

ANTENSKI PRIJAMNI SUSTAVI ZA SMANJENJE SMETNJI PRI PRIJAMU TV SIGNALA

Princip smanjenja smetnji

Na području zapadne obale Istre i nekih dijelova Dalmacije već više mjeseci traju smetnje u prijemu digitalnih televizijskih programa iz svih digitalnih mreža što je posljedica utjecaja signala talijanskih TV postaja koje rade na istim kanalima kao i odašiljači tvrtke Odašiljači i veze čije usluge emitiranja koriste svi televizijski koncesionari na nacionalnoj i regionalnoj razini.

Smetnje u prijemu TV signala smanjujemo na taj način da povećamo odnos između korisnog i smetajućeg signala. Bilo kakav pokušaj rješenja s ugradnjom pojačala, usisnih filtera neće riješiti problem smetnji. Na području zapadne obale Istre radi o istokanalnim smetnjama na kanalu K28, K29 i K53.

Rješenje, koje osjetno može smanjiti ili čak u potpunosti eliminirati utjecaj smetnje, ovisno o lokaciji i jačini smetajućeg signala, je korištenje 2 ili više prijemnih antena.

Razlike u nivoima između korisnog i smetajućeg signala su ovisne o položaju mjesta prijama te predložena rješenja nisu uvijek dostatna za potpuno otklanjanje smetnji. Osim toga utjecaj smetnji je uveliko ovisan i o vremenskim uvjetima i propagaciji, što je ljeti posebno izraženo.

Prijemno polje se može znatno promijeniti i ukoliko pomaknemo antenu za nekoliko metara ili antenu zaklonimo kako bi smanjili utjecaj smetajućeg signala tako da treba potražiti optimalan položaj prijemne antene. Svjesni smo da na obiteljskim kućama za to nema previše mogućnosti te je to najčešće nemoguće, ali na stambenim zgradama treba svakako pokušati primjeniti i tu metodu.

Istovremeno je važno napomenuti da se prijemno polje mijenja i po visini tako da opće rašireno uvjerenje da je najbolje postaviti antenu na vrh stupa ne znači i da je to najbolje rješenje.

Teoretski se amplituda jačina polja sinusoidalno mijenja sa visinom pa se lako može dobiti i minimum signala koji može biti čak i 10-15 dB manji od maksimuma na toj istoj poziciji. Perioda te sinusoide je ovisna o udaljenosti odašiljačke i prijemne točke, visinske razlike među njima, odbijanja od zemlje, mora i ne postoji „formula“ za njeno točno određenje. Ako na krovu već postoji antenski stup, treba pokušati promjenom visine, naći optimalnu poziciju.

Izbor antene

Pravilno odabrana antena je najvažniji element u otklanjanju, odnosno, smanjenju utjecaja smetnje. Najbolje je koristiti usmjerene YAGI UHF antene, koje su duže vrijeme bile „zapostavljene“, a neko vrijeme ih čak nije bilo moguće niti nabaviti. Te antene su skuplje od logaritamskih antena pa ih se zato rjeđe koristi, no, njihove prednosti, kvaliteta, dugovječnost će se vrlo brzo isplatiti.

U tekstu nisu navedeni proizvođači antena, ali su opisana i prikazana neka od rješenja. Rješenja je moguće izvesti i sa logaritamskim UHF antenama, ali su rezultati lošiji jer je dobitak tih antena, u odnosu na YAGI antene, osjetno manji (6 i više dB).

Najbolji rezultati se postižu ukoliko koristite kanalne antene (antene za grupe kanala) te ukoliko kompletan sustav primjenjujete na pojedinačni prijem kanala. Dakle posebno rješenje za K28 (**MUX A**) i za K53 (**MUX B**).

Zbog susjednih kanala K28 i K29 (**MUX A** i **MUX D**) rješenje može biti zajedničko, ukoliko smetnja dolazi iz istog smjera

Odnos kanal /frekvencija /valna duljina - λ

širina UHF kanala je 8MHz

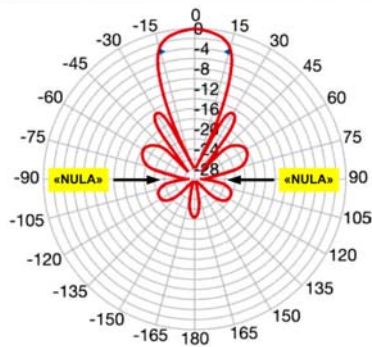
UHF kanal	frekvencija MHz	valna duljina λ (m)	UHF kanal	frekvencija MHz	valna duljina λ (m)	UHF kanal	frekvencija MHz	valna duljina λ (m)
21	474	0,633	38	610	0,492	55	746	0,402
22	482	0,622	39	618	0,485	56	754	0,398
23	490	0,612	40	626	0,479	57	762	0,394
24	498	0,602	41	634	0,473	58	770	0,390
25	506	0,593	42	642	0,467	59	778	0,386
26	514	0,584	43	650	0,462	60	786	0,382
27	522	0,575	44	658	0,456	61	794	0,378
28	530	0,566	45	666	0,450	62	802	0,374
29	538	0,558	46	674	0,445	63	810	0,370
30	546	0,549	47	682	0,440	64	818	0,367
31	554	0,542	48	690	0,435	65	826	0,363
32	562	0,534	49	698	0,430	66	834	0,360
33	570	0,526	50	706	0,425	67	842	0,356
34	578	0,519	51	714	0,420	68	850	0,353
35	586	0,512	52	722	0,416	69	858	0,350
36	594	0,505	53	730	0,411			
37	602	0,498	54	738	0,407			

Zaštita s usmjerenošću antene

Teoretski je rješenje problema jednostavno. Dovoljno je upotrijebiti prijamnu antenu, čiju izrazitu „nulu“ u njenom antenskom dijagramu postavimo u smjer smetnje.

Taj postupak ima ograničeno područje primjene :

- zato jer je „nula“ često pod pravim kutem u odnosu na smjer glavnog snopa signala te ukoliko na taj način postavimo antenu, izgubit ćemo i dio korisnog signala.
- zato jer je kod nekih antena „nula“ slabo izražena

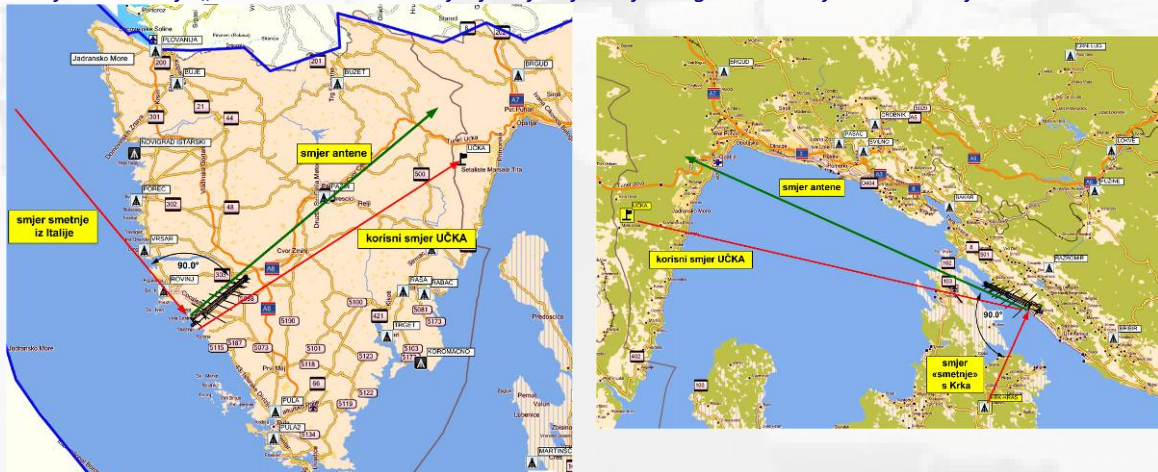


Taj postupak se koristi u slučaju ako smetnja dolazi samo iz jednog smjera što se rijetko događa s obzirom da se signal odbija od brda, zgrada i metalnih dijelova tako da imamo prisutan i reflektirani smetajući signal. Tu metodu možemo upotrijebiti samo ako je nivo smetnje niži od nivoa korisnog signala te ako nam smjer dolaska smetnje to omogućava, kako razlika kuta usmjerenja antene i korisnog smjera ne bi bila prevelika.

Ta se način dosta koristi i kod smanjenja utjecaja susjednih SFN odašiljača iste mreže digitalnih odašiljača tako da često imate slučaj da najbolji smjer antene nije u smjeru odašiljača, odnosno, antena nije usmjerena prema samom odašiljaču.

U tom slučaju i logaritamska antena može biti dobra jer joj je „nula“ dosta izražena. U takvim slučajevima odstupanje antene od glavnog, korisnog signala, može biti i značajno pa se to i ne može uvijek primjeniti te treba odabrati antenu s drugim antenskim dijagramom, odnosno antenu čija konstrukcija ima „nulu“ u potrebnom smjeru.

Primjer korištenja „nule“ antene za smanjenje utjecaja susjednog SFN odašiljača ili smetnje



Dakle, problem je ipak kompleksan i rješenja, nažalost, nisu tako jednostavna te najčešće treba koristiti sustave sa dvije ili četiri antene.

Sustav s dvije antene u horizontalnoj ravnini

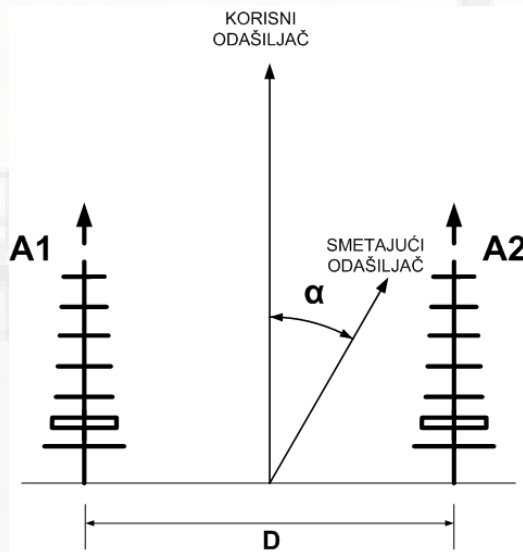
Odaberemo 2 identične UHF antene, preporučamo kanalne UHF YAGI antene (ili antene za grupu kanala), postavljene u istoj horizontalnoj ravnini, kao na slici. Napon na antenama, koji dobijamo iz korisnog polja se praktički duplira, dakle, poveća se za **3 dB** i to ako su antene paralelne i ako se nalaze u homogenom elektromagnetskom polju. Istovremeno, napon smetajućeg signala, koji je na antenama, isti po jačini, dobijemo s različitom fazom, ovisno o razmaku antena i kuta upada smetajućeg signala.

Postupak je slijedeći:

a) izjednačimo jačinu nivoa smetajućeg signala na obje antene kako bi mogli dobiti gušenje s depolarizacijom

- premještanjem položaja antena ili
- na jedan kraj kabela postavimo promjenjivi atenuator 0,5-2db ili
- rotacijom cijelog sustava oko osi

b) reguliramo udaljenost **D** kako bi dobili protufazni nivo smetajućeg signala



Problem je riješiv, osim ako smetajući i korisni signal dolaze iz istog smjera!

S obzirom da je povećanje korisnog signala nešto manje od 3 dB, što se u praksi niti ne osjeti, važno je napomenuti da se pri tome smanjio nivo smetajućeg signala čime se povećao odnos korisnog signala u odnosu na smetajući.

Ako želimo postići dovoljan „zaštitni“ odnos korisnog u odnosu na smetajući signal, moramo biti jako precizni pri podešavanju antena i određivanju iste amplitude

smetajućeg signala, a time i protufaznosti ukupnog signala pa preporučamo korištenje odgovarajućih mjernih uređaja.

Ovakav sustav s dvije antene možemo realizirati sa bilo kojim UHF antenama pod uvjetom da su antene iste i da su kabeli odlično simetrirani (identični!)

Prije nego postavimo sustav s 2 antene za otklanjanje smetnje, moramo postaviti i odrediti glavne karakteristike sustava te predvidjeti razna mehanička rješenja. Na slici se nalazi primjer spojnice - ukrute horizontalne cijevi na kojoj se nalaze antene s mogućnošću rotacije oko vertikalne osi (stupa). Kao antene smo koristili antene koje imaju podesive držače za V i H polarizaciju što nam je uveliko pomoglo pri postavljanju paralelnosti antena i koje nam omogućava lako podešavanje razmaka **D** između antena.



Pretpostavimo da smetnja upada pod kutem α u odnosu na korisni signal. Unatoč reflektiranim signalima postoji sigurno glavni smjer smetnje te računski možemo dosta precizno odrediti udaljenost D . Precizno podešavanje razmaka D radimo uz pomoć instrumenata.

$$D = (2k+1) \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$$

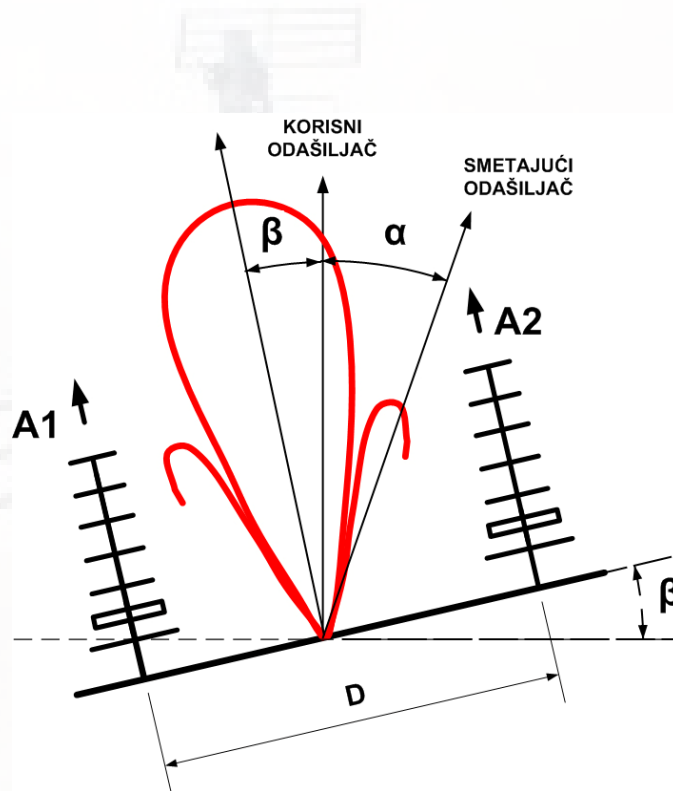
λ = valna duljina smetajućeg signala, koji je u našem slučaju identična korisnom signalu. Ne ulazeći u detaljne rasprave i objašnjenja vezana uz protufazne kuteve, možemo zaključiti da je razmak D ovisan od valnoj duljini i kutu upada smetajućeg signala. Pri tome naglašavamo da za koeficijent k treba izabrati što manju vrijednost, a da razmak antena bude primjeren. Antene ne smiju biti preblizu jer se onda pojačava njihov međusobni utjecaj (antene se mogu „zakuplati“ i taj efekat treba izbjeći!).

U slučajevima malog kuta α dobijamo male vrijednosti razdaljine D . Te probleme, osim povećanja faktora k možemo riješiti na 2 načina:

a) rotacijom antenskog dijagrama s mehaničkom rotacijom sustava oko vertikalne osi. Udaljenost D je u tom slučaju izračunata za kut $\alpha + \beta$, a ne samo za kut α jer je vrijednost za D premala

$$D = (2k+1) \frac{\lambda}{2 \sin(\alpha + \beta)}$$

Pri tome ćemo, naravno, izgubiti mali dio nivoa korisnog signala, ali ćemo dobiti na povećanju odnosa korisni/smetajući signal.



b) električkom rotacijom antenskog dijagrama, koja se umjesto električki jednakih koaksijalnih kabela, postiže različitim dužinama kabela, zbog kompliciranosti ne preporučamo jer zahtjeva precizno mjerenje dužine kabela i mjerenja specijalnim laboratorijskim instrumentima.

Kao što smo već ranije spomenuli, u slučaju da pomoću formula dobijemo male vrijednosti razmaka **D**, tada bi antene bile preblizu i dobit uslijed dvojnih paralelnih antena bi bila manja od 3 dB. Pri tome je sustav loše prilagođen, a problem je i mehaničke prirode (nemogućnost smještaja antene do antene). S obzirom na dimenzije dipola, preporučamo da razmak između krajeva dipola ne bude manji od $\lambda/2$, odnosno, minimalni preporučeni razmak (mjereno od centra dipola) između dvije antene je λ . Za sustav za K28 je taj minimalni razmak 56 cm, a za K53 je minimalni razmak 41 cm

kut α	D (K=0, za K28)	D (K=1, za K28)	D (K=0, za K53)	D (K=1, za K53)
5	3,248	-	2,358	-
10	1,630	-	1,184	-
15	1,094	-	0,794	-
20	0,828	-	0,601	-
25	0,670	-	0,486	-
30	0,566	-	0,411	-
35	0,493	1,480	0,358	1,075
40	0,440	1,321	0,320	0,959
45	0,400	1,201	0,291	0,872
50	0,369	1,108	0,268	0,805
55	0,346	1,037	0,251	0,753

kut α	D	D	D	D
	(K=0, za K28)	(K=1, za K28)	(K=0, za K53)	(K=1, za K53)
60	0,327	0,980	0,237	0,712
65	0,312	0,937	0,227	0,680
70	0,301	0,904	0,219	0,656
75	0,293	0,879	0,213	0,638
80	0,287	0,862	0,209	0,626
85	0,284	0,852	0,206	0,619
90	0,283	0,849	0,206	0,617
95	0,284	0,852	0,206	0,619
100	0,287	0,862	0,209	0,626
105	0,293	0,879	0,213	0,638
110	0,301	0,903	0,219	0,656
115	0,312	0,937	0,227	0,680
120	0,327	0,980	0,237	0,712
125	0,345	1,036	0,251	0,752
130	0,369	1,108	0,268	0,804
135	0,400	1,200	0,290	0,871
140	0,440	1,320	0,320	0,959
145	0,493	1,479	0,358	1,074
150	0,566	-	0,411	-
155	0,669	-	0,486	-
160	0,826	-	0,600	-
165	1,091	-	0,792	-
170	1,625	-	1,180	-
175	3,226	-	2,342	-

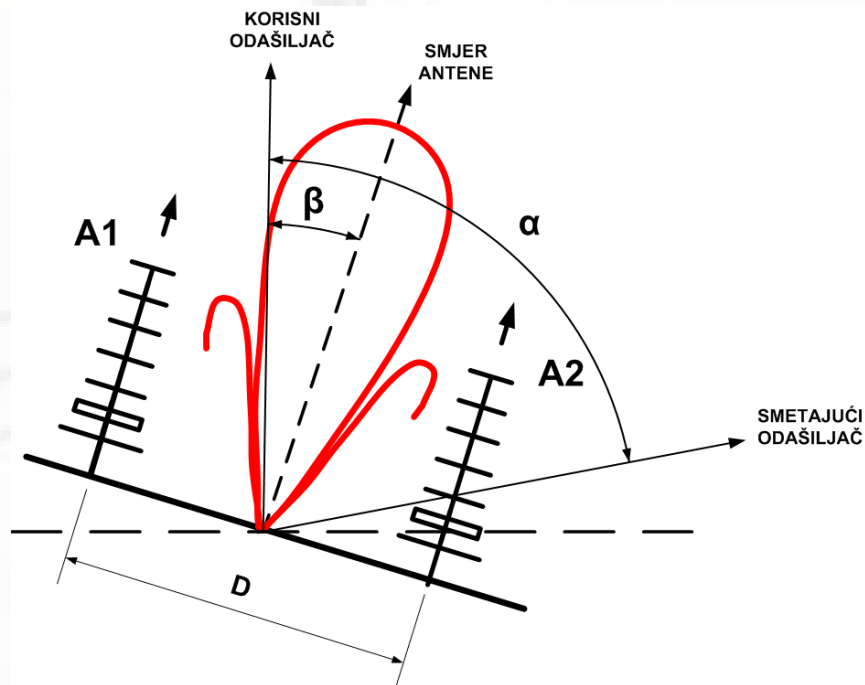
Minimalna vrijednost za razmak antena D , ako je kut $\alpha = 90^\circ$ iznosi

$$D = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{te ako je } k=0, \text{ onda je } D = \frac{\lambda}{2}$$

što je zapravo jako mala vrijednost, npr. za **K28**, ukoliko je $k=0$, $D =$ cca 28cm
Sličnu situaciju imamo za sve kuteve između 40° i 140° .

Prva mogućnost rješenja tog problema je uzimanje vrijednost $k=1$ i tada je $D = 3\lambda / 2$ za kut $\alpha = 90^\circ$, no, tada je sustav previše selektivan. U ovim slučajevima se također može upotrijebiti metoda rotacije dijagrama, ali u suprotnom smjeru. Pri tome se selektivnost ne promjeni, ali se izgubi malo korisnog signala. U tom slučaju se razmak d računa po formuli

$$D = (2k+1) \frac{\lambda}{2 \sin(\alpha - \beta)}$$



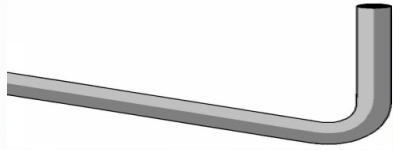
napomene:

- rotacijom sustava paralelnih antena deformiramo antenski dijagram. Pri tome izgubimo dio korisnog signala i ne postizemo najoptimalniji razmak **D**, ali predstavlja jedno od mogućih rješenja,
- predlažemo da kombinirate metode rotacije oko vertikalne osi i precizno podešavanje razmaka **D**,
- kod malih kuteva je razmak **D** dosta velik pa morate koristiti čvršću križnu spojnicu za ukrotu horizontalne cijevi,
- radi smanjenja prijamnog kuta antena možete koristiti sustav sa 4 antene, koji predstavlja i 2 takva sustava postavljena po vertikali.

Sustav s dvije antene s pomakom antena

Antene postavljene jedna iznad druge s pomakom po vertikali

Ako je smjer smetnje približno 180° , prema formuli je razmak **D** jako velik. Sa rotacijom osi antenskog sustava možemo dobiti zadovoljavajuće mehaničke i električke karakteristike, no, u takvim slučajevima, kada smetnja dolazi pod velikim kutem **α** , postoje i druge metode. Jedna je od njih je da antene postavimo jednu iznad druge tako da ostanu u istoj vertikalnoj ravnini u smjeru korisnog odašiljača, ali dipoli YAGI antena nisu u istoj vertikali. To se postiže tako da se jedna antena postavite direktno na vertikalni stup, a drugu antenu s pomoću križne spojnice i L držača postavite iznad te antene s pomakom prema naprijed.



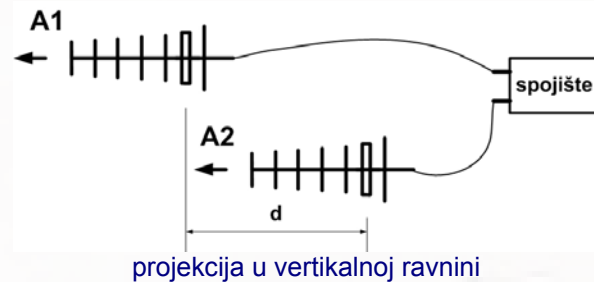
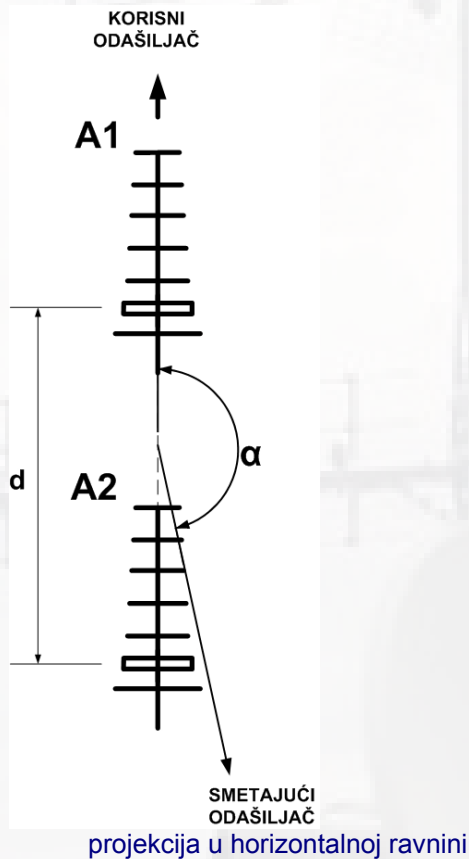
L držač



križna spojnica (90°-90°)



Sustav je kompliciran za izvedbu i potrebna je strpljivost i preciznost.



Koaksijalni kabel do spojišta, a kao spojište se koristi antenski razdjelnik s F konektorima, su različitih duljina i do antene A1 je je električki duži od kabela do antene A2.

Dužina L je razlika dužina ta dva koaksijalna kabela. U ovom slučaju je fazni pomak prijemnog polja u spojištu ovisan o razlici puta signala u prostoru i razlike puta signala u kablama.

Vrijednost udaljenosti d mora biti što bliže vrijednosti L kako bi faza korisnog signala bila što bolja. Pri tome moramo uzeti u obzir da je kod koaksijalnih kabela električna dužina manja od geometrijske (približno $2/3$). Bolji proizvođači kabela specifikacijama navode taj koeficijent skraćivanja, koji je najčešće ima vrijednost od $k=0,66$ do $k=0,85$

ako je $d=L$

$$d = (2k+1) \frac{\lambda}{2 (1-\cos\alpha)}$$

s obzirom da želimo smanjiti selektivnost uzimamo da je $k=0$ i tada za razmak d dobijamo slijedeću vrijednost

$$d = \frac{\lambda}{2 (1-\cos\alpha)}$$

Kod kuta $\alpha = 180^\circ$ dobijamo da je udaljenost $d = \lambda/4$, no, s obzirom da su antene pomaknute i u vertikalnoj ravnini nemamo problema s njihovim međusobnim utjecajem.

kut α	d (K=0, za K28)	d (K=0, za K53)
75	0,382	0,277
80	0,343	0,249
85	0,310	0,225
90	0,283	0,206
95	0,260	0,189
100	0,241	0,175
105	0,225	0,163
110	0,211	0,153
115	0,199	0,144
120	0,189	0,137
125	0,180	0,131
130	0,172	0,125
135	0,166	0,120
140	0,160	0,116
145	0,156	0,113
150	0,152	0,110
155	0,148	0,108
160	0,146	0,106
165	0,144	0,105
170	0,143	0,104
175	0,142	0,103
180	0,142	0,103

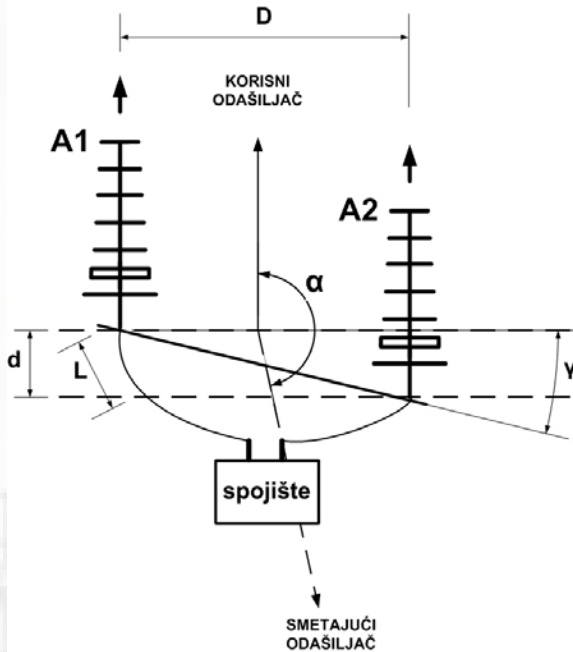
Minimalni vertikalni razmak između antena smije biti vrijednost $\lambda/2$, a preporuča se vrijednost λ (vodite računa o duljini kabela!)

Dvostruki horizontalni pomak antena

U slučajevima dolaznog kuta smetajućeg odašiljača od 180° postoji i druga mogućnost, a to je postavljanje antena u horizontalnoj ravnini s pomakom. Za montažu treba koristiti križnu spojnicu ($90^\circ-90^\circ$), s horizontalnom cijevi i adaptere za vertikalnu polarizaciju koje postavite na horizontalnu cijev i oko koje ćete rotirati antene radi usmerenja prema korisnom odašiljaču.



Koaksijalni kabel do antene A1 je za dužinu L (električki) dulji od dužine kabela do antene A2 . Ako, kao i u prethodnom



primjeru uzmemo da je $L=d$ onda su polja korisnog signala na obje antene u fazi. Za smetajući signal je fazni pomak ovisan o razlici dužine koaksijalnih kabela i razlike puta signala po zraku.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{d}{D}$$

ukoliko znamo kut γ , udaljenost d možemo odrediti iz formule:

$$d \left[L + \frac{\sin(\alpha - \gamma)}{\sin \gamma} \right] = \frac{\lambda}{2}$$

Ova metoda nam pruža dosta mogućnosti jer uz definiciju da je fazni kut $\Psi = \pi$ (analizu nismo pokazali) imamo dva promjenjiva parametra D i d ili u drugom slučaju d i kut γ . Ako je $\alpha = 180^\circ$, dobit ćemo udaljenost $d = \lambda/4$ pri čemu za udaljenost D izaberemo primjerenu (željenu) vrijednost (ne manju od λ).

Dvostruki horizontalni i vertikalni pomak antena

Ova treća mogućnost predstavlja sustav kao u slučaju dvostrukog horizontalnog pomaka antena samo što je jedna antena dodatno pomaknuta u vertikalnoj ravnini i to tako da je gornja antena pomaknuta prema naprijed kao u slučaju vertikalnog pomaka antena. Zbog kompliciranosti proračuna i montaže samo spominjemo tu mogućnost.

Sustav za zaštitu od dva smetajuća signala

Sustav je posebno interesantan za zaštitu od dvije smetnje s različitim valnim duljinama pa čak i sa dva različita kuta upada smetajućeg signala (kutevi mogu biti i jednaki). U tom slučaju ne upotrebljavamo kanalne antene već širokopojasne (za cijeli UHF frekvencijski opseg).

To je primjenjivo za eliminaciju smetnje na K28 i K29 (ukoliko je smetnja na K29 iz približno istog smjera) i eliminaciju smetnje na K53. Ukoliko su upadni kutevi smetnje na K28 i K29 različiti, taj sustav ćemo morati upotrijebiti samo za tu kombinaciju s time da se onda koriste kanalne UHF antene.

Najprije napravimo sustav sa dvije pomaknute antene ili vertikalno pomaknute ili u horizontalnoj ravnini, kako je prije opisano. Radi lakše montaže predložimo horizontalnu ravninu antena. Sa tim prvim sustavom napravimo zaštitu od smetajućeg signala valne duljine λ_1 i upadnog kuta α_1 . Izbor sustava ovisi o razmaku D i kutu upada smetnje α .

Signal sa te dvije antene zbrojimo s razdjelnikom. Nakon toga napravimo drugi sustav identičan prethodno odabranom kojim napravimo zaštitu od smetajućeg signala valne duljine λ_2 i upadnog kuta α_2 .

Ako je jedan smetajući signal po kutu blizu korisnog signala, npr. $\alpha_1 = 20^\circ$, a drugi smetajući signal dolazi pod kutem $\alpha_2 = 180^\circ$ moramo napraviti slijedeće:

- za zaštitu protiv smjera α_1 : dvije antene u horizontalnoj ravnini s pomakom treba postaviti okomito na smjer korisnog odašiljača
- za zaštitu protiv smjera α_2 : uzmemo dva takva sustava i pomaknemo ih po osi

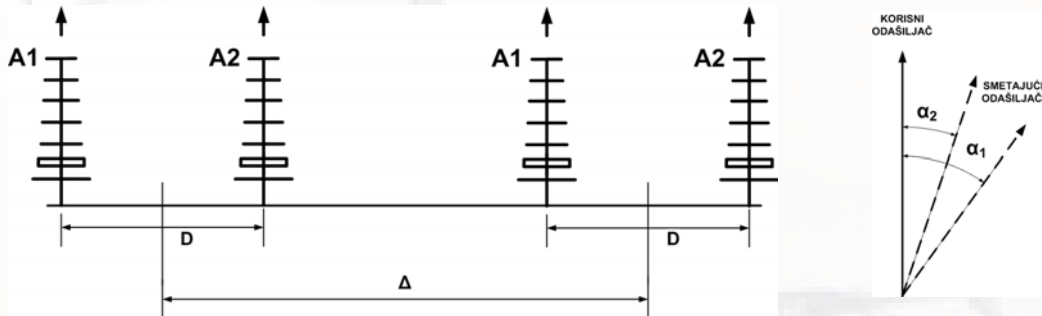
Naravno, možemo upotrijebiti bilo koju od metoda, no, pri tome treba paziti na vrijednosti α_1 i α_2 , a prije svega treba paziti na mehaničku konstrukciju držača.

Metoda za eliminaciju smetnji iz dva smjera nije jednostavna, kao što možda izgleda na prvi pogled jer osim što treba računati odnose za α_1 i α_2 treba uzeti u obzir jačinu polja smetajućih signala i mehaničke mogućnosti. pa ga baš i ne preporučamo, ukoliko nemate mjerni instrument i ukoliko imate ograničen prostor na krovu. U kombinaciji sa kosim krovom izvedba takvog sustava zahtjeva strpljenje i dosta vremena.

Rješenje takvog sustava nije ni teroretski baš najjednostavnije. Naime, kako bi eliminirali utjecaj te dvije smetnje, moramo dobiti „nulu“ u smjeru α_1 za kanal frekvencije f_1 i „nulu“ za smjer α_2 za kanal frekvencije f_2 . što predstavlja 2 parametra za svaku smetnju.

Naravno, da se problem može riješiti sa dva nezavisna sustava dvostrukih antena gdje lako reguliramo dva parametra : razmak D i duljinu L ili npr. dvostrukim pomakom. Loša strana te metode je što ti parametri nisu baš u potpunosti neovisni jer regulacija jednoga poremeti položaj obje „nule“ za α_1 i α_2 pa je podešavanje, ponavljamo, dugotrajno i dosta teško (sporo).

Metoda korištenja 4 antene rješava problem međusobne ovisnosti „nule“ jer lagano podešavamo i postavimo svaku pojedinačnu „nulu“. Osim toga dobijemo i **3dB** korisnog signala u odnosu na sustav sa dvije antene. No, sustav je skuplji i zauzima dosta prostora na krovu i antenskom stupu.



$$D = \frac{\lambda_1}{2 \sin \alpha_1} \quad \text{razmak } D \text{ predstavlja zaštitu od smetajućeg signala } \lambda_1 \alpha_1, \text{ za } k=0$$

$$\Delta = 3 \frac{\lambda_2}{2 \sin \alpha_2} \quad \text{razmak } \Delta \text{ predstavlja zaštitu od smetajućeg signala } \lambda_2 \alpha_2, \text{ za } k=0$$

Opisana metoda je uprabiva i ako je $\alpha_1 = \alpha_2$, ali tada λ_1 i λ_2 ne smiju biti jednaki (primjer: smetnje iz istog smjera na oba kanala K28 i K53) odnosno $\lambda_1 = \lambda_2$ ali tada α_1 i α_2 ne smiju biti jednaki. To je u slučaju ako smetnja dolazi iz istog odašiljača, ali iz dva smjera (glavni i reflektirani signal, no, najčešće je tada dovoljan sustav sa dvije antene. U slučaju K28 i K29, zbog male razlike λ možemo smatrati da je uvjet $\lambda_1 = \lambda_2$ zadovoljen te ukoliko imamo takav slučaj možemo koristiti ovu metodu za eliminaciju smetnje iz dva smjera.

U slučaju da je nivo korisnog odašiljača dovoljno velik i ukoliko je nivo smetnje manji ili nije jako izražen, odnosno , u slučaju da je dovoljno gušenje smetnje u iznosu od 6 do 10dB možemo postaviti sustav sa dvije antene tako da sa finom regulacijom razmaka D i osi “zagušimo” signal smetnje.

U slučaju da je nivo korisnog signala mali, a nivo smetnji veliki, moramo postaviti sustav sa 4 prijamne antene.

Ograničenja pri upotrebi antena za eliminaciju smetnji

Razumljivo je da opisani sustavi daju rezultate samo u ukoliko su signali konstantni po nivou i fazi.

Promjene signala uslijed vremena (fading), najčešće mijenjaju samo nivo signala čime se mijenja odnos korisnog prema smetajućem signalu što može predstavljati dodatni problem, na koji ne možemo utjecati. Pri brzom promjeni nivoa smetajućeg signala, uslijed promjena propagacijskih uvjeta, teško je podešavati razmak antena što zna još više zakomplicirati sam postupak eliminacije smetnji i u takvim uvjetima je taj postupak praktički nemoguće izvesti. U slučaju da lokalni gap filler (pretvarač) već na ulazu u uređaj prima ometani signal, tada opisana rješenja također neće pomoći u otklanjanju smetnji.

napomene:

- odabrane antene moraju biti identične po svim karakteristikama,
- koaksijalni kabele moraju biti iste kvalitete, po mogućnosti sa istog koluta,
- u sustavima gdje kabele moraju biti jednake dužine, obratite posebnu pozornost pri rezanju kabela. S višom frekvencijom morate povećati preciznost određivanja jednakih dužina kabela: npr. za 800 Mhz razlika od 0,7mm odgovara faznom pomaku od 1° ,
- kabele od antena do razdjelnika (spojišta) moraju biti što kraći, ako računamo sa geometrijskim dužinama. Ako ne računamo gubitak u kabelema pri produljenju kabela za duljinu L postoji mogućnost promjene električne duljine kabela. Ako se kabele moraju razlikovati za duljinu L , moraju biti uvijek veći od $\lambda / 2$. Dužina $L+n \lambda$ odgovara dužini L , ali samo za jedan kanal ili za centralnu frekvenciju grupe kanala. Ne zaboravite da je selektivnost dužine $L+n \lambda$ veća od dužine L i zato morate biti jako precizni kod rezanja kabela i izrade konektora,
- poželjna je uporaba jako usmjerenih antena jer time dobijamo veliko pojačanje korisnog signala. Takva antena ima uzak glavni snop i male bočne latice pa je pogodna za gušenje smetnji,
- antene sastavljene u sustave sa 4 ili 8 antena imaju jako uski prijemni kut i sa podešavanjem njihovog međusobnog razmaka može se precizno odrediti položaj „nule“ antene. Naglašavamo da se uvijek grupiraju dvije i dvije antene zajedno. Takvi kompleksni antenski sustavi imaju i veliku „prijamnu antensku površinu“ pa treba paziti na to da se ne pretjerivati sa brojem antena. Osim toga, ne smijemo zaboraviti da se povećanjem broja antena povećava i dužina koaksijalnih kabela čime se povećava i gušenje korisnog, ali i smetajućeg signala, no, pri tome se ne mijenja njihov odnos.
- obratite pozornost na mehaničku čvrstoću kompletnog sustava. Sustav mora biti dovoljno čvrst i otporan na utjecaj vjetera.
- sve spojeve dobro zaštitite vulkanizirajućom gumenom trakom, kako zbog prodora vode ne bi došlo do električne promjene antenskog sustava.