

VAJA 17. - MERJENJE SMERNEGA DIAGRAMA SKUPINE DVEH ENAKIH ANTEN
=====

1. Sestavljanje anten v skupino

Antene sestavljamo v skupine iz več razlogov: da bi dobili zaželeni smerni diagram oziroma smernost in dobiček. Najenostavnejši slučaj je, ko sestavljamo skupino iz samih enakih anten (glej sliko 1). Smerni diagram skupine je kar enak produktu smernega diagrama elementa (posamične antene) in smernega diagrama skupine idealnih izotropnih virov, ko so izpolnjeni naslednji pogoji:

- (1) Vse posamične antene v skupini so med sabo enake: imajo enak smerni diagram.
- (2) Vse posamične antene so enako orientirane.
- (3) Vse posamične antene imajo isto polarizacijo.

Smerni diagram skupine idealnih izotropnih virov se da v tem slučaju dosti bolj enostavno izračunati oziroma določiti kot pa smerni diagram skupine resničnih anten. Smerni diagram skupine izotropnih virov lahko izračunamo iz njihove geometrijske razporeditve ter faze in amplitude napajanja posameznih virov.

Za praktično izvedbo antenske skupine potrebujemo razen ustreznega števila posamičnih anten in mehanske nosilne strukture tudi ustrezno napajalno vezje (delilnik), ki poskrbi, da so posamične antene napajane v zahtevani fazi in z zahtevano amplitudo signala. Pri resničnih antenskih skupinah je seveda zaželeno, da je napajalno vezje brezizgubno, oziroma, da so njegove izgube čim manjše.

Smerni diagram skupine merimo na enak način kot smerni diagram posamezne antene: izmerimo čimveč prereзов smernega diagrama. Če so vsi elementi skupine nameščeni na eni sami premici, potem je smiselno meriti tisti prerez smernega diagrama, kjer je vpliv skupine največji: ko premica leži v ravnini prereza. Prerez pod pravim kotom (ko premica prebada ravnino prereza pod pravim kotom) mora ustrezati prerezu posamičnega elementa skupine, izmerimo pa ga le za preverjanje rezultata.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 10GHz, z izhodno močjo do 15dBm (30mW) in možnostjo amplitudne modulacije z 1kHz (27kHz) pravokotnim signalom.
- (2) Tri antene za 10GHz (korugirane lijake).
- (3) Podstavek z nastavljivo razdaljo za dve anteni.
- (4) 50ohmski uporovni delilnik za dve anteni.
- (5) Merilno diodo za 10GHz.
- (6) Merilni sprejemnik (1kHz ali 27kHz) z risalnikom.
- (7) Vrtiljak za eno anteno in nepremični podstavek za drugo.
- (8) Nekaj plošč absorberja.
- (9) Priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in povezava merilnih inštrumentov je prikazana na sliki 2.

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Enako kot pri meritvi smernega diagrama ene same antene moramo pri izvedbi vaje najprej pomisliti na zahteve meritve in na omejitve merilnih inštrumentov. Pri meritvi smernega diagrama zahtevamo, da se anteni nahajata na dovolj veliki razdalji, v področju daljnega polja. Zahtevo moramo upoštevati za celotno skupino, razsežnosti katere so lahko tudi precej večje od razsežnosti posamične antene!

Meritev poteka enako kot meritev smernega diagrama ene same antene. Za kasnejšo primerjavo smernih diagramov najprej izmerimo smerni diagram ene same antene in hkrati nastavimo merilne inštrumente ter preverimo prisotnost odbitih valov.

Skupino sestavimo iz dveh enakih anten. Antene povežemo z uporovnim delilnikom. Tak delilnik je izgubno vezje, izgube pa so za 3dB večje od idealnega brezizgubnega delilnika. Te dodatne izgube sicer izničijo povečanje dobitka skupine glede na eno samo anteno. Pri meritvah lahko vse dodatne izgube enostavno upoštevamo, bolj važna zahteva je točnost in frekvenčna neodvisnost delilnika. Pri resnični radijski zvezi bi seveda uporabili brezizgubni delilnik!

Uporovni delilnik nam zagotavlja, da sta anteni v skupini napajani z isto amplitudo. Če želimo napajati obe anteni tudi z isto fazo, potem morata biti tudi kabla od delilnika do obeh anten natančno enake dolžine. Napako pri dolžini kablov hitro opazimo v smernem diagramu skupine: maksimum skupine ne sovпада z maksimumom smernega diagrama ene same antene.

Smerni diagram skupine izmerimo za tri različne razdalje med antenama in vse tri rezultate primerjamo med sabo ter s smernim diagramom ene same antene.

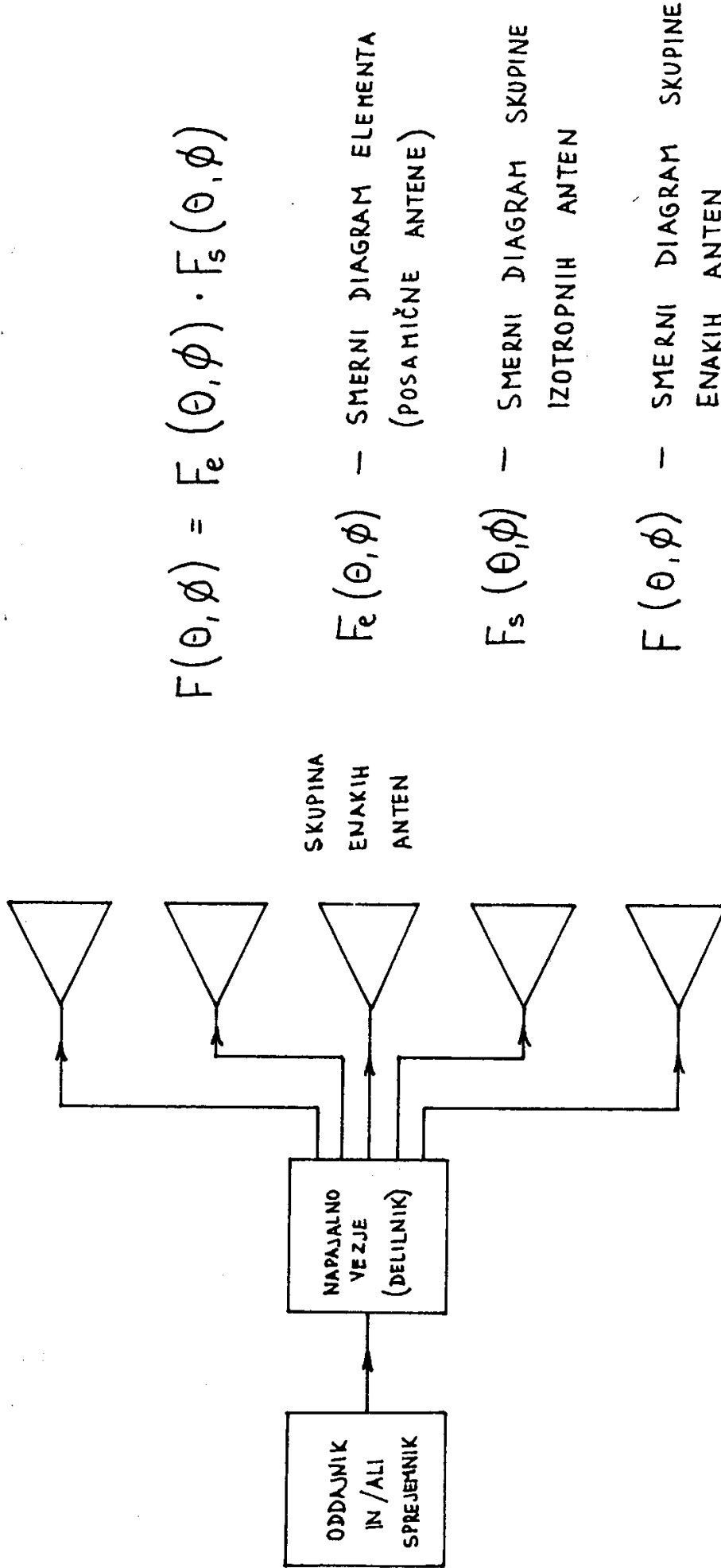
4. Prikaz značilnih rezultatov

Primer izmerjenih smernih diagramov za skupino dveh enakih anten so prikazani na slikah 3, 4 in 5. Amplitudna skala je logaritemska in je izražena v dB, prerezi smernih diagramov pa so prikazani samo v (najzanimivejšem) območju od -90 do 90 stopinj od glavnega snopa.

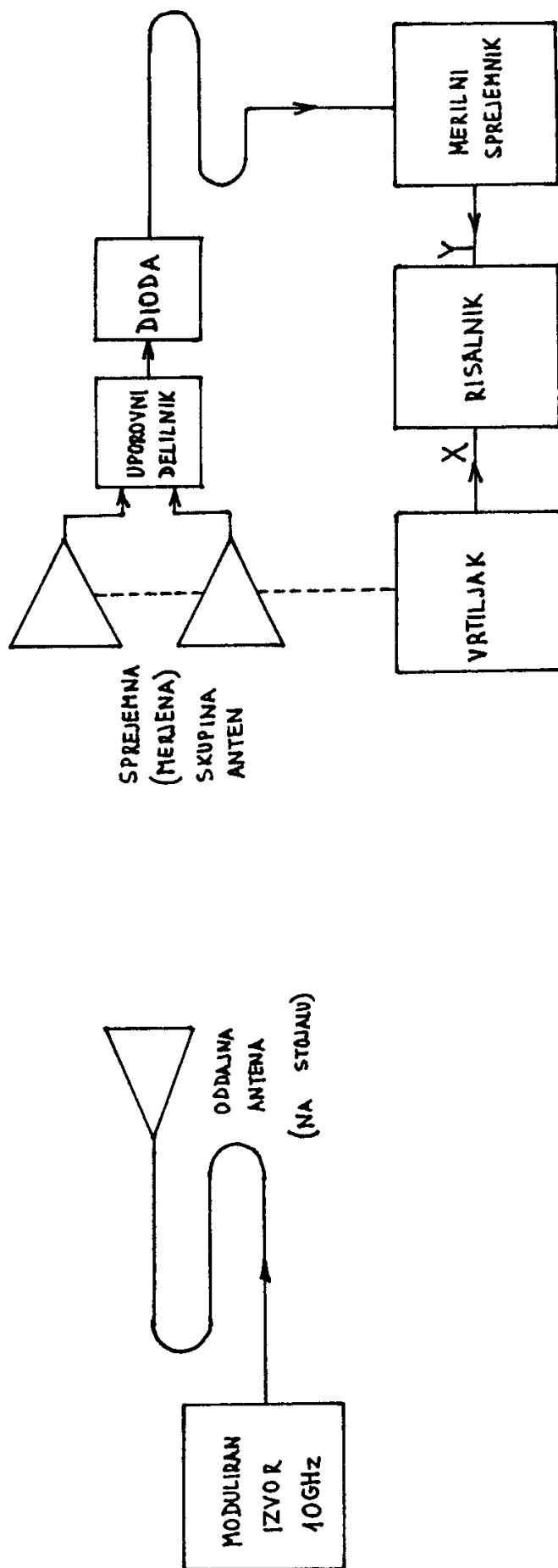
S polno črto so izrisani smerni diagrami skupin za različno razdaljo med antenama: 3, 6 oziroma 12 valovnih dolžin, s pikčasto črto pa je za primerjavo izrisan še smerni diagram ene same antene. Zaradi lažje primerjave je smerni diagram skupine oslavljen za 3dB.

Na vseh treh izmerjenih diagramih se lepo vidi, da je smerni diagram skupine enak produktu smernega diagrama ene same antene in smernega diagrama skupine dveh izotropnih virov. Smerni diagram skupine dveh izotropnih virov pa je enostaven interferenčni vzorec, število maksimumov in ničel pa se večja z razdaljo med antenama.

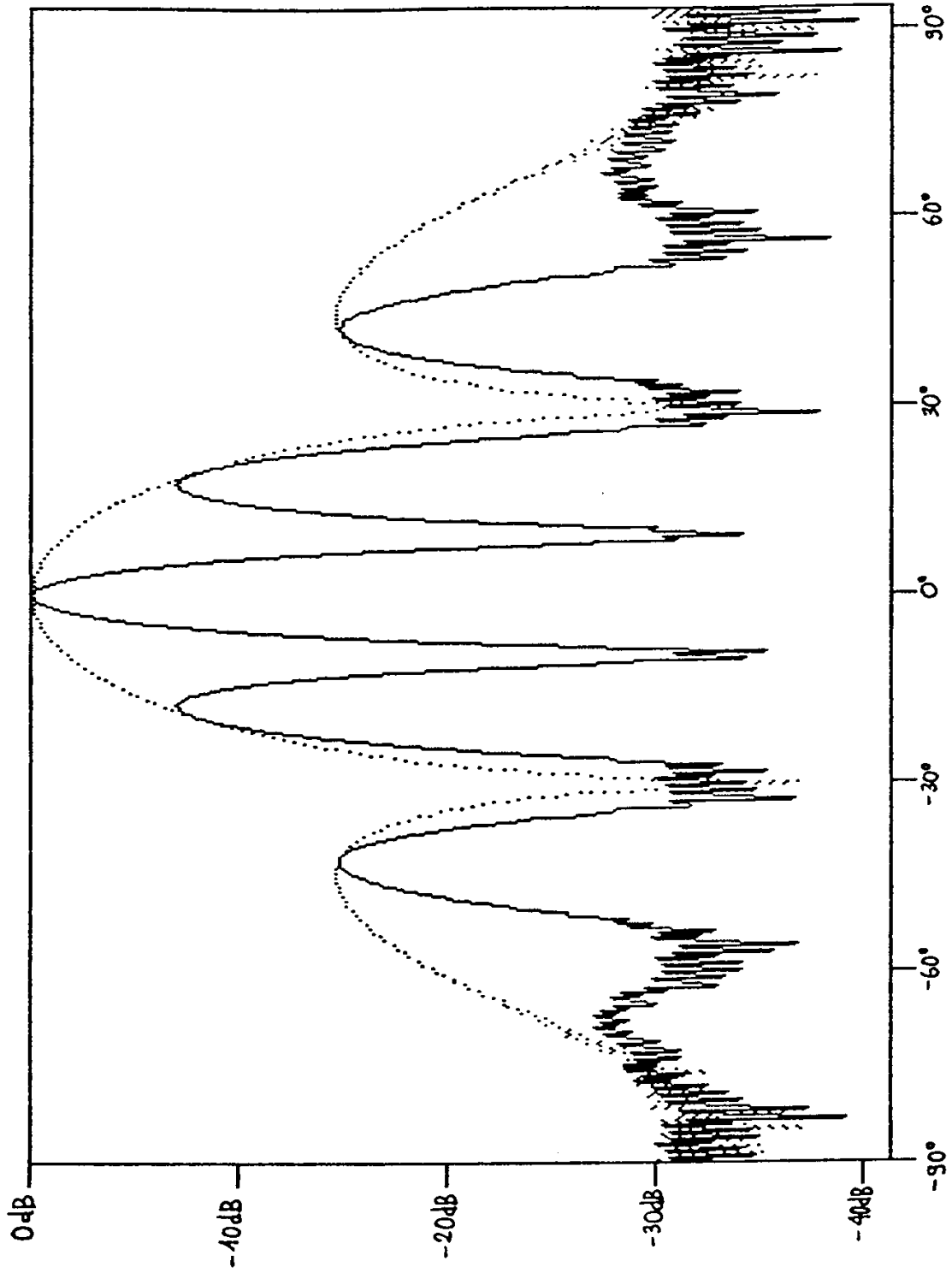
Iz izmerjenih smernih diagramov sklepamo tudi naslednje: če antene sestavljamo v skupino le zaradi povečanja dobitka (smernosti), iz praktičnih razlogov ne moremo povečevati v nedogled razdalje med antenama, ker se glavni snop zelo zoži, stranski snopi postanejo skoraj enako veliki, točen položaj glavnega in stranskih snopov pa je zelo občutljiv na položaj anten in fazo napajanja.



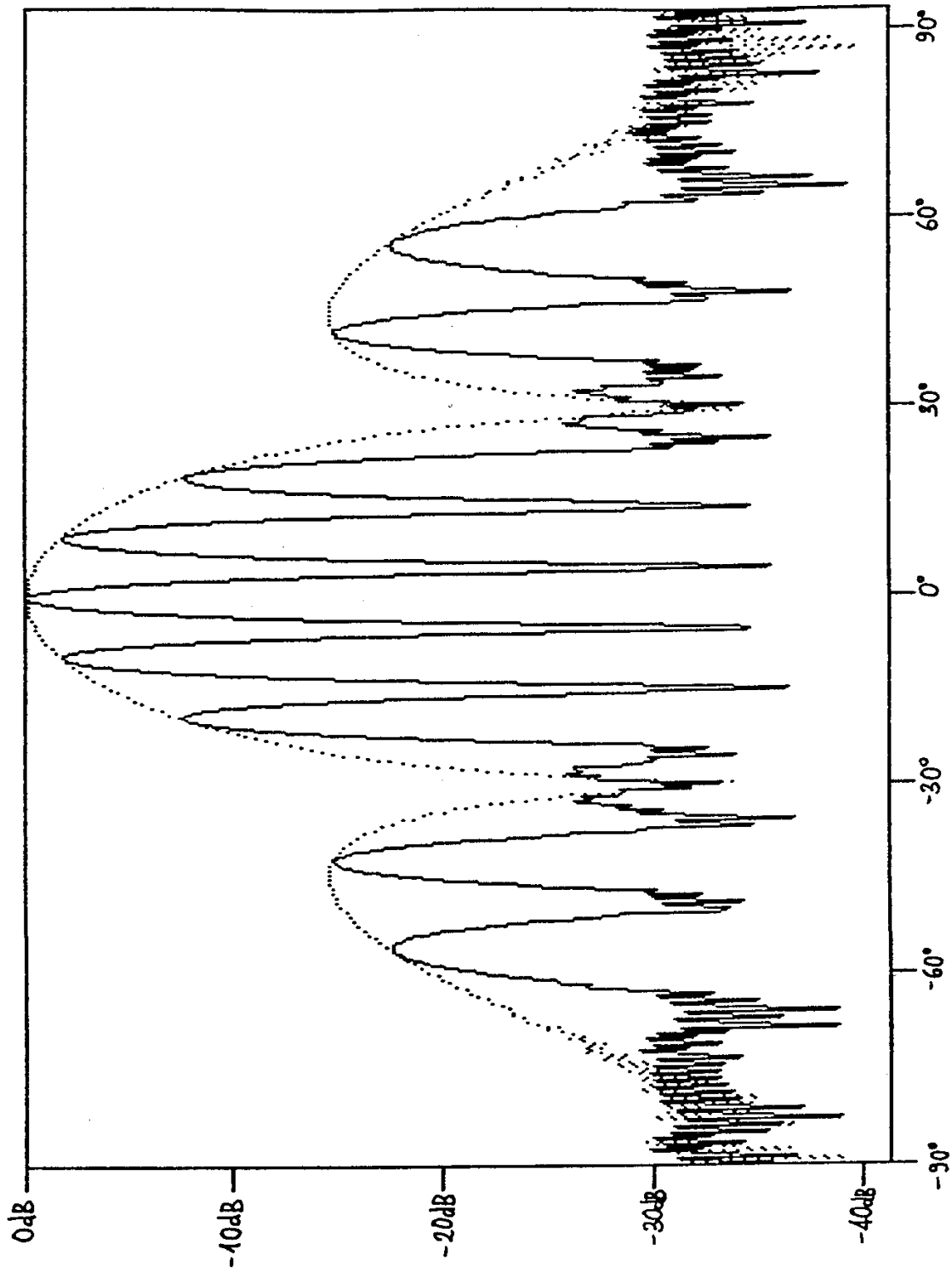
Slika 1. - Skupina enakih anten.



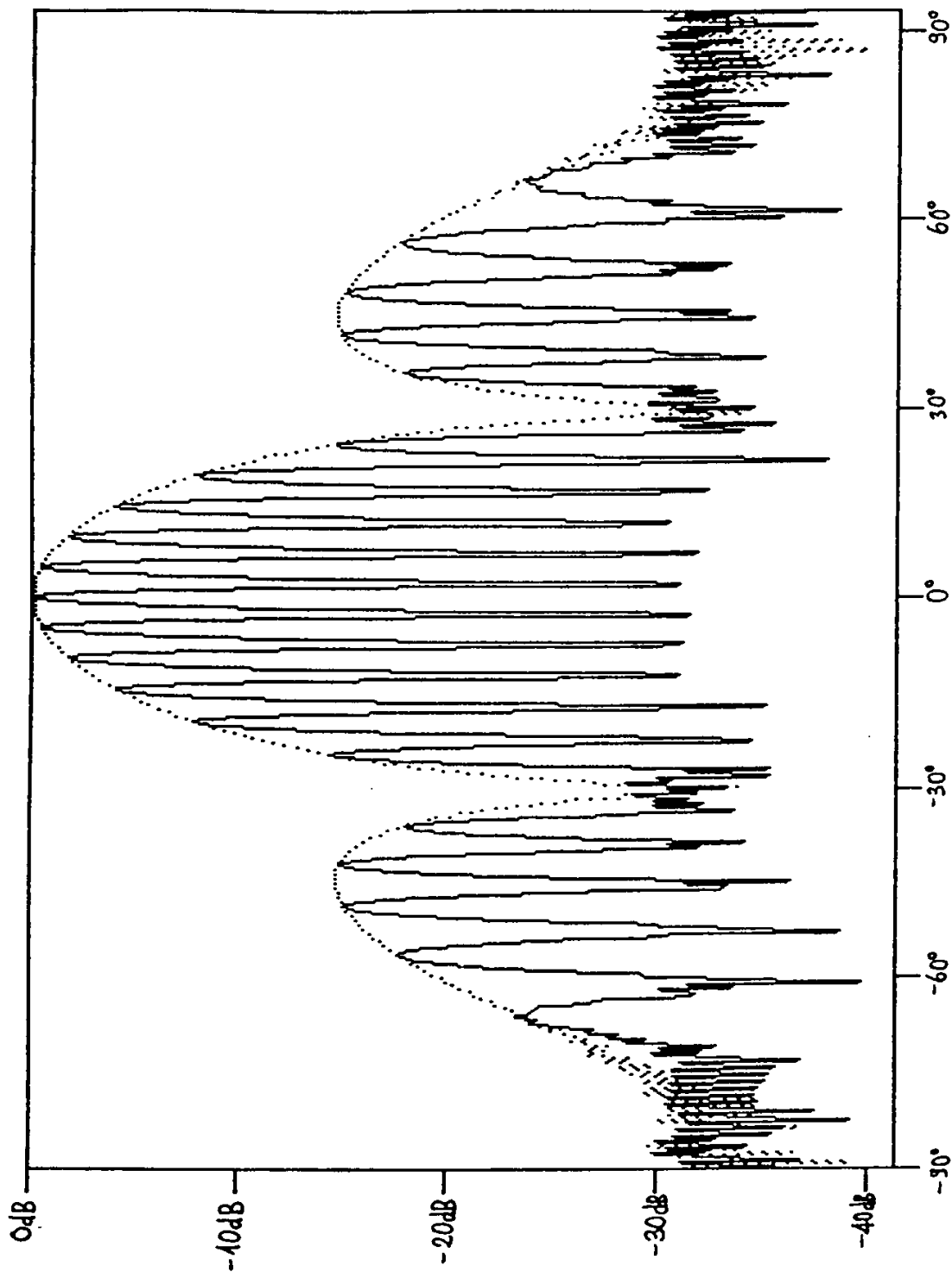
Slika 2. - Vezava merilnih inštrumentov.



Slika 3. - Smerni diagram skupine dveh anten razmaknjenih za 3λ .



Slika 4. - Smerni diagram skupine dveh anten razmaknjenih za 6λ .



Slika 5. - Smerni diagram skupine dveh anten razmaknjenih za 12λ .