

ANALIZA EFECTELOR OBSTACOLELOR ÎN PROPAGAREA UNDELOR ÎN REȚELELE DE COMUNICAȚII MOBILE

**Autori: Dumitru OSOIANU, Anna POSTOLACHI,
Coordonator științific: Ion AVRAM, conf.univ.,dr.**

Abstract: În acest articol sunt abordate așa fenomene, ce apar la propagarea undelor electromagnetice ca: reflexia, difracția, refracția, fading. Sunt analizate cum acestea influențează asupra caracteristicilor undelor radio, așa ca amplitudine, fază ș.a. Referindu-ne la fading, este elucidat momentul cum acesta influențează asupra semnalului. Pe lângă aceasta sunt analizate influența vegetației asupra propagării undelor radio, care se răsfrînge asupra calității comunicației în zonele corespunzătoare.

Cuvinte cheie: unde radio, reflexie, difracție, refracție, fading, efectul vegetației, mediul de transmisiune, orientare în spațiu.

În procesul de propagare a undelor radio între antena de emisie și antena de recepție, undele radio pot fi influențate de mai mulți factori: de suprafața pământului, de arhitectura orașelor, de formele de relief, floră și alți factori. Se numește obstacol acei factori care vor influența asupra propagării undelor radio.

Factorii enumerați influențează puternic asupra frecvenței undei, direcției de propagare, amplitudinii, fazei ș.a. Natura fizică a căii de propagare are un rol semnificativ, deoarece propagarea deasupra unei întinderi de apă va fi diferită față de propagarea deasupra unui sol uscat sau deasupra unui sol cu vegetație bogată. Efecte specifice de propagare apar în zonele urbane, unde înălțimea clădirilor produc așa efecte ca: difracția, reflexia, refracția.

I. Reflexia, difracția, refracția

Schimbarea direcției de propagare a undei radio atunci când, propagându-se printr-un mediu, notat cu 1, întâlnește un alt mediu de propagare (obstacol), notat cu 2, fenomen în urma căruia unda se întoarce în mediul inițial 1 se numește **reflexie** (figura 1). În punctul de reflexie unda își va modifica direcția de propagare și faza. Faza undei reflectate se va schimba în dependență de valoarea unghiului de incidență θ_i , dar pentru valori mici ale unghiului de incidență această fază este egală cu minus 180° . Amplitudinea undei reflectate se va modifica, la fel în dependență de unghiul de incidență θ_i și poate avea valori de la $0,5 + 0,6$ incidentă.

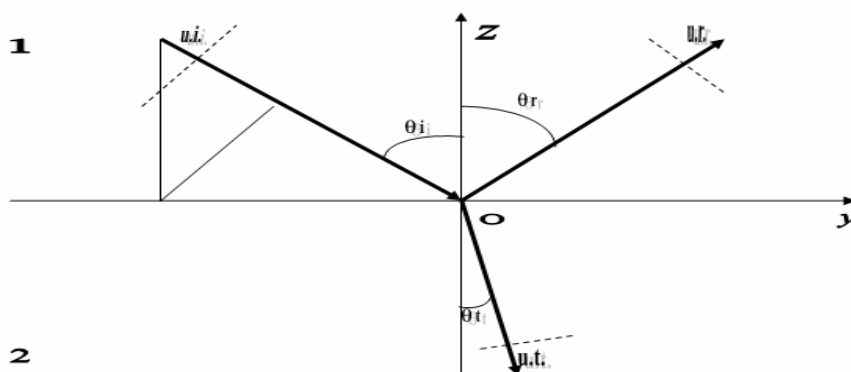


Figura 1. Modul de propagare prin unde de reflexie și refracție

În cazul lipsei undei directe pierderile se calculează conform formulei:

$$P_r = P_e \cdot G_r \cdot G_e \cdot \left(\frac{h_e \cdot h_r}{d^2}\right)^2 \quad (1)$$

unde:

P_e –puterea semnalului de emisie a antenei BS,

G_r, G_e - câștigul antenei de emisie și recepție,

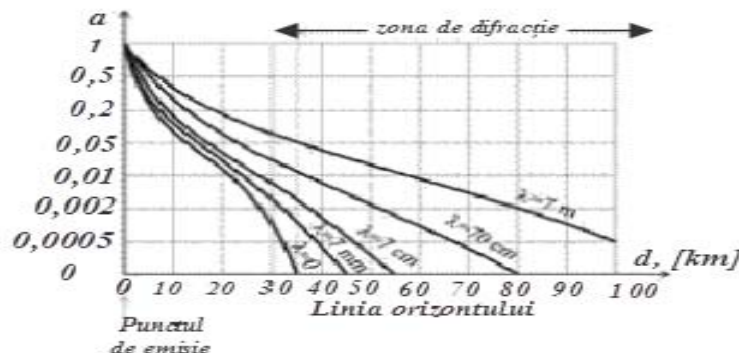
h_e - înălțimea antenei de emisie a BS în m ,

h_r - Înălțimea antenei de recepție a ME în m ,

d - distanța în m dintre antenele BS și ME.

În majoritatea cazurilor practice, suprafața dintre o pereche de antene emisie-recepție nu este perfect plană. Sunt o mulțime de obstacole (clădiri, arbori ș.a.), care sunt suficient de înalte și vor influența propagarea undei directe. Așadar considerîndu-se Pămîntul perfect sferic, problema difracției undelor radio a fost rezolvată teoretic, calculele demonstrînd că în zona de difracție, intensitatea cîmpului are o scădere exponențială cu atît mai rapidă cu cît frecvența este mai înaltă sau lungimea de undă este mai mică, ceea ce este ilustrat în figura 2 [1]. Dacă obstacolul are vîrful foarte ascuțit(aprecierea depinde de raza de curbura a vîrfului în comparație cu lungimea de undă radiată), va avea loc fenomenul de difracție a undei electromagnetice. Cînd obstacolele au o curbură cu raza mai mare-obstacol bombat , se produce o difracție succesivă în fiecare punct al obstacolului , iar la frecvență mai joase intervin și pierderi în solului. În astfel de situații, valoarea pierderilor se va calcula conform formulei:

$$L_d[dB] = 20 \lg F \quad (2)$$



cîmpului în undă [1]

Figura 2 Intensitatea funcție de lungimea de

Schimbarea direcției de propagare a undei radio, atunci cînd propagîndu-se din mediul 2, nu se mai întoarce în mediul 1, ci pătrunde în mediul 2 se numește refracție (figura 1) [1]. Aici este prezent fenomenul de absorbție, prin care energia este cedată ireversibil mediului 2. Mărimile ei le vom nota cu indicele i , undei reflectate îi vom asocia indicele r , iar undei refractate sau transmise îi va corespunde indicele t . În caz general pierderile în canalul radio a sistemelor de comunicații mobile pot fi calculate după formula:

$$L[dB] = 10 \lg \frac{P_r}{P_e} \quad (3)$$

Acest fenomen (refracția) în sine presupune că semnalul emis de la o sursă ajunge la recepție pe mai multe căi. În consecință în punctul de recepție vom avea mai multe replici cu amplitudini diferite și fază diferită. Acest lucru va modifica puterea semnalului recepționat.

II. Fading

Fading reprezintă modificarea nivelului semnalului în antena de recepție a stației de bază sau a telefonului mobil din cauza sumării a semnalelor propagate pe mai multe căi, amplitudinile cărora sunt aproximativ egale însă faza foarte diferită.

Există 3 nivele de Fading în dependență de rapiditatea fluctuațiilor nivelului semnalului:

1. $\frac{\lambda}{2}$ - Fading Rapid;
2. 10λ - Fading Lent;
3. Pe o distanță mare de la receptor la emițător.

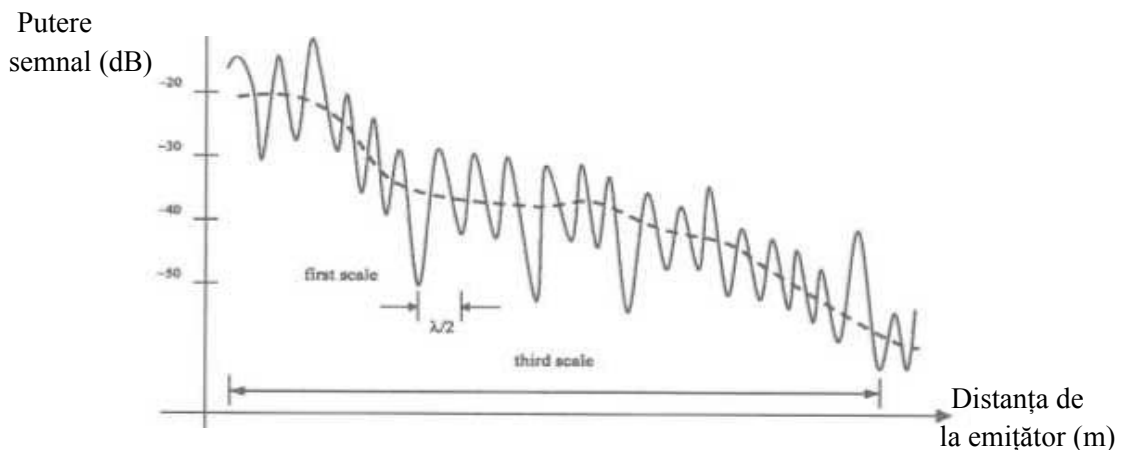


Figura 3 Nivelele de Fading în dependență de distanța de la emițător [1]

III. Variația nivel semnal în dependență de mediul de propagare

În cazul propagării semnalului în diferite medii, obținem la recepție nivele diferite a semnalului. Acesta variație este datorată prezenței a anumitor obstacole în calea de propagare a semnalului. În figura de mai jos este prezentată variația nivelului semnalului în dependență de distanța de la emițător în diferite medii de transmitere a semnalului.

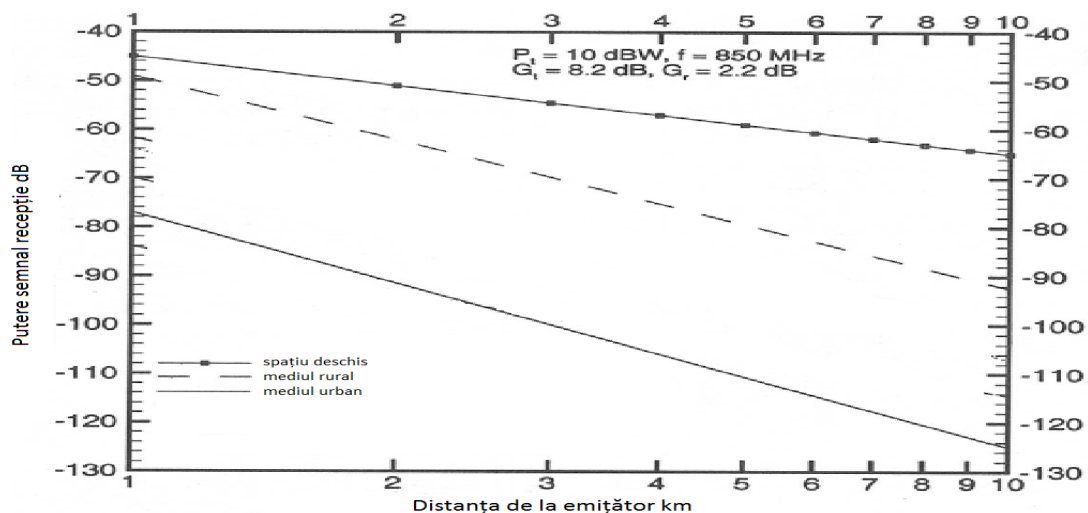


Figura 4 Dependența nivel semnal în dependență de mediul de propagare [1]

Propagarea semnalului în spațiu liber este luată ca etalon . În mediul rural asupra atenuării influențează prezența vegetației care are proprietate de absorbție și difracție a undelor. În cazul mediului urban atenuarea este și mai mare ce se datorează prezenței construcțiilor înalte din beton armat care afectează și mai mult calitatea transmisiunii.

IV. Influența vegetației asupra calității transmisiunii

Cu mărirea frecvenței purtătoare, prezența vegetației în calea propagării semnalului influențează negativ prin înprăștierea și absorbția acestuia.

Vegetația afectează semnalul prin 2 mecanisme separate.

1. Absorbția în urma propagării,
2. Difracția datorită efectului de umbrelă.

În cazul propagării semnalului prin pădure , frunzele influențează asupra semnalului cu 3-5 dB în comparație când semnalul se propagă prin pădure iarna. Însă cel mai bine efectul vegetației se observă la variația frecvenței purtătoare.

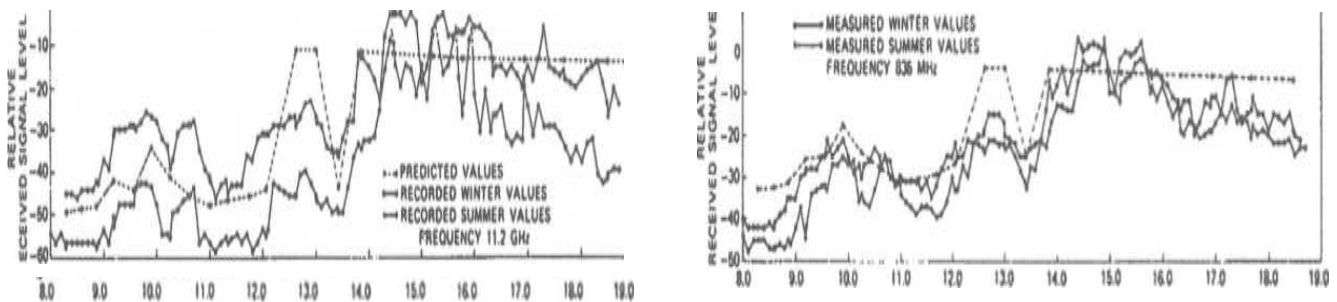


Figura 5 . Variația semnal [1] în dependență de frecvența purtătoare în cazul când

F = 836 MHz

F = 11,2 GHz

Pe cale experimentală s-au dedus formulele de calcul a atenuării datorată vegetației în cazul când F= 200...2000 MHz [1]

$$L_{veg} = r^{-\beta} e^{-\alpha r}; \text{ Unde } a = a_n + a_o \text{ și } \beta \text{ sunt: } a_n(\text{dBm}) = 0,43 \left[3,2 - 0,1 \log \left(\frac{H_c}{H_{Tr}} \right) e^{\frac{500}{f}} \right]$$

$$a_o(\text{dBm}) = 0,43 \cdot 10^{-2} \left[-13,9 + 7 \log f - 0,02 e^{\frac{H_c}{H_f}} \left(e^{-0,2 e^{\frac{f}{2000}}} \right) \right]; \beta = 2,3 + 0,8 \left(2,5 - 3,6 \frac{H_c}{H_f} \right) e^{-\frac{3,7f}{1000}}$$

Bibliografie

1. Ramakrishna Janaswamy, Radiowave propagation and smart antennas for wireless communications , U.S.A. , 2002, p. 39-97.
2. <http://ru.scribd.com/doc/20807778/8/Difrac%C5%A3ia-undelor-electromagnetice>.
3. <http://www.et.upt.ro/admin/tmpfile/file11324212860file4eede27c212c7.pdf>.
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/Diffraction>.