Proiectarea software a rețelelor de comunicații

1.1 Scopul lucrării

În această lucrare se va proiecta o rețea de stații de radiocomunicații fixe care să asigure transportul semnalului între două puncte date, într-o bandă de frecvențe specificată. Se urmărește găsirea unor amplasamente convenabile pentru stațiile intermediare și se vor ajusta parametrii de proiectare pentru fiecare stație, astfel încât să se minimizeze pierderile de propagare pe fiecare tronson. Se va utiliza în acest scop programul Radio Mobile.

1.2 Breviar teoretic

1.2.1 Proiectarea rețelelor radio

Proiectarea unui tronson radio este un proces complex, fiind necesară folosirea mai multor modele de predicție a pierderilor de propagare, în funcție de parametri care caracterizează legătura radio la un moment dat.

În cazul propagării în spațiul liber, nivelul semnalului recepționat este dat de relația:

$$P_{R} = P_{T}G_{T}G_{R}\left(\frac{c}{4\pi fd}\right)^{2}$$
(1.1)

unde: $P_{R,T}$ – puterea emisă, respectiv recepționată de cele două

stații; $G_{T,R}$ – câștigurile celor două antene;

f- frecvența legăturii radio;

d – distanța între cele două stații.

În cazul modelului de propagare prin reflexie pe o suprafață plană, nivelul semnalului recepționat este calculat cu ajutorul relației:

$$P_R = P_T G_T G_R \left(\frac{h_T h_R}{d^2}\right)^2 \tag{1.2}$$

Dupa cum se știe, această relație este valabilă dacă distanța între emițător și receptor este mult mai mare decât înălțimile celor două antene (situație în care pierderile de propagare nu mai depind de frecvență).

În proiectarea tronsonului radio trebuie ținut cont de elipsoizii Fresnel. Se impune condiția ca să nu avem obturat elipsoidul Fresnel de ordinul I.

1.2.2 Descrierea programului Radio Mobile

Programul **Radio Mobile** permite proiectarea unui sistem de radiocomunicații într-o arie geografică definită într-un fișier, prin alocarea unei altitudini fiecărui pixel din fișier, în funcție de culoarea sa. Programul calculează pe baza unor modele de propagare, de genul celor studiate în lucrările precedente de laborator, puterea semnalului recepționat, în funcție de puterea semnalului emis. Este acceptată orice hartă stocată sub forma unui fișier .jpg sau .gif. După deschiderea fișierului care conține harta, se amplasează stațiile de emisie/recepție care sunt organizate în rețele, și se ajustează parametrii acestora până la atingerea scopului propus.

Mărimile care pot modifica nivelul semnalului recepționat și care se pot ajusta în cadrul programului sunt: înălțimile și câștigurile antenelor, pozițiile stațiilor (atât direct pe hartă, cât și prin precizarea coordonatelor geografice), polarizarea undei, climatul zonei în care se face transmisia, frecvența semnalului emis, puterea de emisie și sensibilitatea receptorului. Stațiile de emisie/recepție sunt organizate în rețele, iar proprietățile rețelelor pot fi modificate utilizând meniul **File/Network properties** (Fig. 1.1). Se pot adăuga (sau se pot elimina) noi stații unei rețele existente.

ut of all neto		Detail parameters	Cancel	Assie		
रस (0) रेस (02) रेस (03)	Net parameters	Net topology	Net readoming	System		
let 04 Let 05	Net none					
let 06	Flat. Q1		Surface remachinity (N	44, kgsg 201		
let 00° let 08 let 109 let 10	Mininum Irequency (VH2) 144	Stound conductivity (5/h) 0005 Relative ground penaltivity 15 Clinate C Equatorial			
Net 11 Net 12 Net 13 Net 14 Net 16 Net 16 Net 16 Net 17 Net 18 Net 20 Net 20 Net 20 Net 20 Net 22 Net 22 Net 22 Net 22 Net 23 Net 23 Net 23	Poloizofion (F Vertical	C Holzonial				
	Hode of variability C Spot of Accidental C Mobile C Broadcast of C Add Urbs	Colline 50 Collocations 50 Collocations 50 Collocations 50 en Factor Ioss	C Continentel : C Martine sub C Desert C Desert C Desert C Martine tem C Martine tem	Continental sub-topical Maritree sub-topical Maritree sub-topical Depent Excitnental temperate Maritree temperate over land Maritree temperate over land		

Fig. 1.1: Proprietățile unei rețele de stații de emisie/recepție

În acestă lucrare de laborator se va proiecta o rețea de comunicații pe un teren al cărui profil este stocat în fișierul GCANYON.jpg. Fiecărui punct de pe hartă îi corespunde o altitudine (în fereastra **Elevation grid**), după nivelul de culoare, așa cum se arată în Fig. 1.2:



Fig. 1.2: Fereastra principală Radio Mobile

Se pot vizualiza simultan: parametri ai legăturii radio între 2 stații (**Transmitter** și **Receiver**), dispersiile nivelului semnalului recepționat, elipsoizii Fresnel de diferite ordine, profilul terenului, acoperirea radio etc. În Fig. 1.3, sunt reprezentați elipsoizii Fresnel până la un anumit ordin, pentru legătura între stațiile Unit1 și Unit2:



Fig. 1.3: Elipsoizii Fresnel pentru tronsonul radio Unit1 -> Unit2

Utilizând fereastra din Fig. 1.4, cu ajutorul meniului View\Radio Link\Details, se pot lista diferiți parametri ai legăturii: frecvență, atenuare de propagare, modele de propagare utilizate:

I sensitiver	-1 1	101	-	Hecewel		-
	and the second s	a.ur	10	Test int tax		-
Free Space = 84 Total propagator	1 dB, Obstructio n loss is 112.6 dB	n = 28.5 dB. Urb	n × 0.0 d0, S	alistics = 0	0.40	
Free Space - M Total propagato System gain free Worke inception 50.05 of time. 50 (The worke Sm Role	3 dB. Ubstruction loss is 112.9 dB (Unit 01 te Unit 0 (Unit 02 te Unit 0 (Unit 02 te Unit 0 (Unit 02 te Unit 0 (UN) of lossefore, ster reading is 5) Node	n = 28.5 dB. Urb 10 = 127.5 dB 11 = 127.5 dB 14 = 1327.5 dB 15 = 1327.5 dB 15 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 17 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 17 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 17 = 1327.5 dB 17 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 16 = 1327.5 dB 17 = 1327.5 dB	m + 0.0 d0.5 (to meet ations Role	aliolici + O	0 d0 Node	
Free Space - M Total propagato System gain free Worke inception 50.05 of time. 50 [The worke Sim- Role Ta system name	3 dB. Ubstruction loss is 112.9 dB (Unit 01 to Linit 0 (Unit 02 to Linit 0 (Unit 02 to Linit 0 (Unit 02 to Linit 0 10% of locations, stor reading is 3) Node Hard UHF	n = 285 d8. Urb 12 = 127.5 d8 13 = 127.5 d8 14 = 109,444 signa and 50.0% of site 51	m + 00 d0, S (to meet adion) Role Riv system me	anologi + O	0 d0 Node MiscOHF	
Free Space + M Total propagato System gain free Worke inception 50.05 of time. 50 (The worke Sm Role Ta system name Ta power f/W)	3 dB. Obstruction is loss at 112.9 dB Clinet 01 to Linet 0 Unat 02 to Linet 0 Unat 02 to Linet 0 100 of locations, stor reading to 5 1 Node Has UHF 0,100	n = 28.5 dB. Urb 0 = 127.5 dB 1 = 127.5 dB	m + 0.0 d0, S (to meet adion) Role Ris system na Antenne ger	ansisce + 0 em (d54	0 d0 Node Mini CHF 0.0	
Free Space + M Total propagato System gain free Whole acception 50(05) of time. 50 (17he wose Sim Fole Talspoten name Talspoten file) Une loss (dB)	3 dB. Obstruction to box is 112.9 dB Unix 01 to Unix 0 Unix 02 to Unix 0 Unix 02 to Unix 0 10% of locations, ther reading is 5 1 Node Miss UHF 0.100 1.0	n = 28.5 dB. Urb 0 = 127.5 dB 1 = 127.5 dB 1 = 127.5 dB fm mouled signs and 50.0% of sin 61	n + 0.0 d0, S (to meet affont Role Ru system na Antenne gan Line loos (d8)	anoise = 0 em (d5);	Node Mini UHF 0.0 1.0	

Fig. 1.4: Parametrii legăturii radio

În această lucrare se urmărește proiectarea unei rețele radio care să asigure transportul semnalului între două puncte definite prin coordonatele lor geografice și care nu se află în vizibilitate directă.

1.3 Desfășurarea lucrării

1. Cu ajutorul programul RadioMobile se deschide fişierul gcanyon.jpg, ce conține harta (se utilizează meniul File/Open picture) și se studiază profilul terenului. În continuare, se vor amplasa cele două stații între care ne propunem sa realizăm legătura radio. Cu ajutorul meniului Edit/Unit Properties, se selectează din lista stațiilor Unit1 și Unit2, pentru fiecare dintre ele precizându-se coordonatele geografice de mai jos (se utilizează butonul Enter Latitude and Longitude):

BS01: longitudine 111° 58'54''W și latitudine 36°08'58''N.

BS02: longitudine 111° 56'12''W și latitudine 36°07'49''N.

Se vor schimba numele stațiilor în BS1, respectiv BS2. Celelalte stații ale rețelei se vor dezactiva. Pentru fiecare stație a rețelei se activează noile date folosind opțiunea **Enabled**.

Se va schimba numele rețelei din care fac parte implicit cele două stații din *Net1* în *CMT*, utilizând tab-ul **Net parameters** din meniul **File/Network properties**. Cu același meniu, se va modifica frecvența minimă semnalului la 900 MHz, iar cea maximă la 920 MHz, și se va alege polarizarea verticală. Utilizând tab-ul **Systems** se modifică puterea emițătoarelor la 0.25W, pierderile pe linie la 0.5 dB, celelalte mărimi lăsându-se nemodificate.

Se observă așezarea stațiilor și se comentează calitativ, la prima vedere, propagarea undelor radio între stațiile BS01 și BS02, aflate de o parte și de alta a Marelui Canion (are loc propagare între BS01 și BS02?).

2. Se accesează meniul View/Radio Link și se selectează stațiile între care dorim să analizăm calitatea legăturii radio (*Transmitter*: BS01, *Receiver*: BS02) și înălțimile antenelor (*Antenna height*) 10m pentru ambele stații. Se remarcă primul elipsoid Fresnel și gradul de obturare. Un raport amănunțit este prezentat în View/Details.

Din View/Range, se poate vizualiza variația semnalului recepționat în funcție de distanță.

Transmisiunea este serios afectată de către profilul terenului care obturează elipsoidul Fresnel de ordinul 1. Pentru asigurarea unui semnal care să depășească pragul de sensibilitate al receptorului, este evident că trebuie amplasate mai multe stații intermediare între BS01 și BS02.

Se noteaza pierderile de propagare (Path Loss) in functie de distanta:

T	abelu	1																	
d [km]	0.04	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.94
L [dB]	C. 8			8 10		9 9		80 - C		8 8			80 S		c. 8			8 8	

Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță.

3. Soluția imediată este amplasarea unor stații intermediare care să fie "vizibile" între ele și stațiile BS01 și BS02, astfel încât să asigurăm "transportul" semnalului radio între BS01 ș i BS02, prin stațiile intermediare. În lucrarea de față, stațiile intermediare se vor amplasa pe direcția BS1 - BS2 (se vor amplasa 3 antene intermediare, toate cu **inaltimea de 30m**). Se determină, folosind meniul **View/Elevation Grid** punctul de pe segmentul ce unește cele două stații care are înălțimea maximă (se va avansa în lungul segmentului BS01 -> BS02 de pe figură utilizând tastele cursoare și/sau mouse-ul). Se va nota această înălțime, precum și distanța dintre una din stații și acest vârf maxim.

4. Procedând la fel ca în cazul stațiilor BS01 și BS02 se amplasează stația BS03 pe traseul BS01 -> BS02, astfel încât să nu se obtureze primul elpsoid Fresnel, în punctul determinat anterior. De data aceasta, amplasarea stației se va face cu meniul Edit/Units Properties/Place Unit at Cursor Position, activând câmpul Enabled din meniu. Stația va avea coordonatele geografice corespunzătoare cursorului, fapt ce face mult mai ușoară poziționarea ei pe hartă. Atenție! BS03 trebuie să fie membră a rețelei din care fac parte BS01 și BS02; verificați acest lucru utilizând meniul File/Network Properties/Membership.

Se noteaza pierderile de propagare in functie de distanta, atat pentru BS03-BS02, cat si pentru BS01-BS03.

Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.

Cum sunt aceste pierderi comparativ cu cele calculate pentru legătura directă BS01 -> BS02? Se utilizează în acest scop meniul View/Radio link/View/Details.

5. Pasul următor este inserarea unei noi stații fixe (**BS04**) între BS03 și BS02 si (BS05) intre BS04 si BS02. Pentru aceasta se va proceda ca în cazul stației BS03, amplasându-se aceste stații pe cel mai înalt punct al profilului între BS03 și BS02 si respective, intre BS04 si BS02.

a. Se noteaza pierderile de propagare in functie de distanta (se vor face 10 **masuratori** pe fiecare tronson, la distante egale), atat pentru BS04-BS02, cat si pentru BS03-BS04

Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.

b. Se insereaza o noua statie fixa (**BS05**) intre BS04 si BS02. Se noteaza pierderile de propagare in functie de distanta (se vor face **10 masuratori** pe fiecare tronson, la distante egale), atat pentru BS05-BS02, cat si pentru BS04-BS05

Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.

6. Soluția optimă, cu un număr minim de stații este soluția cu 5 stații, în condițiile în care toate stațiile intermediare sunt amplasate pe linia ce unește BS01 cu BS02. Înălțimile antenelor nu vor depășii 30 m. Completați tabelul de mai jos cu parametrii configurați:

Stația	Longitudine	Latitudine	Altitudine [m]
BS01	111 [°] 58'54" W	36 [°] 08'58" N	
BS02	111 ^o 56'12" W	36 ⁰ 07'49" N	
BS03			
BS04			
BS05			

Tabelul 4

OBSERVATIE

Referatul va cuprinde un sumar de teorie, tabelele cu valorile obtinute si graficele specificate.