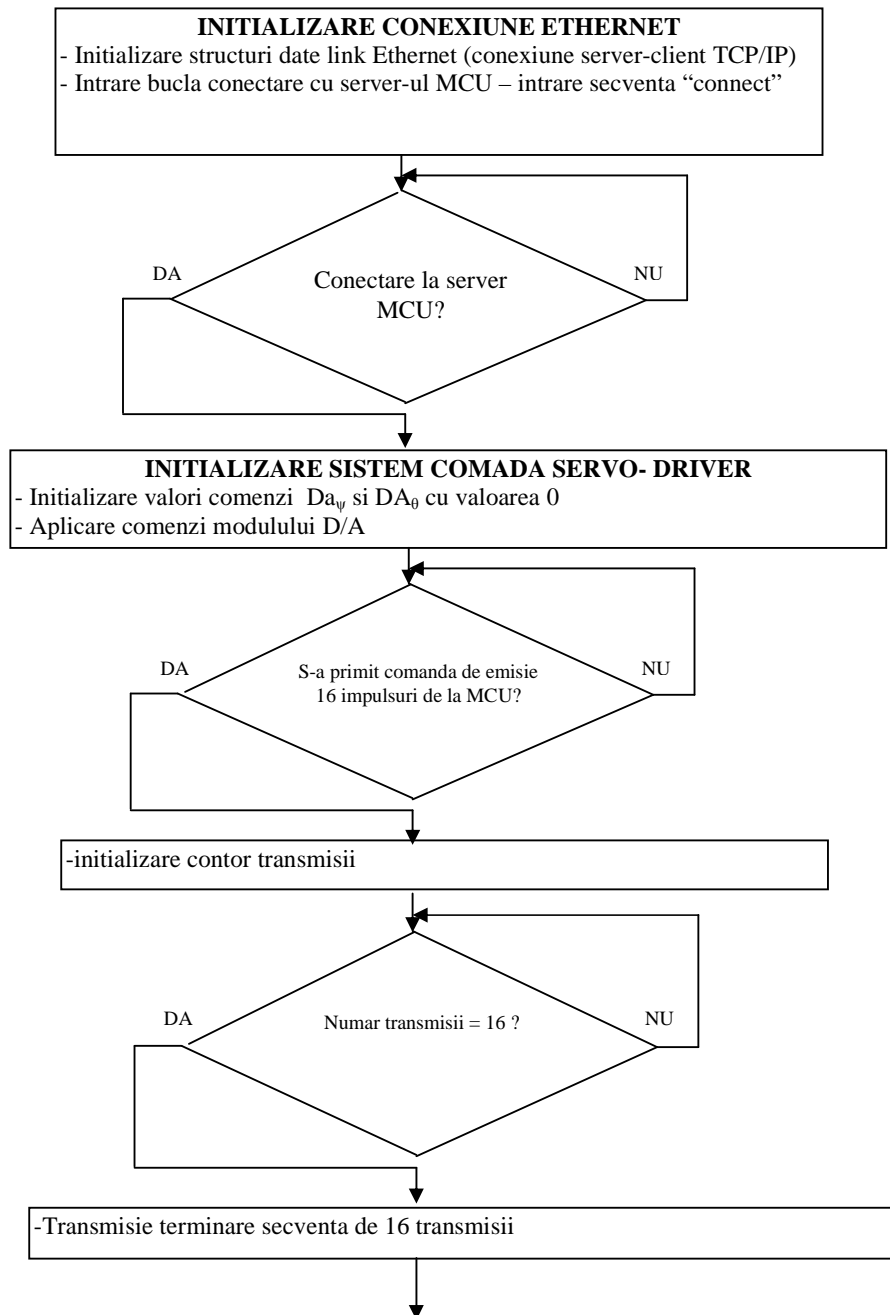


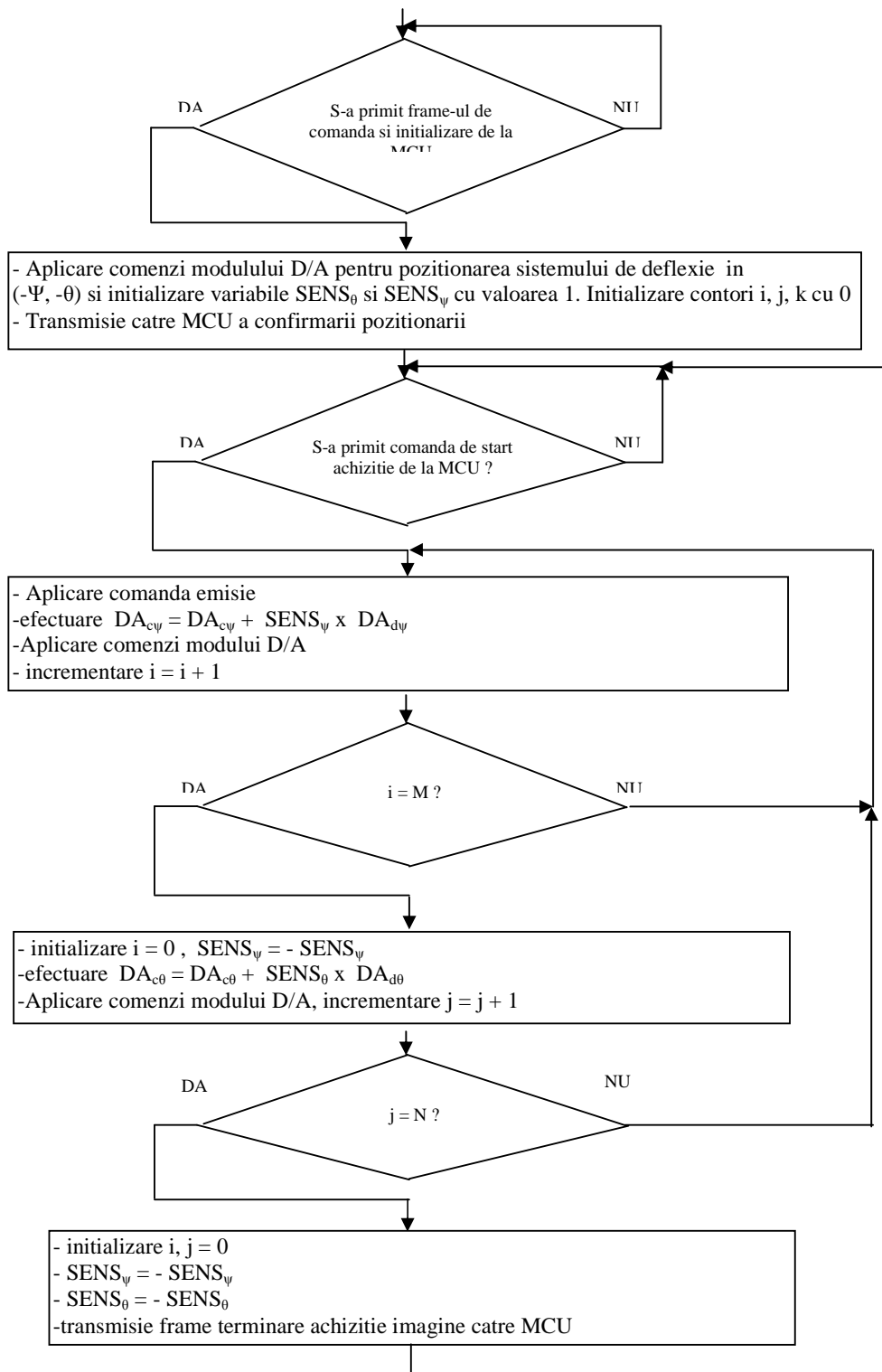
**DETERMINARE DISTANTA  $D_0$**

- Transfer date din A/DHS
- Calcul valoare medie (pe 16 seturi de date) semnal receptionat (se obtine pragul P)
- Determinare distanta  $D_0$  prin compararea valorii medii a esantioanelor cu pragul P (metoda first-start).
- Calcul intarziere  $T_0$  pentru declansarea achizitiei de date (in ciclul ai frecventei de esantionare  $f_d$ )
- Programare parametru  $T_0$  in A/DHS
- Transmisie frame comanda pozitionare sistem oglinzi in  $(-\Psi, -\theta)$  catre MDRV



In microcontroller-ul prevazut pentru comanda servo-driver-elor sistemului optic de deflexie va rula un program de aplicatie conform organigramei prezentate in continuare:





	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

### III. Sinteza imaginii 3D (I3D)

In urma procesului de achizitie prezentat in continuare vor rezulta un numar MD de matrici de tip (M, N), unde M este numarul de spoturi discrete in unghi azimutal, iar N este numarul de spoturi discrete in elevatie. Fiecare dintre aceste matrici (1..MD) contin intensitatile semnalului receptionat in pozitiile discrete  $p_{mnk}$ , esantionate la un moment temporal corespunzator unei distante  $r_k = D_0 + k \times dD$ , unde dD este distanta elementara, corespunzatoare intervalului de timp  $1/f_d$ , iar  $k = 1 \dots MD$ .

$$I3D_k = \begin{pmatrix} p_{11k} & p_{12k} & \dots & p_{1mk} \\ p_{21k} & p_{22k} & \dots & p_{2mk} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1k} & p_{n2k} & \dots & p_{nmk} \end{pmatrix}, \text{ unde } p_{mnk}, \text{ reprezinta de fapt matrici de tip}$$



linie, avand

urmatoarea componenta:  $p_{ij} = (\psi_{ij}, \theta_{ij}, r_k, I_{ijk})$ , unde  $\psi_{ij}$  si  $\theta_{ij}$  si  $r_k$  reprezinta coordonatele in sistem sferic iar  $I_{ijk}$  reprezinta amplitudinea semnalului receptionat de la o un element al “scenei” scanate aflat in pozitia  $\psi_{ij}$ ,  $\theta_{ij}$ ,  $r_k$ .

Pentru a se obtine o structura de date adaptata la genul de prelucrari numerice ulterioare, se aplica o prelucrare asupra setului de matrici tridimensionale, prelucrare care consta in selectarea valorii maxime a intensitatii reflectate pentru o pozitie unghiulara, respectiv:

$$I_{ij} = \text{MAX}_k (I_{ij})$$

elementele matricii I3D devin astfel  $p_{ij} = (\psi_{ij}, \theta_{ij}, r_{ij}, I_{ij})$ , obtinandu-se astfel o singura structura de date care contine informatia din “volumul” scanat.

	
<b>Partener – P1</b>	<b>SEL</b>

## Bibliografie

1. Pierre Andersson – “Automatic Target Recognition from Laser Radar Data” – 2003
2. US Patent No 5424823- “System for identifying flat orthogonal objects using reflected energy signals” – 1995
3. US Patent No 6944342- “Method for recognizing objects in an image pixel plane” – 2005
4. “Automatic registration and visualization of occluded targets using LADAR data” – Proc.SPIE Laser Radar Technology and Applications vol.5086, April 2003
5. Bradley W. “Multiple-return laser data for three-dimensional imaging through obscurations” – 2002 –Optical Society of America
6. Christina Grönwall –“Ground Object Recognition using Laser Radar Data  
University of Linköping, Sweden – 2006
7. Jeffrey H. Shapiro – “Performance analysis for ground-based targets viewed by FLIR and/or LADAR- Massachusetts Institute of Technology - 2002
8. Christopher Witzgall – “TIN Techniques for Data analysis and Surface Construction- National Institute of Standards-USA” 2004