

VAJA 8. - PORAZDELITEV POLJA NA ODPRTINI PIRAMIDNEGA LIJAKA

1. Porazdelitev polja na odprtinah

Porazdelitev polja na odprtini je eden osnovnih podatkov o odprtini, iz katerega lahko izračunamo vse zanimive lastnosti antene. Podatek o porazdelitvi polja mora seveda zajemati amplitudo, fazo in polarizacijo polja v vsaki točki odprtine. Porazdelitev polja na odprtini lahko izračunamo, če poznamo način vzbujanja odprtine.

Porazdelitev polja na odprtini lahko tudi izmerimo s primerno sondo. Če je odprtina velika več valovnih dolžin, lahko uporabimo kot sondo kar manjšo anteno. Sondo potem premikamo po celotni površini odprtine ter merimo fazo in amplitudo sprejetega signala. Sondo po potrebi zavrtimo, če merimo tudi polarizacijo polja.

Med najenostavnejše odprtine spadajo lijaki. Lijaki so razširjeni konci valovodov stožčaste (okrogli valovod) ali piramidne oblike (pravokotni valovod). Če je prehod iz valovoda v lijak dovolj položen, se v lijaku ne vzbudijo višji valovodni rodovi in je slika polja na odprtini lijaka kar povečana slika polja v valovodu.

Piramidni lijak je prikazan na sliki 1. Piramidni lijak vzbujamo s pravokotnim valovodom primernih dimenzij, da se pri dani frekvenci po njem širi samo najnižji rod TE₁₀. Na odprtini lijaka potem pričakujemo povečano sliko polja v valovodu, z nekaj izjemami:

- (1) Piramidni lijak se lahko različno hitro širi v obeh smereh, se pravi stranici odprtine "a" in "b" nista nujno v istem razmerju kot stranici pravokotnega valovoda. Slika polja v valovodu se širi po vsaki koordinatni osi neodvisno od širjenja po drugi osi.
- (2) Na odprtini lijaka dobimo fazno napako, ker je pot do srednje točke odprtine krajša kot pot do roba lijaka. V prvem približku je fazna napaka sorazmerna kvadratu oddaljenosti od središča odprtine.
- (3) Gostota ploskovnih tokov v stenah lijaka sicer upada, ko se lijak širi, vendar preostali tokovi potem nadaljujejo pot po zunanji steni lijaka in motijo delovanje odprtine.

Obravnava napake zaradi preostalih ploskovnih tokov v stenah lijaka je težavna in postane pri velikih lijakih nepomembna, zato se za vajo omejimo na merjenje povečane slike polja v valovodu in na merjenje napake kvadratne faze na odprtini.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 15GHz, z izhodno močjo do 10dBm (10mW).
- (2) Smerni sklopnik -20dB.
- (3) Piramidni lijak za 15GHz, na podstavku.
- (4) Sondo - odprti valovod s prehodom na koaksialni priključek.

- (5) Vektorski merilni sprejemnik s harmonskim konverterjem in polarnim prikazovalnikom.
- (6) Priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in povezava merilnih inštrumentov je prikazana na sliki 2.

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri vaji želimo meriti amplitudo in fazo polja na odprtini. Amplitudo in fazo najlažje merimo s kvocientnim merilnikom iz kompleta analizatorja vezij. Kvocientni merilnik meri razmerje amplitud in razliko v fazi med dvema vhodoma. Na referenčni vhod merilnika pripeljemo del signala izvora po kablu, na merilni vhod pa signal s sonde za polje.

Merilni sistem najprej preizkusimo sredi odprtine, kjer je polje najmočnejše. Pred tem preverimo jakost signala v referenčnem kanalu, da je v predpisanih mejah za kvocientni merilnik, ter frekvenčno območje fazno-sklenjene zanke harmonskega konverterja. Ojačenje merilnega kanala nastavimo tako, da je točka na robu zaslona, fazo pa nastavimo na željeni začetek. Fokusiranje katodne cevi nalašč malo pokvarimo, da dobimo svetlo točko večjih dimenzij in tako ne poškodujemo zaslona katodne cevi.

Ker je meritev faze zelo odvisna od majhnih premikov, moramo zelo natančno premikati merilno sondo: odprti konec valovoda. V ta namen vgradimo v piramidni lijak kos stiropora in na odprtini lijaka nanj zalepimo milimetrski papir. Sondo potem premikamo tako, da se ravno dotika milimetrskega papirja, iz katerega odčitamo prečni koordinati "x" in "y".

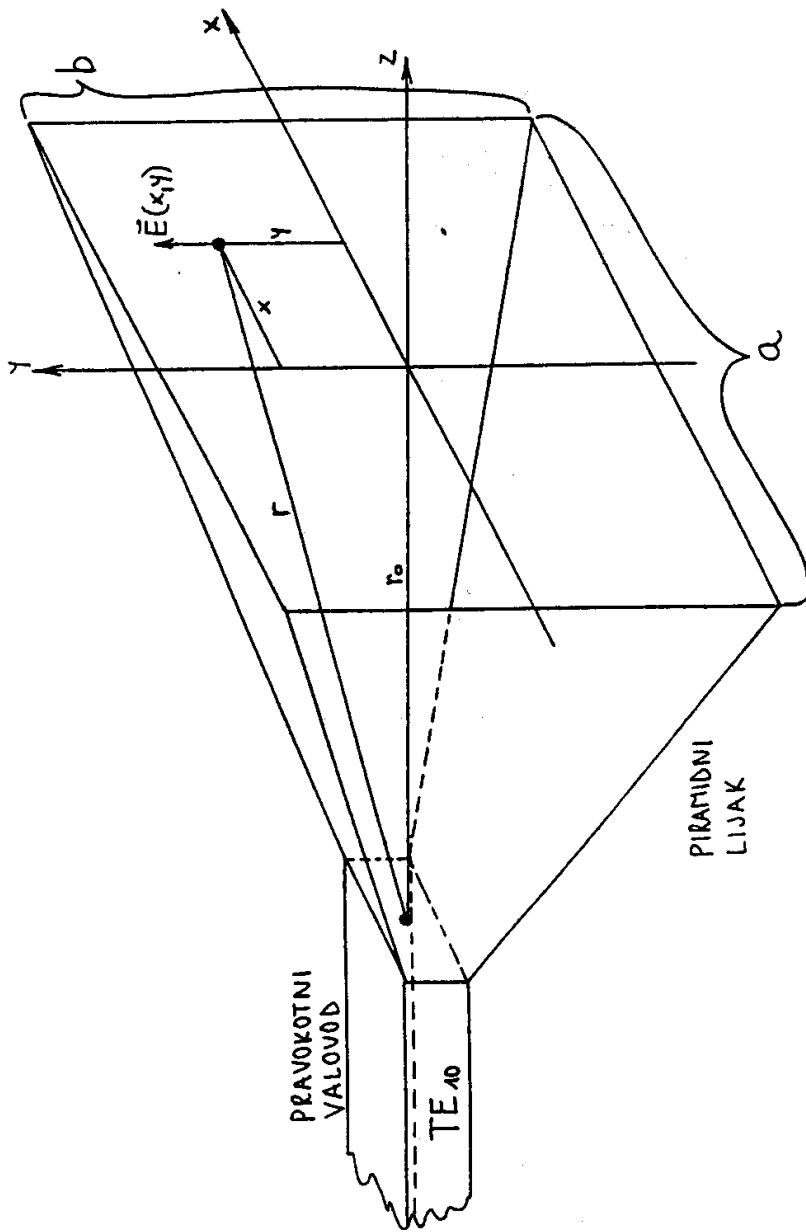
Pri meritvi se moramo tudi potruditi, da čimmanj motimo polje na odprtini. Tam naj bo zato le odprtina sonde, roke in kovinske predmete pa držimo čimdlje od odprtine. Sondo seveda držimo z roko na drugem koncu.

Za vajo zadošča, da izmerimo porazdelitev polja po obeh koordinatnih oseh "x" in "y". Polje v ostalih točkah odprtine le preverimo. Prav tako preverimo polarizacijo, z obračanjem sonde. Na koncu preizkusimo še upadanje polja na robovih odprtine, kar nam da velikostni razred vpliva preostalih ploskovnih tokov.

4. Prikaz značilnih rezultatov

Na slikah 3 in 4 je prikazana idealna porazdelitev polja na piramidnem lijaku kvadratnega prereza s stranico 10cm. Da se izognemo dvoumnim oznakam koordinat, označimo koordinatne osi in ustrezne ravnine glede na komponente polja. Porazdelitev v E ravnini je prikazana na sliki 3. ter porazdelitev v H ravnini na sliki 4.

Pri resnični meritvi bo prišlo do odstopanj predvsem pri meritvi v E ravnini. Tu naj bi polje na robu odprtine skokovito upadlo na nič, zaradi končnih dimenzij odprtine sonde in preostalih ploskovnih tokov pa bo izmerjeni rezultat malo drugačen ob robovih. V H ravnini obeh omenjenih težav ni, saj polje samo po sebi upada na nič in tudi vzdolžnih ploskovnih tokov ni v odgovarjajočih stenah valovoda.



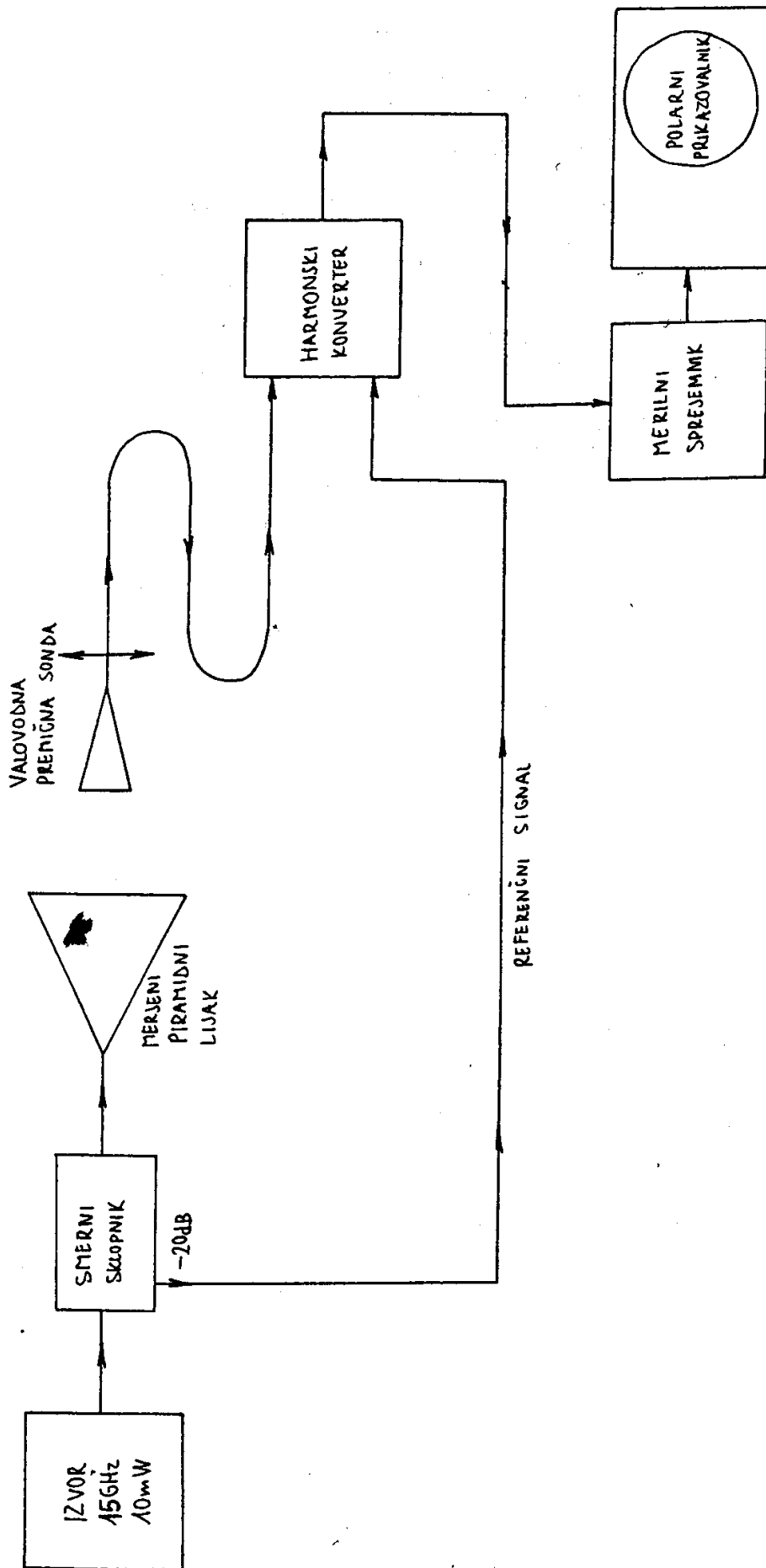
$$\vec{E}(x, y) = \vec{A}_y E_0 \cos \frac{\pi}{a} x \frac{e^{-jkr}}{r}$$

$$r = \sqrt{r_0^2 + x^2 + y^2}$$

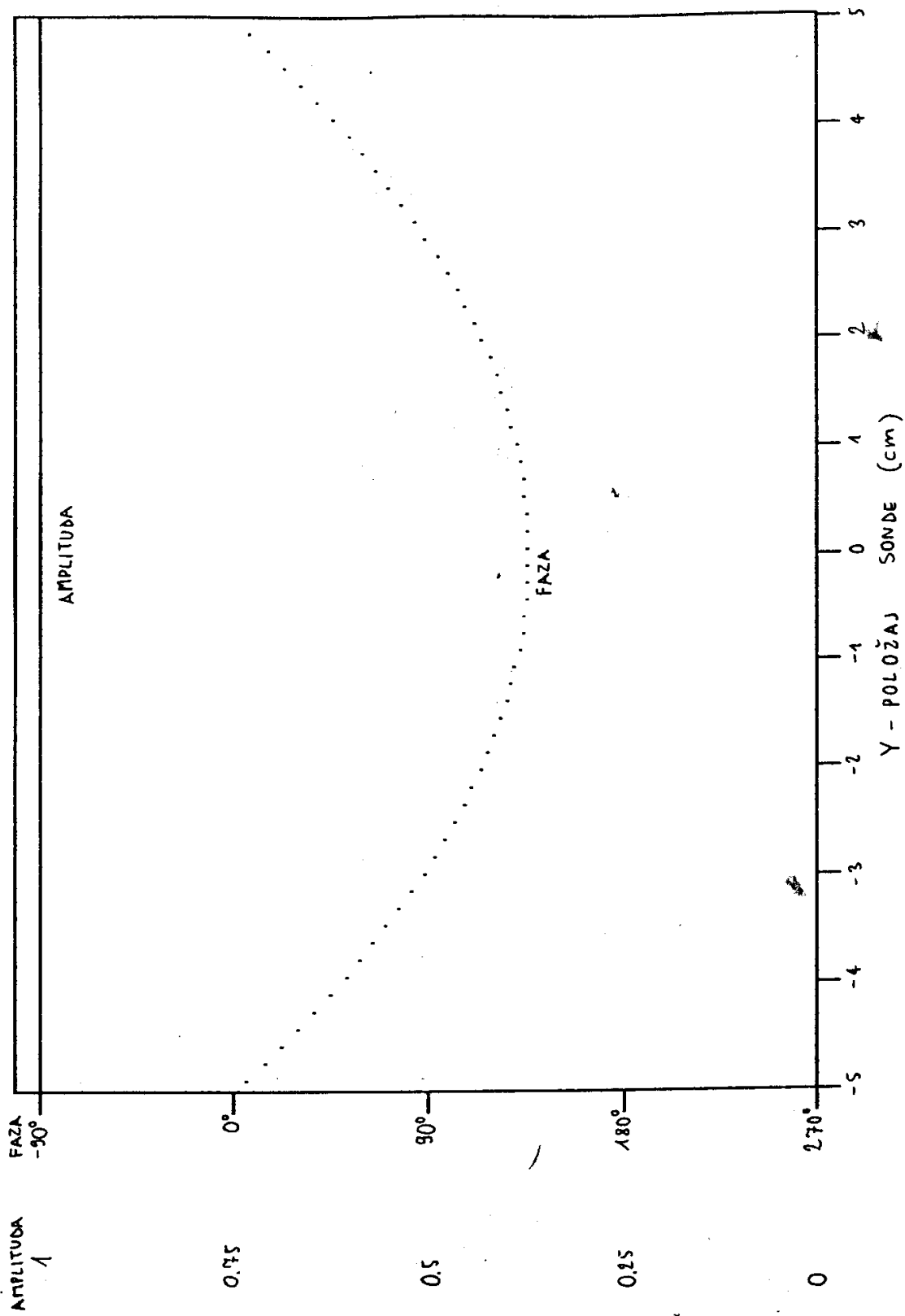
$$r \approx r_0 + \frac{x^2 + y^2}{2r_0}$$

$$\vec{E}(x, y) \approx \vec{A}_y \frac{E_0}{r_0} \cos \frac{\pi}{a} x e^{-jkr_0} e^{-\frac{jk}{2r_0}(x^2 + y^2)}$$

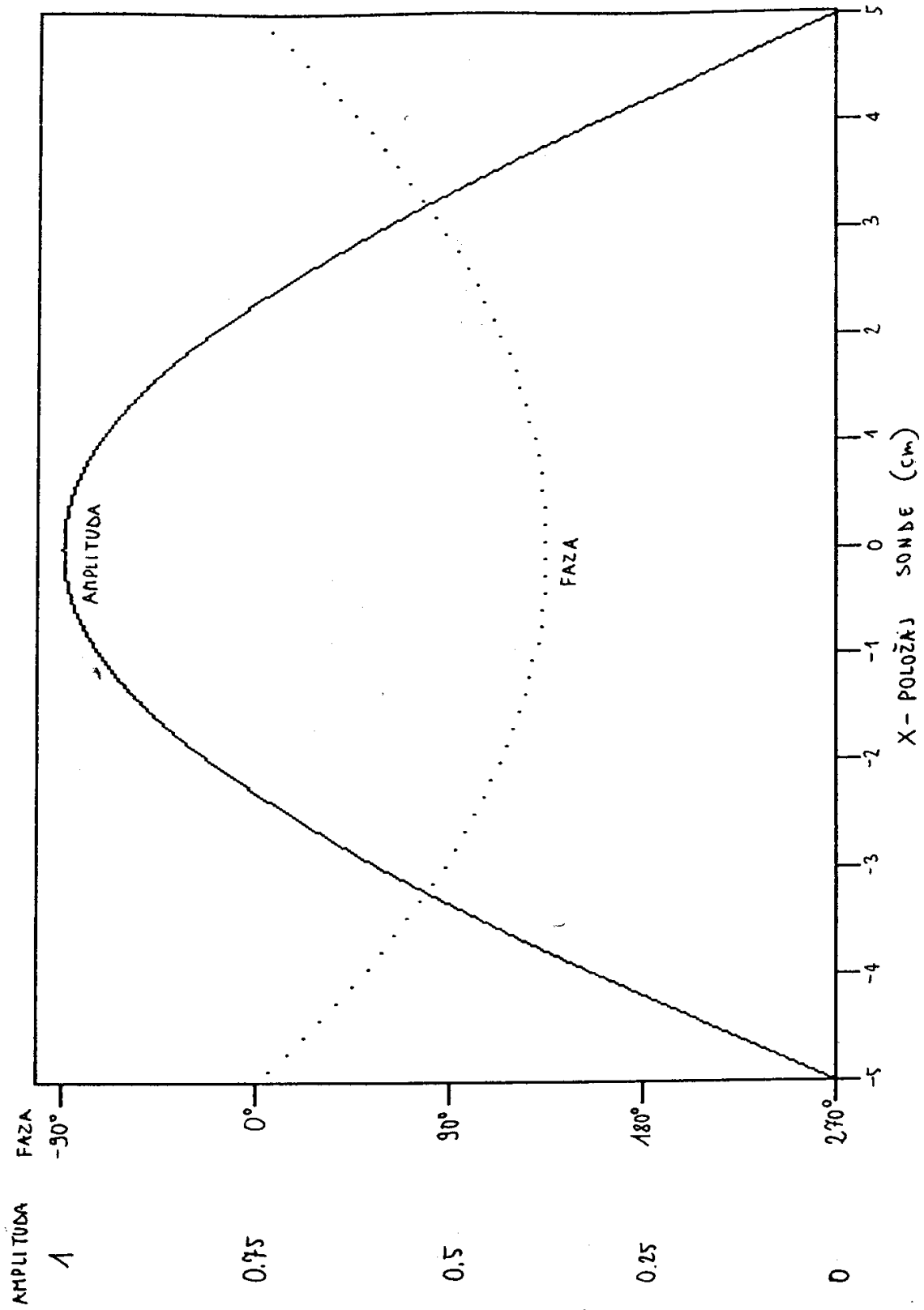
Slika 1. - Porazdelitev polja na odprtini piramidnega lijaka.



Slika 2. - Vezava merilnih instrumentov.



Slika 3. - Porazdelitev polja na odprtini piramidnega lijaka v \vec{E} ravnini.



Slika 4. - Porazdelitev polja na odprtini piramidnega lijaka v \vec{H} ravnini.