

## Titlul proiectului

Statie de **Urmarire Radio Spatiala Adinca** cu Utilizari Multiple (**URSA**)

## Cuvinte cheie:

Spatiu, supraveghere, senzor, satelit, radio

## Rezumatul proiectului

Supravegherea spatiala furnizeaza informatii despre ceea ce orbiteaza Pamintul. Retelele de supraveghere spatiala sunt bazate mai ales pe senzori electro-optici sau radar. Totusi, retelele existente de senzori au capacitate si acoperire limitata, in special pentru aplicatii de urmarire spatiala adinca. Alta problema este ca senzorii radar si electro-optici nu pot furniza toate informatiile necesare referitor la un obiect spatial (de exemplu, un satelit poate fi activ sau inactiv). De aceea, pentru a avea o imagine operationala completa asupra unui obiect spatial, este necesara monitorizarea emisiilor sale radio. Aceasta cerinta poate fi indeplinita daca se includ senzori radio pasivi in retelele de supraveghere spatiala.

Scopul principal al proiectului URSA este de a dezvolta capabilitatile stiintifice Romanesti si de a participa la initiative Europene existente in domeniul supravegherii spatiale. Proiectul va explora realizarea si utilizarea unor senzori electro-optici si radio pasivi, destinati supravegherii spatiale de la sol, precum si dezvoltarea de aplicatii ale acestor senzori in domeniul spatiu si securitate.

Obiectivele proiectului sunt :

1. Realizarea unui sistem integrat de supraveghere spatiala electro-optica si radio
2. Demonstrarea sistemului
3. Explorarea aplicatiilor stiintifice ale URSA.

Acest sistem de urmarire spatiala adinca poate furniza informatii referitoare la principalele caracteristici ale satelitilor sau ale altui obiect spatial (ex. parametri orbitali, activitatea transponderilor, analiza transmisiilor radio). Poate furniza de asemenea servicii de tracking pentru misiuni ale satelitilor stiintifici mici. Un alt rezultat important al proiectului este realizarea unui pachet de aplicatii ale URSA in domeniul experimentelor de radioastronomie si comunicatii spatiale, si care se adreseaza in mod special comunitatii stiintifice Romanesti, intrucit ne exista o astfel de facilitate in tara.

## Relevanta proiectului

URSA este prima facilitate Romaneasca destinata experimentelor de supraveghere spatiala, fiind conceputa in intregime de o echipa multidisciplinara de cercetatori Romani. Capabilitatile sale de urmarire electro-optica si radio pot reprezenta o contributie la proiecte de cercetare nationale si internationale in domeniul spatiu & securitate (de exemplu, URSA poate furniza suport unor misiuni satelitare viitoare- precum sunt nanosatelitii Romanesti pentru explorarea spatiului). Alte aplicatii ale URSA si care vizeaza comunitatea stiintifica din Romania sunt experimente in domeniul radioastronomiei si comunicatiilor spatiale. URSA poate furniza de asemenea informatii privind principalele caracteristici ale satelitilor (de ex. parametri orbitali, transponderi si activitate radio, analiza transmisiunilor) pentru aplicatii in domeniul securitatii.

## Descrierea proiectului

### 1. Situatia actuala in domeniu la nivel international si national

Detectarea, caracterizarea, corelarea si determinarea orbitei obiectelor spatiale reprezinta scopul "supravegherii obiectelor spatiale".

Majoritatea datelor despre obiecte spatiale sunt colectate de Comandamentul USA (USSPACECOM)

prin utilizarea Retelei de Supraveghere Spatiale (SSN) de care dispune. Aceasta retea de senzori electro-optici (cunoscuta sub denumirea de “Ground-Based Electro-Optical Deep Space Surveillance system” sau GEODSS) si senzori radar detecteaza, urmareste si identifica obiectele care orbiteaza Terra. Catalogul obiectelor spatiale este mentinut si publicat in diverse formate.

Senzorii electro-optici si radar au ceva in comun: cu totii detecteaza un semnal (optic sau radio) emis de o sursa externa si reflectat de satelit. Radarele sunt in special utilizate pentru supravegherea si urmarirea obiectelor (pe orbite) LEO, iar sistemele optice pentru cele GEO.

Inafara de USA (cu al lor SSN), Rusia are o capabilitate operationala semnificativa (prin intermediul propriului sistem de supraveghere spatiale – SSS). De asemenea, Franta are un sistem experimental de supraveghere, instalatia bi-statica GRAVES. Catalogul corespunzator acestui sistem este limitat la obiecte cu diametru de minim 1 m, pe orbite joase (LEO). Inafara senzorilor care sunt implicati in supraveghere spatiale de rutina (precum SSN si SSS), exista de asemenea senzori care urmaresc obiecte cunoscute cu o mai mare acuratete (ex. FGAN/TIRA si MONGE/ARMOR), dar si senzori care achizitioneaza informatii statistice mai detaliate despre obiecte mici (ex. EISCAT).

Totusi, retelele existente de senzori au capacitate si acoperire limitata pentru urmarire spatiale adinca, si acest lucru este in mod special adevarat pentru emisfera estica a centurii geosincrone.

In ultima decada, cercetarea-dezvoltarea Europeana legata de supraveghere spatiale a facut progrese semnificative. Actualii senzori optici si radar, in conjunctie cu dezvoltarea de hard si software pentru procesarea datelor de masura, au demonstrat ca sunt potriviti pentru aplicatiile vizate sau, cel putin, pot fi considerati ca pasi importanti pentru dezvoltarea unui program European integrat de supraveghere spatiale.

La finele lui 2005, NATO RTO Space Science and Technology Advisory Group (SSTAG) a inclus supravegherea obiectelor spatiale printre recomandarile sale pentru cercetare prin cooperare internationala.

Mai multe organizatii din Romania detin cunostinte stiintifice in domeniul tehnologiilor implicate in realizarea si utilizarea sistemelor de supraveghere spatiale:

- ⇒ Urmarirea optica a satelitilor pe orbite joase (Observatoare Astronomice)
- ⇒ Tehnologii de comunicatii radio si propagarea undelor radio (Universitati)
- ⇒ Operarea radarelor militare cu raza mica sau medie de actiune (Ministerul Apararii)
- ⇒ Comunicatii satelitare (in special companii private).

Programele Aerospacial si Securitate din Romania au sprijinit in 2005 si 2006 o pereche de proiecte pregatitoare care au explorat tehnici de detectare a satelitilor geostationari si aplicatiile lor in supraveghere spatiale.

## **2. Contributia proiectului la dezvoltarea cunoasterii in domeniul specific, incluzind gradul de noutate si complexitate a solutiilor propuse**

Satelitii (precum si alte obiecte spatiale artificiale) nu doar reflecta semnalele optice sau radio, dar sunt si surse radio. Toti satelitii, de telecomunicatii, supraveghere, GPS, etc., cu orbite de altitudine joasa sau inalta, au ceva in comun : fiecare satelit utilizeaza cel putin un transponder care asigura legatura sa cu o statie aflata la sol.

Senzorii electro-optici sau radar pot detecta si urmari obiectele spatiale dar nu pot furniza multe informatii privitoare la ele, precum ar fi misiunea si statusul (activ sau nu). De aceea, pentru a avea o imagine operationala completa, este necesara monitorizarea si analiza emisiilor radio a obiectelor

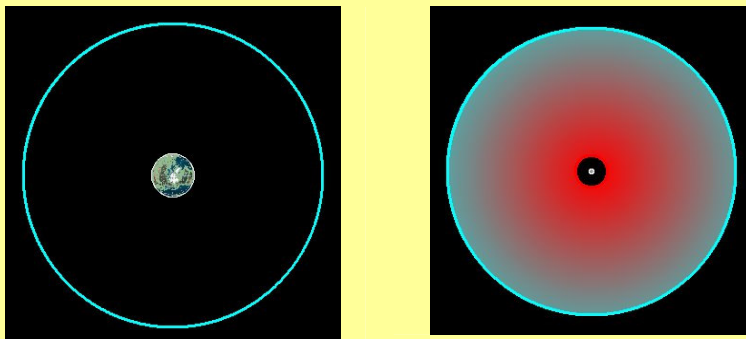
spatiale.

URSA este un sistem complex care integreaza: senzori electro-optici si radio pasivi, tehnologii de urmarire orbitala si comunicatii spatiale. Realizarea si utilizarea URSA necesita o gama larga de expertize : astronomie si geodezie spatiale, sisteme electro-optice, comunicatii radio, tehnologii de urmarire a satelitilor, electronica, software.

URSA este in mod cert prima astfel de facilitate din Romania si printre foarte putinele (mai mult sau mai putin) asemanatoare utilizate in Europa.

### 3. Obiectivul general si obiectivele specifice ale proiectului

Obiectivul general al proiectului URSA este realizarea unui sistem integrat de supraveghere spatiale electro-optica si radio, precum si explorarea aplicatiilor sale stiintifice. Raza de actiune a URSA pentru supraveghere electro-optica si radio acopera zonele cuprinse intre orbitele LEO-GEO-HEO.



STINGA. Altitudinea satelitilor GEO se incadreaza intr-o centura foarte subtire, determinata de altitudinea ideala a orbitei astfel incit satelitul sa orbiteze Terra in exact o zi siderala. 35.850 Km ideal. Satelitul GEO se afla in interiorul centurii albastre desenate in figura si orbiteaza in interiorul planului Ecuatorial.

DREAPTA. Granitele medii ale satelitilor HEO. Cu rosu, altitudinea medie cea mai mica. Cu albastru, altitudinea medie maxima. Figura nu inseamna ca satelitul HEO se afla neaparat intre aceste granite, ci semi-axa majora a orbitei lor se afla in zona delimitata. Cea mai inalta altitudine este actualmente cea medie a Lunii, 400.000 km.

Proiectul are trei obiective specifice:

- Realizarea unui sistem integrat de supraveghere spatiale electro-optica si radio
- Demonstrarea sistemului
- Explorarea aplicatiilor stiintifice ale URSA.

Primul obiectiv abordeaza cerintele sistemului si arhitectura sa, analiza tehnologiilor existente, realizarea sub-sistemelor electro-optice si radio, integrarea sistemului.

Al doilea obiectiv priveste utilizarea sistemului si teste.

Al treilea obiectiv este destinat explorarii principalelor aplicatii stiintifice ale URSA (in domeniul supravegherii spatiale, experimente de radioastronomie si comunicatii spatiale) si va conduce la dezvoltarea unui pachet de aplicatii pentru terte organizatii interesate.

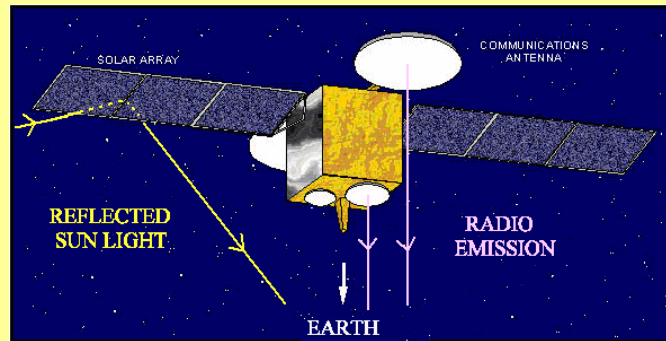
### 4. Metode de detectie si descrierea componentelor sistemului

Sistemul utilizeaza senzori optici si radio pasivi, care pot detecta si urmari emisiile electromagnetice ale obiectelor spatiale (precum lumina solara reflectata sau emisiile radio ale transponderilor).

#### 4.1 Sub-sistemul electro-optic

Sub-sistemul electro-optic scaneaza zone ale cerului in scopul detectarii si achizitionarii de informatii privind parametri orbitali ai obiectului spatial. Aceste date sunt importante ca input pentru sub-sistemul de urmarire radio, din urmatoarele motive:

1. Pozitia orbitala a unui obiect spatial ne-inregistrat este necunoscuta. In aceste cazuri, sistemul de cautare nu se poate baza pe date NORAD TLE sau similare.
2. Linia de vizibilitate (optica) directa catre un satelit nu implica cu necesitate faptul ca transponderii sai sunt in interiorul cimpului de vizibilitate al sensorului radio.
3. Senzorul radio s-ar putea sa nu acopere frecventele transponderului satelitar.

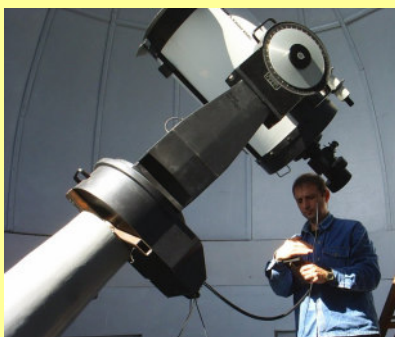


URSA detecteaza emisiile electromagnetice ale obiectelor spatiale

Exista de asemenea cazuri in care senzorul radio detecteaza un transponder dar senzorul electro-optic esueaza in detectarea satelitului (de ex. Noptile in jurul Lunii pline). De aceea, cele doua sub-sisteme sunt complementare si trebuie sa lucreze in tandem.

Principalele componente ale sub-sistemului electro-optic sunt:

1. Un telescop in montura az-el (oglindea de 40 cm recomandata) cu capabilitati de cautare si urmarire automata
2. Blocul de comanda az-el pentru cautare si urmarire automata
3. O camera CCD foarte performanta
4. Blocul de inregistrare si procesare a datelor.



Experiment de detectare optica a satelitilor geostationari, la Observatorul Astronomic Feleacu (stinga) si fotografie cu sateliti GEO (dreapta). Punctele sunt sateliti iar liniile stele. Actiune pregatitoare pentru URSA (sfirsitul lui 2006).

#### 4.2 Sub-sistemul radio

Sub-sistemul radio scaneaza zone ale cerului in jurul pozitiilor orbitale unde un satelit ar putea fi gasit. Datele orbitale sunt furnizate de terte surse (precum NORAD TLE) pentru sateliti inregistrati sau de catre sub-sistemul optic. Un algoritm de tip « step-track » poate fi utilizat de asemenea pentru scanarea

pozitiilor orbitale in vederea detectarii satelitilor neinregistrati si care nu pot fi observati optic. Dupa detectarea unui satelit, sub-sistemul radio scaneaza transponderii satelitari care se afla in cimpul sau de vedere.

O configuratie minimala pentru sub-sistemul radio este:

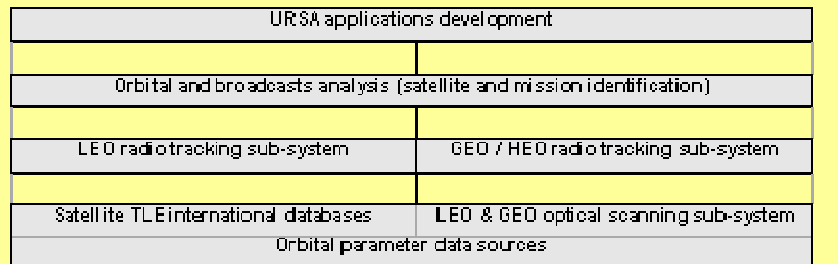
1. Antena motorizata de banda larga in montura az-el (tip, frecventa si marime/cistig dependente de aplicatie)
2. Blocul de comanda az-el pentru cautare si urmarire automata
3. Amplificator de banda joasa si analizor spectral
4. Blocul de procesare digitala a datelor.

Pentru a maximiza raportul semnal/zgomot si capacitatea de detectare a satelitilor indepartati (elevatie joasa), URSA va fi instalat la altitudine mare. In fapt, consorțiul proiectului dispune deja de doua poligoane amenajate pentru experimente de supraveghere spatiaala.



*Integrarea unei antene motorizate cu cistig mare, de 3,8 m diametru, pentru detectarea satelitilor aflati la altitudini GEO. Actiune pregatitoare pentru URSA, BITNET CCSS, sfirsitul lui 2006.*

### 4.3 Arhitectura sistemului URSA



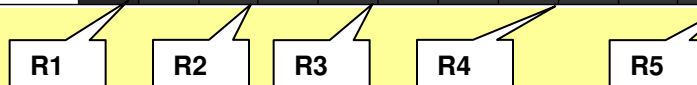
### 5. Plan de lucru detaliat, rolul si responsabilitatea fiecarui partener per activitate

Nr. WP	Nr. Activitate	Parteneri	Responsabilitati
WP1	1.1	<i>Analiza cerintelor sistemului si proiectare; prezentarea proiectului</i>	
	1.1.1	UT-CLUJ, BITNET	Analiza cerintelor sistemului
	1.1.2	UT-CLUJ, BITNET	<i>Proiectarea arhitecturii sistemului</i>
	1.1.3	UT-CLUJ, BITNET	<i>Web site</i>
	1.2	<i>Realizarea sub-sistemelor de urmarire electro-optica si radio</i>	
	1.2.1	<i>Realizarea sub-sistemului experimental de urmarire electro-optica GEO/HEO</i>	
	1.2.1.1	AROAC	<i>Realizare bloc urmarire automata</i>
	1.2.1.2	AROAC	<i>Realizare bloc electro-optic</i>
	1.2.2	<i>Realizarea sub-sistemului experimental de urmarire radio GEO/HEO</i>	

	1.2.2.2	BITNET	Realizare bloc urmarire automata
	1.2.2.3	BITNET, UT-CLUJ	Realizare bloc radio
	1.2.3		Realizarea sub-sistemului experimental de urmarire electro-optica LEO
	1.2.3.1	AROAC	Realizare bloc de urmarire automata
	1.2.3.2	AROAC	Realizare bloc electro-optic
	1.2.4		Realizarea sub-sistemului experimental de urmarire radio LEO
	1.2.4.1	BITNET, ASR	Realizare bloc urmarire automata
	1.2.4.2	UT-CLUJ, ASR	Realizare bloc radio
	1.2.5		Realizarea infrastructurii de telecomunicatii a URSA
			BITNET
	1.3		Integrarea sistemului
		BITNET, AROAC	Integrarea sub-sistemelor si teste preliminare
<b>WP 2</b>	2.1		Instalarea sistemului
	2.1.1	AROAC	Instalarea sub-sistemului electro-optic pe teren
	2.1.2	BITNET	Instalarea sub-sistemului radio pe teren
	2.2		Teste de operare si analiza performantelor
	2.2.1	AROAC	Urmarierea optica a satelitilor LEO si GEO/HEO
	2.2.2	BITNET, UT-CLUJ, ASR	Urmarierea radio si analiza transmisiunilor satelitilor LEO si GEO/HEO
<b>WP 3</b>	3.1		Aplicatii stiintifice
	3.1.1	BITNET, AROAC, ASR	Experimente de supraveghere spatiala si dezvoltarea de aplicatii
	3.1.2	UT-CLUJ, BITNET	Experimente de comunicatii spatiale si dezvoltarea de aplicatii
	3.1.3	AROAC, UT-CLUJ	Experimente de radio-astronomie si dezvoltare de aplicatii
	3.2	UT-CLUJ, BITNET, ASR, AROAC	Plan de exploatare a URSA
	3.3	BITNET, AROAC	Demonstrare publica
		UT-CLUJ, ASR	Promovare

## CALENDARUL PROIECTULUI

Obiective/activitati	2007				2008				2009				2010		
	Tr.1	Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.1	Tr.2	Tr.3			
<b>WP 1: Realizarea sistemului de supraveghere spatiala</b>															
1.1 Cerintele si proiectarea sistemului, prezentare proiect															
1.2 Realizare sub-sisteme urmarire electro-optica si radio															
1.3 Integrarea sistemului															
<b>WP 2: Demonstrarea sistemului</b>															
2.1 Instalarea sistemului															
2.2 Teste de operare si analiza performantelor															
<b>WP 3: Explorarea aplicatiilor stiintifice</b>															
3.1 Experimente si dezvoltare aplicatii															
3.2 Plan de exploatare															
3.3 Demonstrare publica si promovare															
<b>WP 4: Managementul proiectului</b>															



## Impactul generat de proiect

### Impactul in domeniul securitatii

Este important de subliniat ca Romania este complet dependenta de informatiile furnizate de organizatii internationale in privinta obiectelor spatiale, a misiunii si parametrilor lor orbitali. De exemplu, Romania nu are capacitatea de a detecta satelitul de recunoastere care ii survoleaza teritoriul. Aceasta lipsa serioasa de capabilitate poate fi redusa, si in ultima instanta rezolvata, odata cu instalarea unei



(viitoare) facilitati operationale si participarea la reseaua Europeana de Supraveghere Spatuala. URSA este primul sistem pre-operational de supraveghere spatuala dezvoltat de organizatii Romanesti.

Principalele aplicatii de securitate ale unui asemenea sistem sunt :

- ⇒ Monitorizarea satelitilor pe care se bazeaza reseaua nationala de comunicatii si informatii
- ⇒ Urmărirea satelitilor de recunoastere
- ⇒ Verificarea aplicării tratatelor internationale in spatiul extra-atmosferic
- ⇒ Evaluarea strategica a capacitatii tehnologice si operationale detinute de alte tari/organizatii
- ⇒ Furnizarea, catre factorii de decizie, de informatii pertinente privind situatia din spatiu, in cadrul procesului de decizie sau planificarea/conducerea de operatiuni.

#### Impactul stiintific si tehnologic

Proiectul ofera o oportunitate pentru schimb de experienta la nivel national si international, know-how, dezvoltarea resurselor umane si organizationale in domeniul tehnologiilor de supraveghere spatuala si a aplicatiilor lor, in scopul participării la programe Europene existente si dezvoltării lor mai departe.

#### Impactul social

Proiectul ofera o oportunitate mai multor tineri cercetatori sa se specializeze in aplicatii spatiale si tehnologii conexe.

### **Descrierea consorțiului**

- Departamentul de Telecomunicatii din cadrul UT-CLUJ are o indelungata experienta in cercetare, educatie si participare la proiecte UE. Aduce consorțiului competentele sale stiintifice in tehnologii de comunicatii radio. Va documenta tehnologiile radio implicate in proiect si va lua parte la realizarea sistemului de supraveghere radio, testarea sa si dezvoltarea de aplicatii stiintifice. Reprezinta UT-CLUJ in platformele tehnologice Integral SatCom Initiative si eMobility. In utimii 15 ani, prin intermediul Grupului de Radio Comunicatii din cadrul Departamentului de Telecomunicatii, UT-CLUJ a coordonat sau participat ca partener in mai mult de 30 de proiecte nationale sau internationale.
- BITNET Centrul de Cercetari Senzori & Sisteme srl este o firma privata de cercetare tehnologica, veche de 14 ani. Experienta internationala in proiecte vizind aplicatiile tehnologiilor spatiale si furnizor de servicii de telecomunicatii satelitare. Principalele responsabilitati in cadrul proiectului : furnizarea si utilizarea tehnologiilor satelitare necesare, realizarea si instalarea sistemului de urmarire radio, dezvoltarea de aplicatii ale sistemului. De-alungul anilor coordonator al mai multor proiecte de cercetare in cadrul programelor nationale (CEEX, AEROSPATIAL, SECURITATE). Membru al platformei tehnologice Integral SatCom Initiative.
- AROAC – Observatorul Astronomic al Academiei Romane – Filiala Cluj va furniza infrastructura necesara realizării sistemului de supraveghere optica. Este responsabil cu realizarea, instalarea si operarea sistemului electro-optic. Va participa de asemenea la experimentele comune de supraveghere a satelitilor prin metode electro-optice si radio. Facilitatea din Feleacu a Observatorului Astronomic a fost inclusa in COSPAR World List of Satellite Tracking Stations (statia nr. 1132). A participat in calitate de partener la proiecte de cercetare in cadrul AEROSPATIAL si SECURITATE.
- ASR – Agentia Spatuala Romana este Autoritatea Spatuala Romana si este implicata in foarte multe proiecte de cercetare spatuala, nationale si internationale. Este in principal responsabila cu acitiunile pregatitoare ale consorțiului pentru participarea la viitoare proiecte FP7 si ESA. Va participa de asemenea la realizarea si demonstrarea sistemului si dezvoltarea de aplicatii,

diseminarea si promovarea rezultatelor proiectului si cooperarea cu proiecte internationale in domeniul spatial. Va explora aplicatiile potentiale si posibilele dezvoltari ale sistemului de supraveghere satelitara.