

VAJA 29. - MERJENJE UKLONSKEGA SLABLJENJA KLINASTE OVIRE

=====

1. Uklonsko slabljenje naravnih ovir

Prostor, potreben za razširjanje valovanja od oddajnika do sprejemnika običajno opišemo s Fresnelovimi elipsoidi. Prečni presek elipsoidov so krožne Fresnelove cone. Takšna predstavitev je sicer najenostavnejša za računsko obravnavo, žal pa ne ustreza naravnim oviram, na katere naleti valovanje v praktičnem primeru radijske zveze.

Resnične ovire, gorske grebene na radijski poti, najpreprosteje opišemo kot prečno klinasto oviro, kot je to prikazano na sliki 1. Polje Es v sprejemni točki izračunamo z integracijo prispevkov nezasečene polravnine. Končni rezultat je sorazmeren integralu kompleksne eksponentne funkcije kvadrata višine "y". Podoben rezultat bi dobili tudi v slučaju, ko ovira seka radijsko pot pod poljubnim kotom, kar ustreza večini primerov radijskih zvez.

Ker omenjeni integral nima enostavne analitske rešitve, si pomagamo najprej s fizikalno razlago problema. Prostor razdelimo na Fresnelove pasove. Širine Fresnelovih pasov ustrezajo širinam krožnih Fresnelovih con, kot je to prikazano na sliki 2. Podobno kot krožne cone nam tudi pasovi opisujejo fazo posameznih prispevkov.

Rešitev integrala je prikazana grafično s krivuljo "klotoido" na sliki 3. Na krivulji moramo seveda pravilno izbrati začetno in končno točko glede na meje integrala. Razdelitev prostora na Fresnelove pasove nam pri tem pomaga poiskati položaje značilnih točk "klotoide" v prostoru.

V večini slučajev uklona nas zanima predvsem jakost sprejetega polja. Jakost polja ostaja nespremenjena oziroma neznatno niha vse dokler je prva Fresnelova cona povsem prosta. Ko se rob ovire dotakne zveznice oddajnik-sprejemnik, ovira zasenči pol prostora in jakost sprejetega polja upade na polovico vrednosti oziroma za 6dB glede na neovirani primer.

Z nadaljnim višanjem ovire (pozitiven H) jakost polja samo še upada. Ko je zasenčena celotna prva Fresnelova cona, jakost polja upade za 16dB glede na neovirani primer. Za ovire višje od prve Fresnelove cone uporabimo približno rešitev integrala, ki daje enostaven izraz za določanje jakosti sprejetega polja.

Čeprav se točnost matematičnega približka izboljšuje z višanjem ovire H, postaja končni rezultat računa vse bolj nezanesljiv. Pri zelo visokih ovirah, višjih od 10. Fresnelove cone, je jakost uklonjenega polja močno odvisna od točne oblike roba ovire, njegove poraščenosti ipd. Pri visokih ovirah lahko uporabimo izraz na sliki 3 le kot grobo oceno jakosti sprejetega polja. Za točnejši rezultat potrebujemo veliko več podatkov o sami oviri, saj enostaven model uklona na klinasti oviri ne zadošča.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

(1) Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 15GHz, z izhodno

močjo do 10dBm (10mW), brez modulacije.

- (2) Ojačevalnik za 15GHz z izhodno močjo 20..30dBm (0.1..1W).
- (3) Oviro, ravno kovinsko ploščo velikosti vsaj 1m².
- (4) Dva enaka piramidna lijaka za 15GHz na nastavljivih podstavkih.
- (5) Merilnik moči s primerno (toplotno) VF glavo za 15GHz.
- (6) Nekaj plošč mikrovalovnega absorberja za 15GHz.
- (7) Zidarski meter.
- (8) Priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in povezava merilnih pripomočkov je prikazana na sliki 4.

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri vaji moramo v sobi laboratorija vzpostaviti radijsko zvezo na takšni razdalji in valovni dolžini, da so Fresnelove cone razmeroma majhne. Zato vajo izvedemo pri čim višji frekvenci (15GHz ali več, kar pač dopušča merilna oprema). Kot oddajnik uporabimo nemonuliran izvor z dodatnim močnostnim ojačevalnikom (TWT ali polprevodniški), kot sprejemnik pa toplotni merilnik VF moči.

Ker sta anteni manjši in lažji od ovire, postavimo oba valovodna lijaka na podstavka z nastavljivo višino. Pri postavljanju vaje pazimo, da se nahaja ovira v Fraunhoferjevem področju obeh anten in hkrati dobimo zadosten signal za delovanje toplotne merilne glave. Merilno glavo seveda vgradimo neposredno na sprejemno anteno, da prihranimo izgube v povezovalnem kablu.

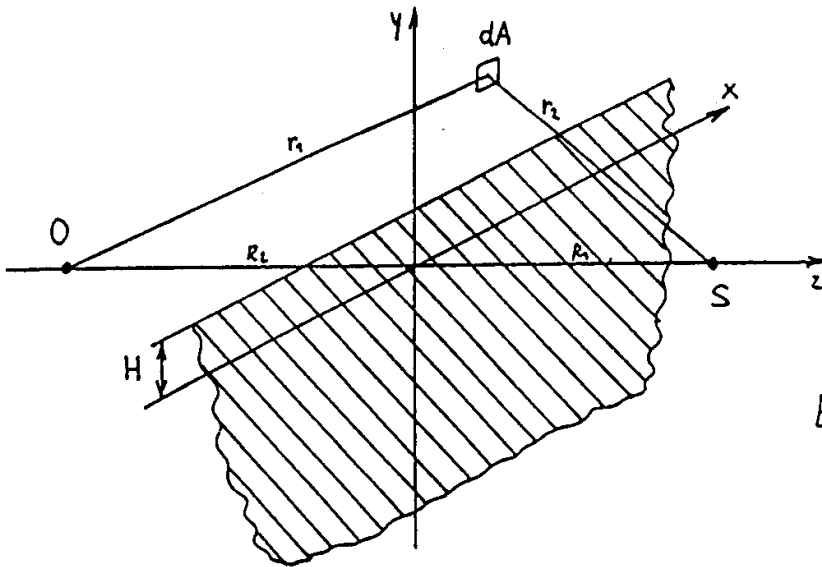
Kot oviro uporabimo raven kos aluminijeve pločevine, ki ga postavimo pokonci. Neželjene poti radijskih valov, odboje od tal in drugih predmetov v sobi skušamo zadušiti s kosi mikrovalovnega absorberja. Pri vaji skušamo sicer ugotoviti vpliv različno visokih ovir. Ker pa je oviro težko premikati, premikamo rajši obe anteni. Točen položaj anten glede na oviro seveda spriti preverjamo z metrom.

4. Prikaz značilnih rezultatov

Pri vaji izmerimo in narišemo potek uklonskega slabljenja kot funkcijo višine ovire H , kot je to prikazano na sliki 5. Pred začetkom meritve moramo seveda izračunati velikost Fresnelovih con na uporabljeni radijski poti. V rezultatu vaje zabeležimo razdaljo med antenama, valovno dolžino in velikost prvih nekaj Fresnelovih con. Višino ovire H izrazimo v centimetrih in v enotah polmera prve Fresnelove cone.

Kljub mikrovalovnim absorberjem se pri meritvi v zaprti sobi ne moremo izogniti odbitim valovom, ki zaidejo v sprejemno anteno po drugačnih poteh. Izmerjeno uklonsko slabljenje bo zato odstopalo od matematične krivulje rešitve integrala. Največja odstopanja dobimo seveda pri velikih uklonskih slabljenjih, saj pride takrat interferenca z drugimi valovi najbolj do izraza.

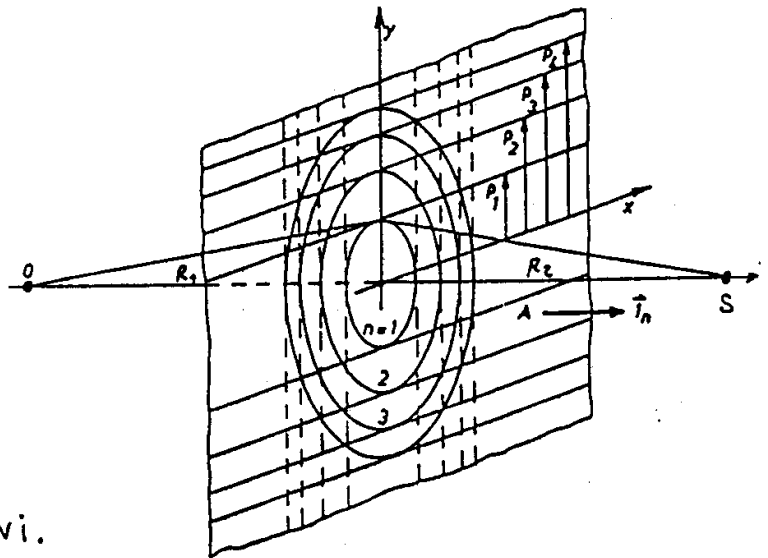
Pojavi pri sobnih meritvah pa po drugi strani ustrezajo resničnim slučajem radijskih zvez preko naravnih ovir. Tudi v slučaju naravnih ovir postane točnost preprostega modela uklona na klinasti oviri vprašljiva, ko je ovira zelo visoka.



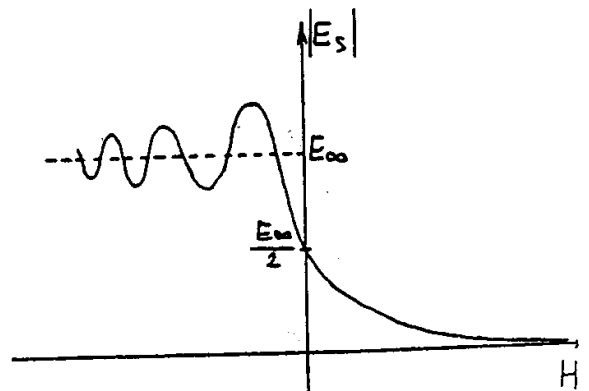
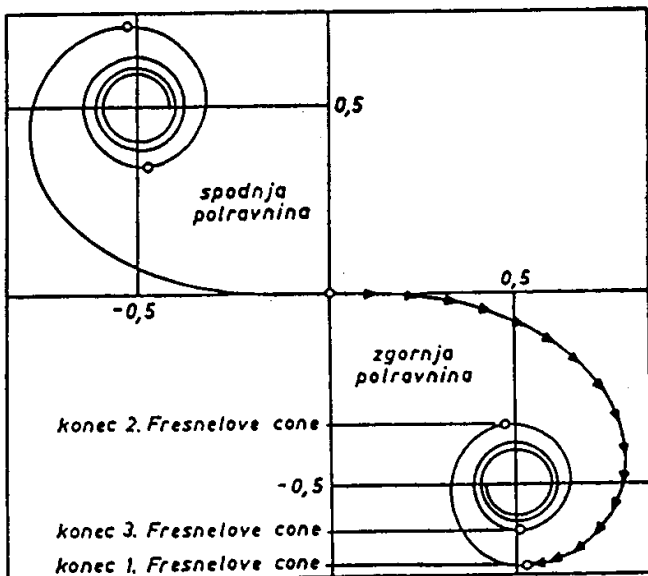
$$E_s = \alpha \int_H^{\infty} e^{-j\pi \frac{y^2}{s^2}} dy$$

Slika 1 - Uklon valovanja na prečni klinasti oviri.

$$S_n = \sqrt{n \lambda \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

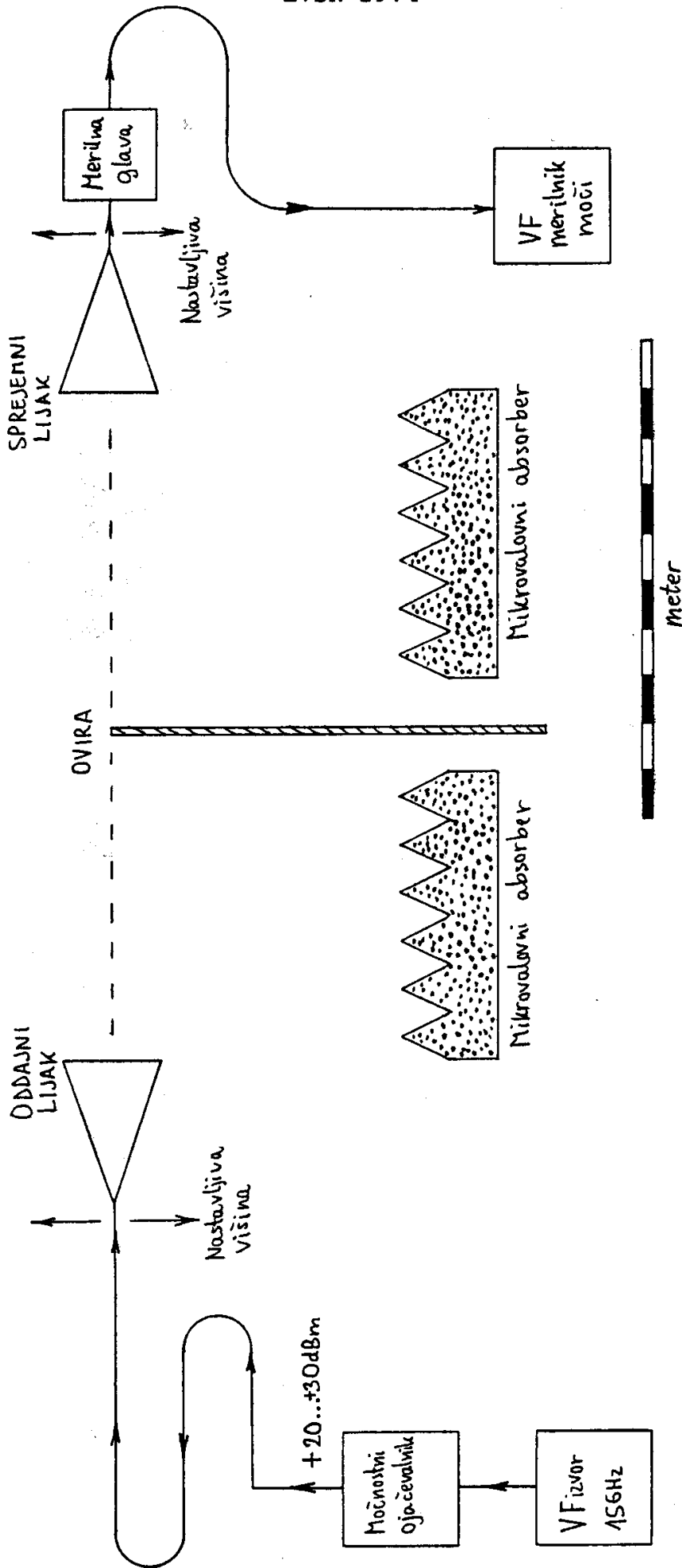


Slika 2 - Fresnelovi pasovi.

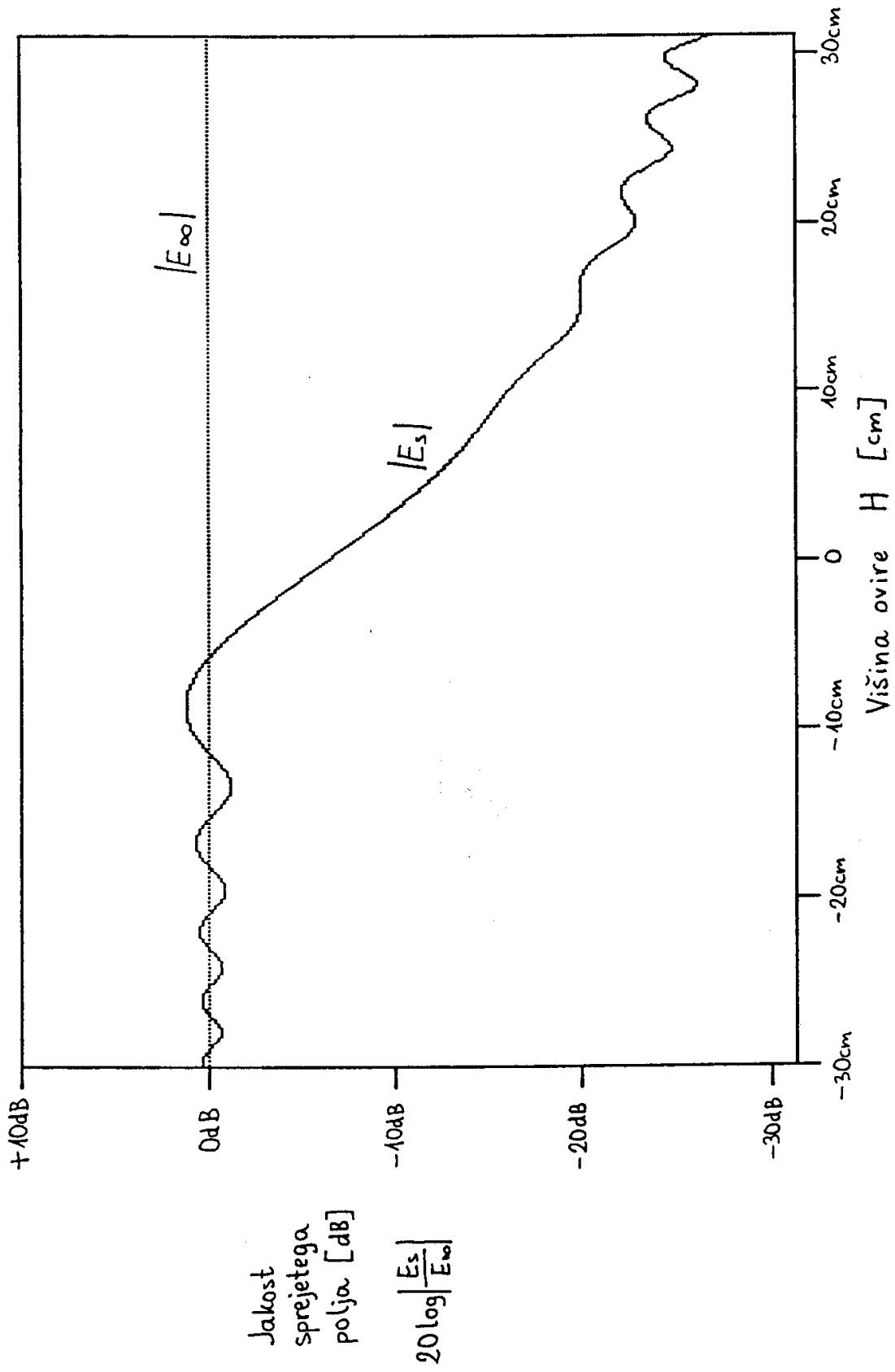


$H > s_1 \rightarrow a [\text{dB}] \approx 16 + 20 \log \frac{H}{s_1}$
 $H > 10 s_1 \rightarrow$ Točna oblika roba ovire?

Slika 3 - Določanje uklonskega slabljenja klinaste ovire.



Slika 4 - Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov.



Slika 5 - Primer izmerjenega uklonskega slabljenja klinaste ovire.