

## Lucrările nr. 8\_10 (Proiect cercetare2)

### Calculul parametrilor unei legături de comunicație prin satelit

#### Obiectivele lucrării:

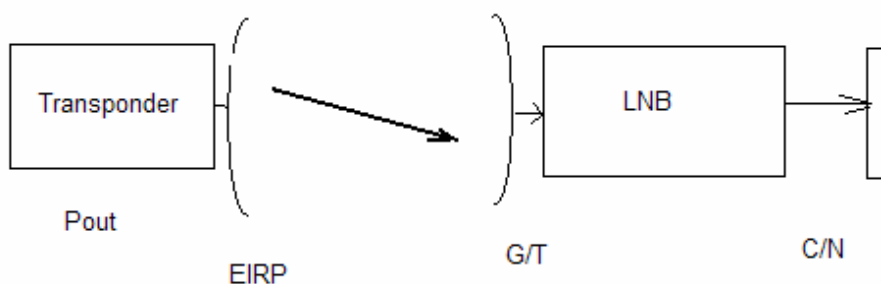
Realizarea unor calcule legate de identificarea unor parametri esențiali în implementarea comunicațiilor prin satelit. Selectarea elementelor tehnice ale instalației de recepție.

### 1. Noțiuni teoretice

#### 1.1. Generalități

Proiectarea unei legături prin satelit are ca obiectiv stabilirea parametrilor funcționali ai elementelor instalației de emisie (pentru legătura stație sol - satelit) sau de recepție (pentru legătura satelit - stație sol). În majoritatea cazurilor concrete, proiectarea se referă la o instalație de recepție directă TV prin satelit. Pentru simplitate vom considera doar calculul legăturii downlink.

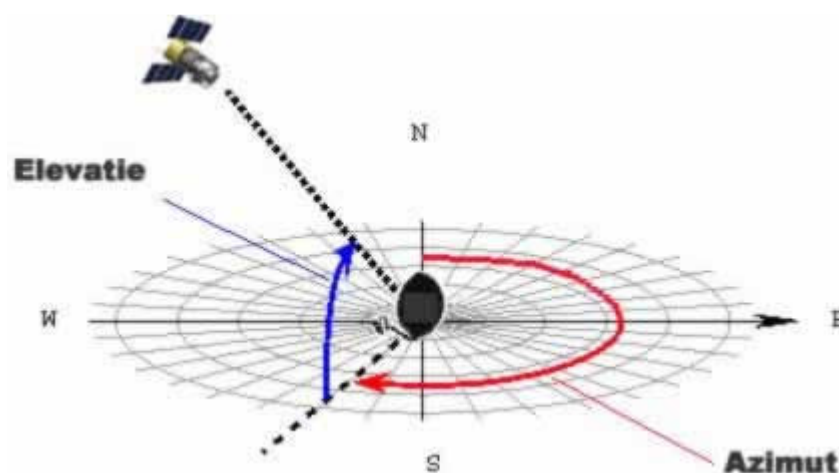
Modelul unei astfel de legături este dat în figura de mai jos:



**Figura 1. Schema unei legături prin**

#### 1.1. Poziționarea antenei

Una din problemele foarte importante ale instalației de recepție TV prin satelit



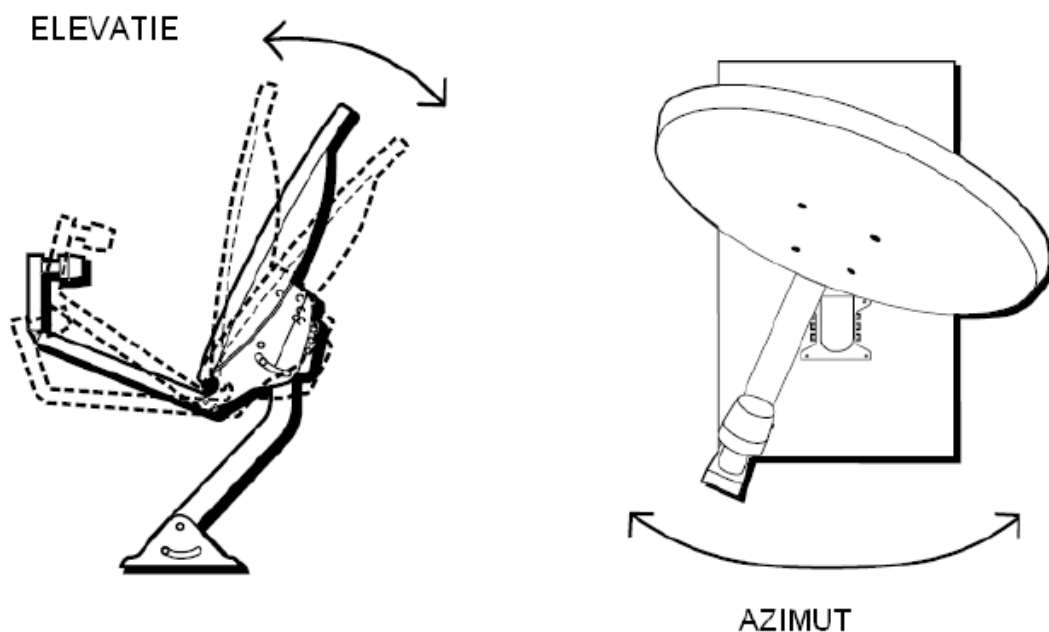
**Figura 2. Elevația și Azimutul**

este orientarea antenei spre satelitul dorit. Orientarea se face in coordonate polare : azimut si elevație, doua unghiuri fata de un sistem de referință cunoscut (direcția N-S și planul tangent la suprafața Pământului în punctul de recepție).

**Elevația** este definita ca fiind unghiul dintre Pământ și satelit, aflat pe orbita sa. Acest termen se referă și la mișcarea în sus sau in jos a poziției antenei.

**Azimutul** este componenta orizontala a unei direcții (direcție busolă), măsurată în jurul orizontului, de obicei de la nord spre est (în direcția acelor de ceasornic) și se măsoară în grade.

La instalarea si reglarea unei antene parabolice de recepție se iau în considerare coordonatele geografice (latitudine si longitudine) ale locului de amplasare a antenei. In funcție de latitudine trebuie reglata elevația antenei (elevație = înclinația antenei fata de orizontala), iar în funcție de longitudine se reglează azimutul antenei (azimut = direcția antenei fata de punctele cardinale N și S).



**Figura 3. Reglajul unei antene**

**Latitudinea** este folosita sa exprime poziția unui punct (cat spre nord sau spre sud se face acesta) având ca referință ecuatorul. Un punct pe linia ecuatorului are latitudinea 0 grade iar unul aflat la unul dintre cei doi poli are latitudinea 90 grade sud sau nord, în funcție de emisfera. Latitudinea se exprima convențional in grade nord sau sud. Pentru cea sudica se folosesc valori negative pentru a o diferenția de cea nordica in calculele matematice. Liniile cu o latitudine constantă sunt numite paralele.

**Longitudinea** este coordonata geografica care indică unghiul spre est sau vest al unui punct arbitrar de pe Pământ. Meridianul Observatorului astronomic din Greenwich, Marea Britanie, este considerat punctul internațional cu longitudine 0 grade. Longitudinea este exprimată în grade pe un plan perpendicular asupra axei terestre și poate lua valori între 0 - 180° E și 0 - 180° V. Măsurarea longitudinii se face cu un ceas și un meridian. Ceasul trebuie sa indice ora Greenwich. Citind ora locală a meridianului și făcând diferența cu cea a ceasului se afla longitudinea locală, considerând 15° pentru fiecare oră, adică 360° (grade sexagesimale): 24 (ore).

## 1.2. Parametrii unei instalații de recepție prin satelit :

### Pierderi prin atenuare în mediul atmosferic:

Frecvența de downlink este frecvența la care satelitul comunica cu stația de la sol. Pierderile pe legătura de downlink depind de frecvență și de distanța dintre stația de baza și satelit.

$$L = 10 \log(4\pi d/(c/f))^2 = 20 \log(4\pi d/\lambda)$$

f - este data in GHz

d - distanta intre statia de sol si satelit

$\lambda$  – lungimea de unda

Frecvența f este de ordinul a 4 GHz pentru banda C și 12 GHz pentru banda Ku.

### Alte pierderi

*Pierderile de aliniere* apar în cazul în care vectorul de orientare a antenei nu este în linie cu vectorul de poziție al satelitului. Aceste pierderi pot fi evaluate cu ajutorul formulei castigului, care este în funcție de unghiul de pierderi  $\theta$ .

*Pierderile de cuplaj* apar datorită conectării neadecvate a echipamentelor.

*Atenuarea datorată ploii* este introdusă de difracții, absorbții, împrăștiere.

Atenuarea crește o dată cu creșterea frecvenței și este mai accentuată în banda Ku decât în banda C. Experimentele au arătat că ploaia afectează mai mult polarizarea orizontală.

**Castigul antenei de la recepție** este un parametru important al antenei unei stații de sol, deoarece el influențează direct puterea downlink a purtătoare.

**Diametrul antenei** - diametrul reflectorului parabolic reprezintă diametrul antenei.

**Eficiența antenei** - eficiența este rata dintre puterea de intrare și puterea radiată de antena. Eficiența se notează cu  $\eta$  și are valori între 0.55 și 0.73.

**Câștigul antenei  $G_R$**  – câștigul izotrop al antenei este definit ca densitatea de putere în direcția maximă  $P_D$  și densitatea de putere obținută cu un emitor izotrop cu eficiența 100%.

$$G_R = P_D / (P_T / 4\pi)$$

$P_T$  - puterea totală radiată

Deci câștigul este:

$$G_R \text{ (dB)} = 10 \log(\eta(\pi D/(\lambda/c))^2)$$

**Puterea la intrarea stației de sol ( $P_{in}$ )**, pentru LNB poziționat în punctul focal al antenei de recepție depinde de EIRP, câștigul G al antenei de recepție și de pierderile de transfer  $P_L$  după formula:

$$P_{in} = \text{EIRP} + G - P_L$$

Amplificarea unui LNB tipic este de ordinul 55-60 dB. Astfel, semnalul amplificat este suficient pentru conectarea unui receptor de satelit cu o gamă de intrare tipică de -60 ... -20 dBm.

### Zgomotul N la intrarea sistemului

$$N = K + T_{\text{sys}} + B_n \text{ [dBW]}$$

$K = -228 \text{ dBWs/K}$  ( Constanta Boltzmann)

$T =$  temperatura sistemului antena

$B_n =$  banda echivalenta de zgomot a antenei

Sistemele de comunicatii sunt afectate in principal de zgomotul alb, a carui densitate spectrala de putere este  $N_0/2$ ; ea este distribuita uniform intr-o larga gama de frecvente. Dintre tipurile de zgomot care apar amintim: zgomotul termic, zgomotul solar, zgomotul cosmic.

**Raportul G/T la receptie** este o masura a calitatii sistemului de receptie de la sol, a antenei sau a LNB. Parametrul este egal cu raportul dintre castigul sistemului si temperatura de zgomot a acestuia. Valoarea este folosita pentru a indica comportarea antenei statiei de sol si a amplificatorului de zgomot redus in functie de sensibilitatea in receptionarea purtatoarei downlink.

$$G/T = G - T_{\text{sys}} \text{ [dB]}$$

In loc de a preciza diametrul minim necesar al antenei de receptie, este mai precis sa de utilizeze factorul G/T care contine si zgomotul sistemului  $T_{\text{sys}}$ .

### **Raportul purtătoare RF / zgomot (C/N)**

$$C/N = \text{EIRP} + G/T - \text{PL} + K - B_n \text{ [dB]}$$

Valoarea C/N poate fi calculata sau măsurată cu ajutorul unui analizor de spectru. Un sistem de receptie necesita un raport C/N minim( prag de demodulare) pentru a asigura un semnal liber de orice perturbatii. Acest prag are valori cuprinse intre 5.5 dB ... 7 dB pentru un sistem cu modulatie analogica, iar pentru un sistem ce folosește modulație digitală ( QPSK) acesta este de 4.1 dB( FEC 1/2) ... 8.5 dB( FEC 7/8).

### **Relația dintre BER si S/N**

Este raportul S/N necesar pentru a asigura o rata a erorii pe bit de o eroare la  $10^7$  biti.

Modulatia QPSK folosita in comunicatiile prin satelit este singura care poate sa asigure un raport semnal/zgomot convenabil, in conditiile unui mediu de transmisie zgomotos, si cu pierderi convenabile .

Cu cat numărul de stări ale modulației este mai mare cu atât eficiența modulației este mai bună, dar cu prețul creșterii nivelului raportului C/N solicitat la intrarea instalației, deci fie a puterii de emisie a satelitelui, fie a diametrului antenei de receptie.

### **Disponibilitatea sistemului**

Diametrul necesar pentru o antena de recepție prin satelit este calculat pentru

condiții meteo de cer limpede. În funcție de serviciul solicitat instalației trebuie adăugate unele rezerve pentru cazul când condițiile nu mai sunt cele ideale. Pentru o instalație individuală este suficient să avem o disponibilitate de 99% ceea ce înseamnă că serviciul nu funcționează 87 de ore pe an și avem nevoie de o rezerva de doar 1 dB, dar pentru o instalație comercială, disponibilitatea trebuie să atingă valoarea de 99.95%, având nevoie de o rezervă de 2..3 dB în banda C și 8 dB în banda Ku.

### 1.3. Proiectarea asistată de calculator

Unul din programele utilizate pentru analiza unei legături prin satelit este SMWLink. El este disponibil gratuit la adresa [www.smw.se](http://www.smw.se). Interfața este accesibilă și ușor de utilizat. Programul este disponibil în două variante : una pentru PocketPC și alta pentru Windows95/98/XP.

SMWLink face toate calculele necesare, ajută la stabilirea unei alinieri cât mai exacte a antenei parabolice. Utilizând acest program se pot stabili și așteptările de la un anumit sistem, în anumite condiții.

Există două versiuni posibile pentru cazul în care softul rulează sub Windows XP: versiunea 3.0 și versiunea 2.0. Versiunea 3.0 aduce îmbunătățiri legate de calculul mai exact al rapoartelor G/T, C/N, permite luarea în calcul a longitudinii pentru calculul alinierii antenei.

Configurarea legăturii se face în 6 ferestre :

- Factorul de zgomot al sistemului
- Transformarea factorului de zgomot în temperatura de zgomot
- Calculul câștigului antenei
- Calculul factorului de merit al instalației
- Alinierea antenei
- Raportul purtătoare/zgomot

## 2. Desfășurarea lucrării

- **În general vă recomandăm să vă concentrați în ședința nr.1 (lab 8) pe identificarea satelitului și calculul parametrilor de orientare a antenei iar în ședințele 2-3 (lab 9-10) pe calculul parametrilor legăturii și alegerea parametrilor instalației**
- Identificați datele de proiectare ce vă sunt atribuite din tabelul anexat
- Căutați datele locației (coordonate) și ale satelitului alocat
- pentru satelit și serviciile asociate puteți folosi siteurile specializate : [www.lyngsat.com](http://www.lyngsat.com) sau <http://en.kingofsat.net/>
- Calculați parametrii de poziționare a antenei (azimut - elevație)
- Verificați acoperirea satelitului în zona respectivă și estimați (din harta de acoperire- footprint) puterea radiată în acea locație
- alegeți parametrii estimativi pentru elementele instalației și calculați parametrii legăturii
- folosiți programul recomandat (SMWLink) sau alte programe de pe site-uri utile, de exemplu <http://www.satellite-calculations.com/>
- dacă valorile finale C/N sunt cele dorite treceți la căutarea elementelor instalației cu parametrii estimați
- colectați foile de catalog ale acestora și anexați-le referatului

- refaceți calculele cu parametri reali ai instalației (rezultați din foile de catalog)
- redactați fișa de calcul folosind modelul din anexă

### 3. Concluzii și întrebări

- Ce parametru este considerat definitoriu pentru calitatea legăturii prin satelit?
- Care este numărul maxim de servicii TV pe un transponder de pe un satelit de comunicații ? Exemplificați cu satelitul alocat.
- Ce puteți spune despre calitatea legăturii în condiții de ploaie? Ce se poate face pentru asigurarea legăturii și pe timp de ploaie?

### 4. Bibliografie

- [1] R. Arsinte – Comunicații prin satelit – Tehnologiile TV-FM și DVB-S, Ed. UTPres, 2003
- [2] \* \* \*, site : <http://www.satweb.org/manuals.html>
- [3] \* \* \*, <http://www.satellite-calculations.com/>
- [4] \* \* \*, Digital Video Broadcasting, Return Channel via Satellite (DVB-RCS) Background Book, Nera, 2002

**Anexa****Fișa de calcul a conexiunii prin satelit***(volum estimat 6-10 pagini)*

1. Nume și prenume.....
2. Locație .....
3. Satelit alocat.....
4. Locație orbitală satelit.....
5. Azimut antenă în locația calculată.....
6. Elevația antenei în locația alocată.....
7. Servicii pe satelitul alocat : Numar transpondere.....

Gama de frecvențe .....

***Prezentați harta de acoperire a satelitului*****8. Prezentarea serviciilor pe un transponder la alegere**

- Nr. transponder.....
- Frecvență ..... Rata simbol..... Modulație.....
- Servicii (programe radio/TV) (*prezentați toate numele și parametrii – PID, adrese pachete AVD, canalelor Radio/TV/date întâlnite pe transponderul ales*)

**Recomandare:** Va sugeram sa alegeți, pe cât e posibil, transpondere care conțin și servicii de radio sau TV in limba română, sau ale platformelor de DTV din Romania.

**9. Calculul legăturii prin satelit**

***Calculați conform metodologiei de la paragraful 1 parametrii legăturii. Programul recomandat este cel din lucrare (SMWLink). Se pot folosi și alte programe sau calculatoare online cu indicarea clară a provenienței și locației acestora.***

***Prezentați clar datele de intrare folosite și eventual capturi de ecran din cursul calculelor efectuate.***

**10. Alegerea echipamentelor de recepție**

***Selectați echipamentele de recepție : antena, blocul LNB. Prezentați pe scurt elementele selectate și principalii parametri.***

***Daca este necesar refaceți calculele de mai sus cu parametrii reali ai blocurilor alese.***

***La finalul acestora raportul C/N in cele mai defavorabile condiții trebuie sa corespundă valorilor minime recomandate (6-8 dB).***

***Verificați raportul C/N in cazul existenței ploii.***

**11. Comentarii și concluzii**

- **Prezentați sintetic concluziile rezultate din derularea proiectului**
- **Prezentați observații personale sau tot ceea ce credeți că este necesar în susținerea rezultatelor prezentate**

**Tabel cu alocarea parametrilor proiectului**

<b>Satelit</b>	<b>Amos2</b>	<b>Intelsat</b>	<b>Eutelsat</b>	<b>Astra</b>	<b>Hellas</b>
<b>Locație</b>	<b>Amos 3</b>	<b>10-02</b>	<b>16°E</b>	<b>31,5°E</b>	<b>Sat</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>1. Cluj-Napoca</b>	<b>Andreica Maria Antonia</b>	<b>Botez Robert</b>	<b>Burian Robert</b>	<b>Ciuciu Remus Catalin</b>	<b>Ciuma Maria Mihaela</b>
<b>2. Timisoara</b>	<b>Crisan Sergiu</b>	<b>Dumitrescu Aron Valeriu</b>	<b>Ebanca Silviu Constantin</b>	<b>Ebanca Silviu Constantin</b>	<b>Grosu George</b>
<b>3. Cracovia</b>	<b>Gutt Robert</b>	<b>Iuaniciu Antonina Loredana</b>	<b>Lukacs Daniel Matyas</b>	<b>Mari Andrei Grigore</b>	<b>Moca Alexandra</b>
<b>4. Debretin</b>	<b>Pascalau Andrei</b>	<b>Paunescu Catalin Sorin</b>	<b>Pop Sergiu Vlad</b>	<b>Popa Andrei</b>	<b>Popescu Maria</b>
<b>5. Ploiesti</b>	<b>Rizoiu Gabriel</b>	<b>Sabau Mircea</b>	<b>Tudor Raoul Gabriel</b>	<b>Turau Alexandra Nicoleta</b>	<b>Ursu Raluca Ana</b>
<b>6. Suceava</b>	<b>Avram Diana</b>	<b>Hotea Iulia Anamaria</b>	<b>Rezerva</b>	<b>Rezerva</b>	<b>Rezerva</b>