ANTENSKI SISTEMI

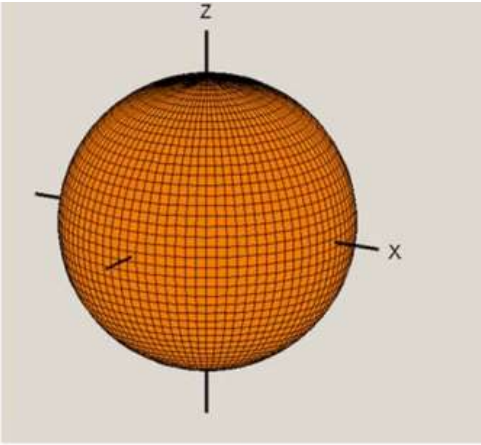
- Antena – element u kome se vrši transformacija električnog signala u EM talas i obratno, u zavisnosti da li se koristi za prijem ili predaju signala
- Podela antena:
  - prema tehnologiji izrade: aktivne i pasivne
  - prema radnom opsegu: uskopojasne i širokopojasne
  - prema usmerenosti (dijagramu zracenja): neusmerene (omnidirekcione) i usmerene
  - prema frekvencijskom opsegu
  - prema načinu realizacije: dipol, yagi uda, log-normalne, helikoidne, antenski nizovi ...
- Osnovne karakteristike antenskih sistema:
  - Dijagram zračenja antene
  - Pointingov vektor
  - Polarizacija antene
  - Direktivnost (usmerenost) antene
  - “Gain” (pojačanje) antene
  - Efikasnost antene
  - Efektivna površina/dužina antene
  - Impendansa antene
  - Radni opseg antene

Pointingov vektor - definicija

Pointing-ov vektor – predstavlja gustinu snage EM polja po jedinici površine, tj Pointingov vektor je količina elektromagnetne energije koja prođe u jedinici vremena (1s), kroz površinu od 1m2 normalnu na pravac prostiranja EM talasa. Dakle Pointingov vektor definise prenos energije po jedinici površine, u jedinici vremena. **SI jedinica Pointingovog vektora je W/m2.**

Dijagram Zračenje antena - definicija i objašnjenje

Kada se posmatra antena iz dovoljno udaljene tačke moze se aproksimirati da je zračenje oko nje idealno sferično. Raspodela gustine snage po površini te zamisljene sfere za vecinu antena nije ravnomerna. Antena kod koje je gustina snage po povrsini zamisljene sfere na odredjenom rastojanju od antene ravnomerna, naziva se izotropni radijator.



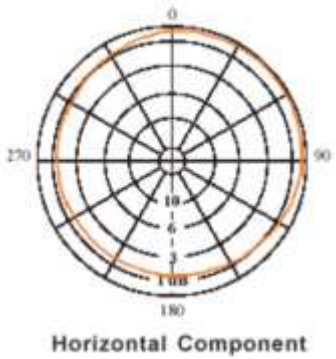
Prostorni (3D) dijagram zračenja se definise kao zakon raspodele gustine snage po površini

sfere oko antene. Umesto prostornog (3D) dijagrama se koriste **dijagrami u ravni (2D) i to: dijagram zračenja u horizontalnoj i vertikalnoj ravni.**

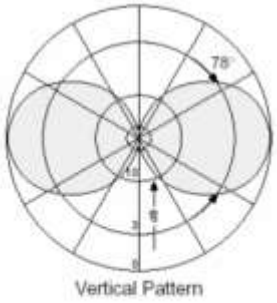
Horizontalna ravan je ravan paralelna sa površinom zemlje u tački antene.

Vertikalna ravan je ravan normalna na površinu zemlje i prolazi kroz osu maksimalnog zračenja.

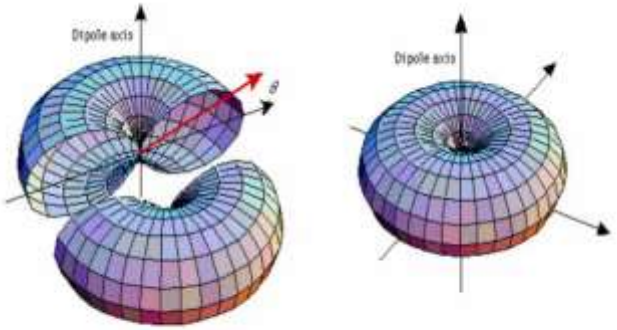
Prema obliku zračenja u horizontalnoj ravni antene se dele na:
- Usmerene
- Neusmerene (omnidirekcione)



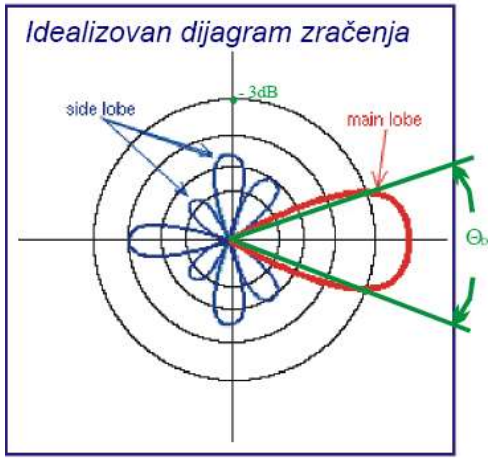
Horizontal Component



Vertical Pattern



Prostorni dijagram zračenja omnidirekcione antene



Za usmerene antene definiše se osa maksimalnog zračenja. Dijagram zračenja kod usmerenih antena sadrži glavni snop i vise sporednih snopova (listova). Definise se Θ_D - ugao širine snopa – ugao koji zaklapaju poluprave koje prolaze kroz tačke na dijagramu zračenja gde je vrednost električnog polja $\sqrt{2}$ puta manja od vrednosti polja na (tj. snaga zracenja dva puta manja (-3dB) od snage na pravcu maksimalnog zračenja). U literaturi ovaj ugao se jos naziva HPBW (Half-Power BeamWidth)

Direktivnost i Gain (Pojacanje) antene

Posmatra se sfera određenog poluprečnika oko antene i na toj sferi definišemo tačke sa različitim vrednostima gustine snage. **Direktivnost** definiše odnos maksimalne gustine snage antene (gustine snage u pravcu maksimalnog zračenja) na sferi poluprečnika r i srednje gustine snage na istoj sferi antene. Direktivnost (usmerenost) predstavlja meru usmerenosti dijagrama zračenja antene (antena koja zrači u svim pravcima podjednako će imati direktivnost jednaku 1 (0dB).

D = Smax/Ssr = Umax/Usr
Smax - gustina snage po pravcu max zracenja; Ssr - srednja gustina snage
Umax - intenzitet zracenja po pravcu max zracenja; Usr - srednji intenzitet zracenja
Intenzitet zracenja: U = S*r^2 = PzR/4π
Intenzitet zracenja je snaga zracenja po prostornom uglu, jedinica je W/sr.
Direktivnost se cesto izrazava u logaritamskoj skali u odnosu na direktivnost izotropne antene kada je u jedinicama dBi (decibel izotropni):
D(dBi) = 10log10(D/Di) = 10log10(D)

Za antene sa jednim glavnim lobom često se koristi aproksimacija:

$D \approx 41253 / (\mathrm{HPBW}_E * \mathrm{HPBW}_H)$
(HPBW - ugao u stepenima)

Direktivnost i Gain (Pojacanje) antene

Direktivnost uzima u obzir samo stvarno izračenu snagu koja je teško merljiva, a isključuje gubitke i zato je loša za praksu.
Gain (Pojacanje) antene je parametar koji se češće koristi jer uključuje i gubitke.
Gain antene povezuje direktivnost i gubitke na anteni:

$G = \eta * D,$

η – koeficijent iskorišćenja (stepen korisnog dejstva) antene (<1) koji uzima u obzir sve gubitke na anteni i definisan ja sa:

$$\eta = \frac{P_{ZR}}{P_0},$$

PZR – srednja snaga koja se izrači iz antene (usrednjavanje je po vremenu)
P0 – snaga napajanja antene □
Izvestan deo snage generatora se troši na pokrivanje gubitaka Pgub

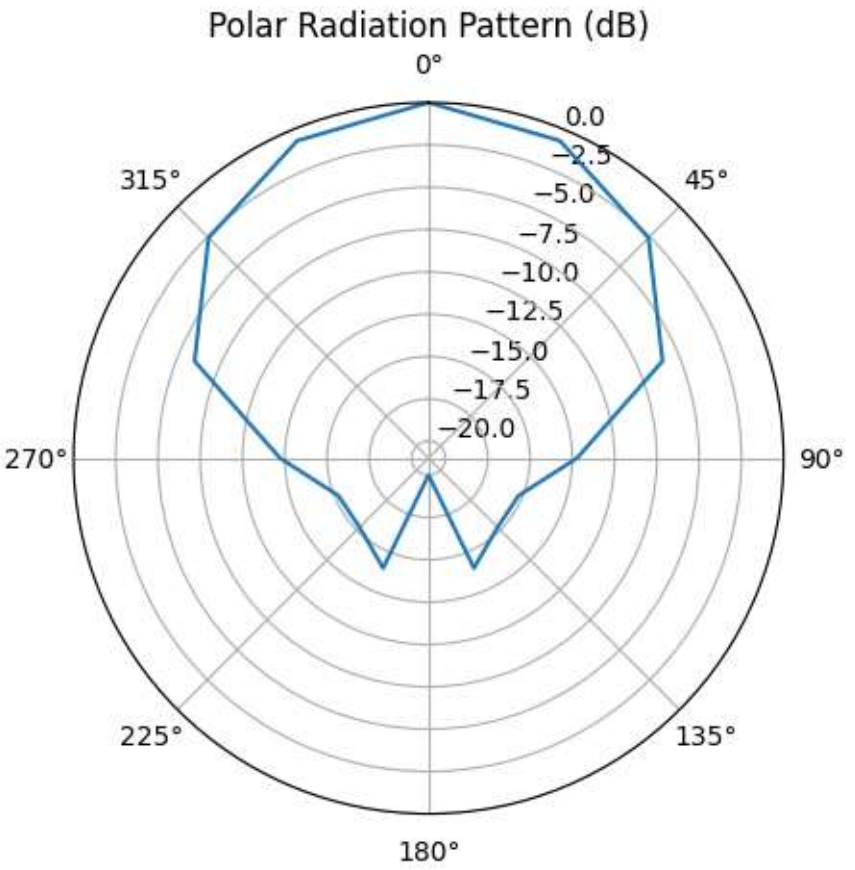
$P_{ZR} = 4\pi U_{sr}$

1. Na osnovu tablearnih podataka skicirati dijagram zracenja usmerene Yagi-Uda antene i graficki odrediti ugao sirine snopa antene. Uzimajuci u obzir da je vertikalna ravan zapravo ravan oscilovanja vektora elektricnog polja a horizontalna ravan oscilovanja magnetnog polja a da je dijagram zracenja rotaciono simetričan odrediti direktivnost ove antene u dBi. Ukoliko je snaga napajanja antene 300W oderiditi Gain antene.

Ugao (°)	Snaga/sr (W/sr)
0	100
22.5	85
45	55
67.5	25
90	6
112.5	3
135	3
157.5	4
180	1
202.5	4
225	3
247.5	3
270	6
292.5	25
315	55
337.5	85
360	100

1. Na osnovu tablearnih podataka skicirati dijagram zracenja usmerene Yagi-Uda antene i graficki odrediti ugao sirine snopa antene. Uzimajuci u obzir da je vertikalna ravan zapravo ravan oscilovanja vektora elektricnog polja a horizontalna ravan oscilovanja magnetnog polja a da je dijagram zracenja rotaciono simetričan odrediti direktivnost ove antene u dBi. Ukoliko je snaga napajanja antene 300W oderiditi Gain antene.

Ugao (°)	Snaga/sr (W/sr)	Snaga (dB)
0	100	0.00
22.5	85	-0.71
45	55	-2.60
67.5	25	-6.02
90	6	-12.22
112.5	3	-15.23
135	3	-15.23
157.5	4	-13.98
180	1	-20.00
202.5	4	-13.98
225	3	-15.23
247.5	3	-15.23
270	6	-12.22
292.5	25	-6.02
315	55	-2.60
337.5	85	-0.71
360	100	0.00



1. Na osnovu grafika $HPBW_E = HPBW_H \approx 95^\circ$

$D \approx 41253 / (95 * 95)$

$D \approx 41253 / 9025 = 4.57$

$D\ (dBi) = 10\log(4.57)$
$D\ (dBi) \approx 6.6\ dBi$

$D = U_{max} / U_{sr}$
pa:
$U_{sr} = U_{max} / D = 100/4.57 \approx 21.1\ W/sr$

$P_{tot} = P_{zR} = 4\pi U_{sr} = 4\pi * 21.1 \approx 264\ W$

$\eta = P_{zR} / P_0 = 264/300 \approx 0.88$

$G = \eta * D = 0.88 * 4.57 \approx 4$

2. Ukoliko je snaga napajanja antene 200W, koeficijent iskoriscenja antene 0.9 a Gain antene 4.6, odrediti direktivnost antene, maksimalni intenzitet zracenja i ugao sirine snopa antene u H i E ravni. Skicirati dijagram zracenja antene ukoliko se zna da je snaga maksimalnog zracenja na pravcu 0° i da na svakih 22.5° od granice sirine snopa antene postoji pad od 3dB. Uzeti u obzir da je vertikalna ravan zapravo ravan oscilovanja vektora elektricnog polja a horizontalna ravan - ravan oscilovanja magnetnog polja i da je dijagram zracenja rotaciono simetrican. Kolika je snaga zracenja po prostornom uglu (intenzitet zracenja) na pravcu 270°?

2.

$G = \eta * D \quad \Rightarrow \quad D = G / \eta = 4.6 / 0.9 \approx 5.1$

$\eta = P_{zR} / P_0 \quad \Rightarrow \quad P_{zR} = \eta * P_0 = 0.9 * 200 = 180$ W

$P_{zR} = 4\pi U_{sr} \quad \Rightarrow \quad U_{sr} = P_{zR} / 4\pi = 14.3$ W/sr

$D = U_{max} / U_{sr} \quad \Rightarrow \quad U_{max} = D * U_{sr} = 5.1 * 14.3 = 72.9$ W/sr

$D \approx 41253 / (HPBW_E * HPBW_H) = 41253 / HPBW^2$

$HPBW^2 \approx 41253 / D = 90^\circ$

2.

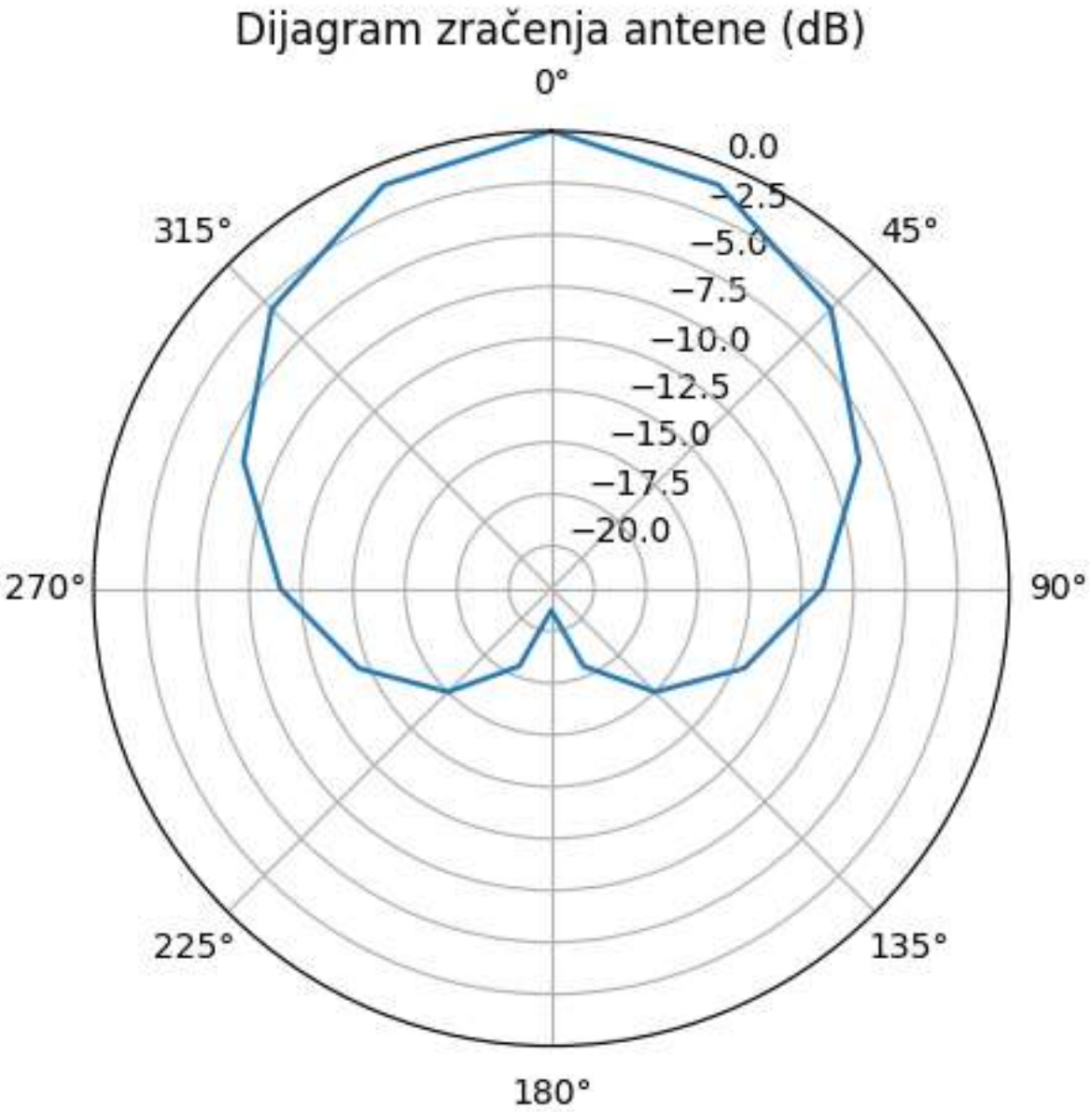
Ugao (°)	Snaga/sr (W/sr)	Snaga (dB)
0	72.9	0.00
22.5	/	/
45	36.45	-3.0
67.5		-6.0
90		-9.0
112.5		-12.0
135		-15.0
157.5		-18.0
180		-21.00
202.5		-18.0
225		-15.0
247.5		-12.0
270		-9.0
292.5		-6.0
315	36.45	-3.0
337.5	/	/
360	100	0.00

$U(270)(dB) = -9dB = 10\log(U(270)/Umax)$

$U(270) = Umax * 10^{-0.9}$

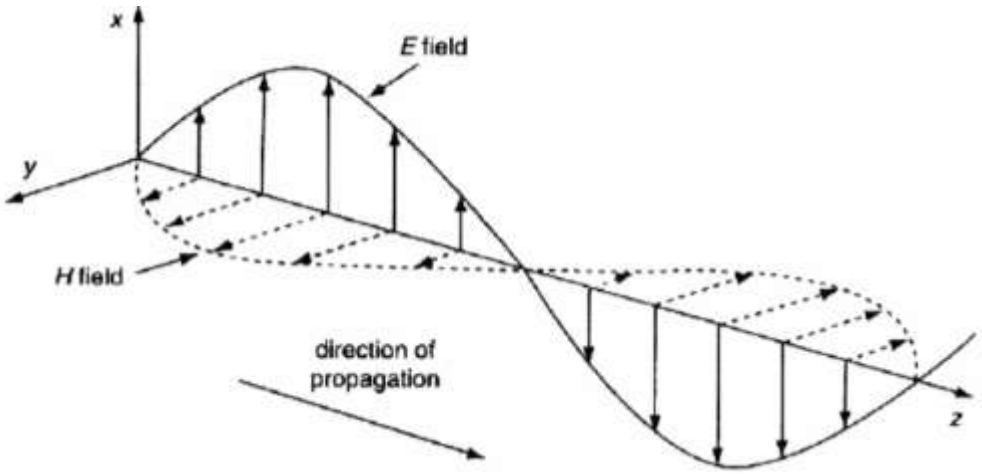
$U(270) = 9.1$ W/sr

2.


Dijagram zračenja antene (dB)
0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°
0.0
−2.5
−5.0
−7.5
−10.0
−12.5
−15.0
−17.5
−20.0

Polarizacija kod antena

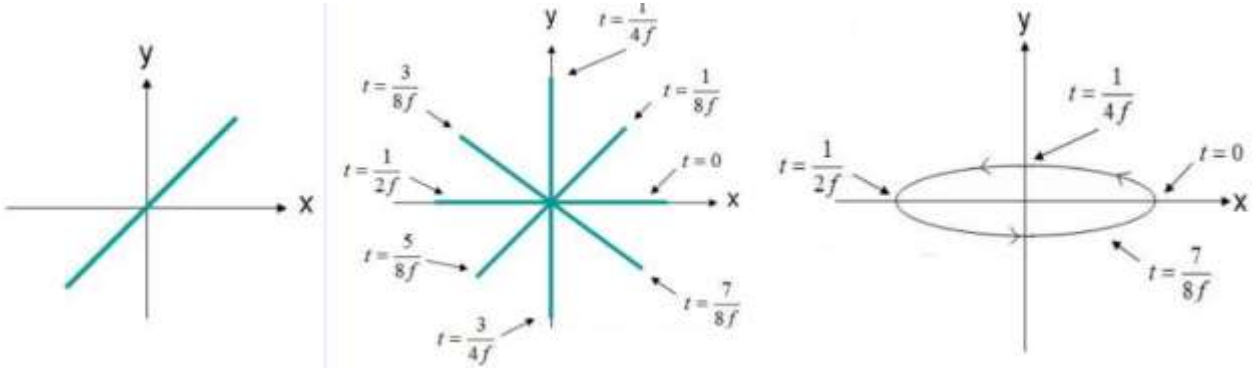
EM talasi se sastoje od električnog i magnetnog polja koja osciluju normalno na pravac prostiranja talasa. Međutim, generalno, ne postoje određeni pravci za oscilacije električnog i magnetnog polja; oni vibriraju u bilo kojoj nasumično orijentisanoj ravni upravnoj na pravac prostiranja.



Sunce, neke antene i mnogi drugi izvori EM talasa proizvode talase koji imaju električna polja u nasumičnim pravcima. Za takav snop EM talasa se kaže da je nepolarizovan, jer je sastavljen od mnogo talasa sa svim mogućim pravcima polarizacije.
Medjutim kod vecine antena postoji odredjena vrsta polarizacije.

Polarizacija kod antena

Polarizacija je pojava da oscilacije talasa zauzimaju određeni (ne nasumični) položaj u odnosu na pravac prostiranja talasa. Za EM talas, pravac polarizacije definišemo kao pravac vektora električnog polja E koji je definisan svojim intenzitetom i uglom u ravni normalnoj na osu propagacije (pravac prostiranja EM talasa).
Polarizacija je definisana geometrijskom figurom koju opisuje vektor električnog polja u stacionarnoj ravni normalnoj na pravac prostiranja, kao da talasi putuju kroz tu ravan.

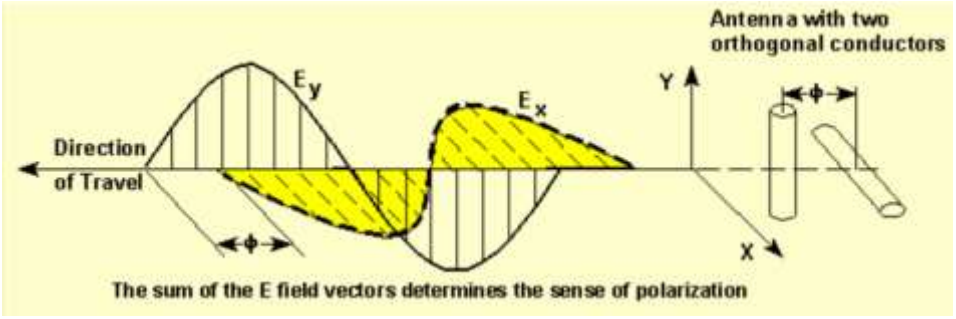


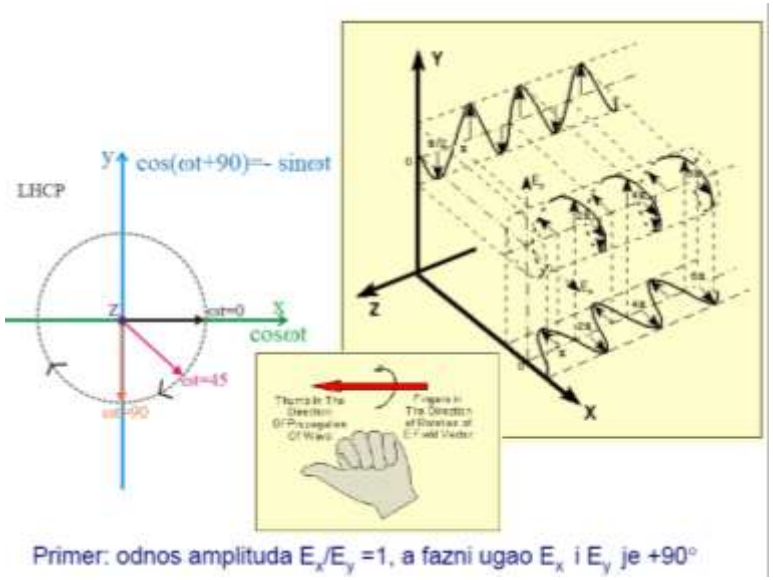
Promena intenziteta i ugla vektora E definiše različite tipove polarizacija antena – linearna, kružna i eliptična.

Polarizacija kod antena

Geometrijska figura opisana sumom vektora električnog polja u vremenu je u opštem slučaju elipsa
Pod određenim uslovima elipsa može preći u pravu liniju i u tom slučaju se polarizacija naziva linearna. Linearna polarizacija se može podeliti na horizontalnu, vertikalnu i kosu.

U drugom slučaju, kada su dve komponente iste amplitude, a fazna razlika 90 stepeni, elipsa može postati krug i time se dobija kružna polarizacija. Kružna polarizacija može biti desna (RHCP) i leva (LHCP).
Iz svega sledi da su linearna i kružna polarizacija dva specijalna slučaja eliptične polarizacije





Efektivna površina

Efektivna površina se definiše kao odnos snage koju antena predaje prilagođenom potrošaču PR i vrednosti Pointingovog vektora na mestu antene PG

$$S_{eff} = \frac{P_R}{P_D}$$

Efektivna dužina

Efektivna dužina predstavlja odnos elektromotorne sile koja se javlja na priključcima antene i vrednosti električnog polja u okolini antene

$$l_{eff} = \frac{EMS}{E}$$

Impendansa antene

Impedansa antene predstavlja odnos napona i struje na priključcima antene.
Idealna antena bi svu primljenu snagu predala u slobodni prostor i ta impedansa bi bila čisto realna.

U praksi, impedansa antene je kompleksna, sadrži realnu (termogenu) i reaktivnu komponentu:

$Z = R + jX$

Realni deo predstavlja snagu koju je antena izračila ili primila

Realna komponenta R je sastavljena iz dva dela

$R = RZ + RG,$

RZ - otpornost zračenja, određuje se na osnovu izračene snage, samo ova komponenta bi postojala kada bi antena bila idealna

RG – otpornost gubitaka – određen gubicima na elementu

Reaktivnu komponentu X određuju elementi koji su u neposrednoj blizini antene. Ti elementi prime deo energije i izrače nazad, antena to primi i javljaju se fazno pomerene struje.

Kada termogena impedansa (realni deo impedanse) nije prilagođena na vod javlja se diskontinuitet koji menja fazu – kao da je reaktivna impedansa vezana za kraj voda.

Impedansa antene je veličina koja se najviše menja u zavisnosti od frekvencije i ona praktično određuje širinu opsega

Radni opseg antene

Radni opseg antene je frekvencijski opseg unutar koga antena ima nominalne karakteristike uz odgovarajuća ograničenja (konstantna polarizacija, dobitak, itd).
Radni opseg određuje opseg frekvencija u kome antena može adekvatno da primi ili da izrači energiju. Radni opseg antene najviše zavisi od impedanse.

Osnovni radni opsezi antena:
- HF (High Frequency): od 3 do 30 MHz. Ovaj opseg se obično koristi za komunikaciju na velike udaljenosti, uključujući amaterski radio i pomorske komunikacije.
- VHF (Very High Frequency): od 30 MHz do 300 MHz. VHF se koristi za FM radio prenos, TV prenos i dvosmernu radio komunikaciju.
- UHF (Ultra High Frequency): od 300 MHz do 3 GHz. UHF se koristi za TV prenos, mobilne komunikacije i satelitske komunikacije.
- L-band: od 1 do 2 GHz. Ovaj opseg se koristi za GPS i pojedine mobilne komunikacije.
- C-band: od 4 do 8 GHz. C opseg se primarno koristi za satelitske komunikacije i Wi-Fi aplikacije a takodje i za 5G mreze.
- X-band: od 8 do 12 GHz. Ovaj opseg se koristi za satelitske komunikacije i radarske uredjaje.
- Ka-band: Od 26.5 do 40 GHz. Ka-band se koristi za satelitske komunikacije velike brzine i postaje sve bitniji za 5G NR mreze.

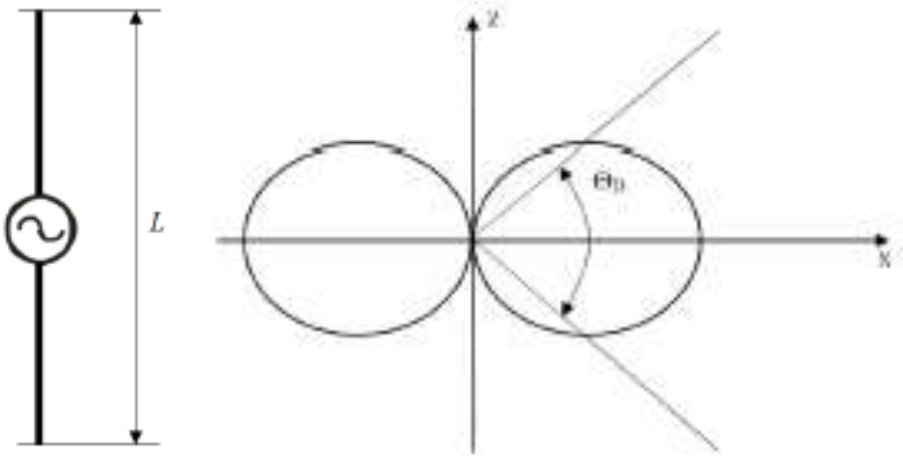
Tiltovanje antene

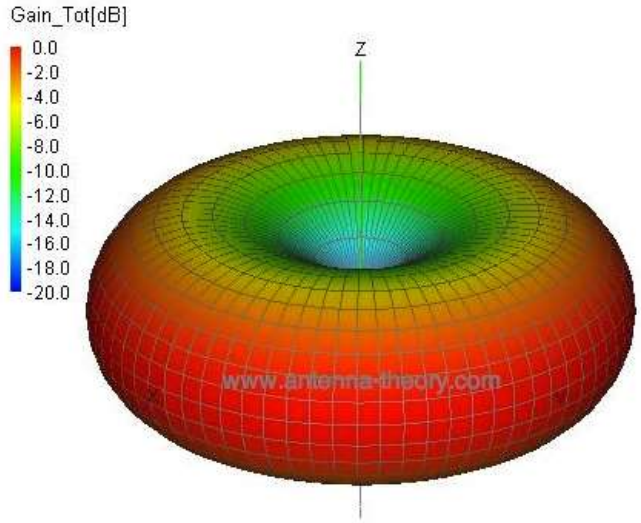
Tiltovanje antene – podešavanje nagiba glavnog snopa antene
Podešavanje se vrši u vertikalnoj ravni (elevacija antene)
Postoje dva moguća načina podešavanja nagiba glavnog snopa antene:
 Mehanički downtilt
 Električni downtilt
Podešavanje ektričnog downtilta se može vršiti manuelno i daljinski.

- Akcenat na odredjene tipove antena:
  - Dipol antene
  - Yagi Uda antene
  - Log periodicne (Loga) antene
  - Helikoidne antene
  - Antenski nizovi
  - Reflektorske antene
  - ...

DIPOL ANTENE

Dipol antene su najjednostavniji i najrasprostranjeniji tip antena. Spadaju u grupu linearnih antena, čiji je presek provodnika zanemarljiv u odnosu na dužinu antene. To su rezonantne antene, koje se sastoje od dva identična provodna elementa koji se napajaju u sredini, a talasna dužina zračenja određuje dužinu dipola. Najčešće se koristi tzv. polutalasni dipol, čija dužina iznosi polovini talasne dužine. Osim polutalasnog, koriste se još i kratki i jednotalasni dipoli. Dipoli sa dužinom većom od talasne dužine se vrlo retko koriste zbog nepovoljnog dijagrama zračenja. Na slici je prikazan polutalasni dipol ($L=\lambda/2$) i tipična karakteristika zračenja.



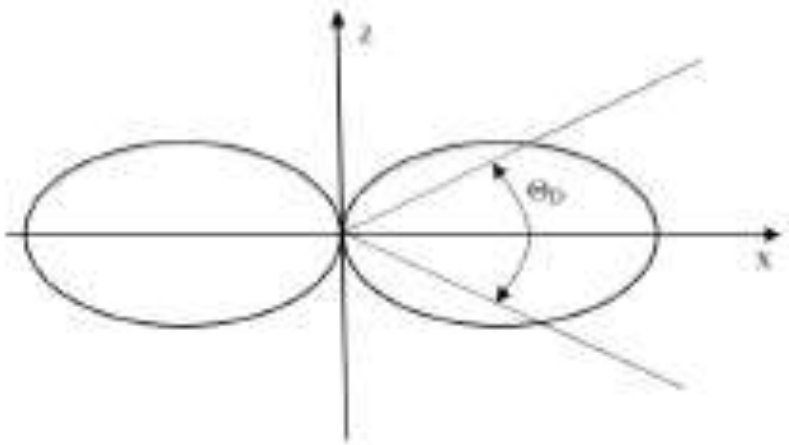


DIPOL ANTENE

Impedansa zračenja polutalasnog dipola u sredini dipola je Rz= 73 Ω ,
a tipična vrednost usmerenosti je D = 1,64 ili 2,15 dB

JEDNOTALASNI DIPOL
je dipol čija je dužina jednaka talasnoj dužini (L = λ). Dijagram zračenja jednotalasnog dipola takođe ima oblik torusa. Na slici je prikazan dijagram zračenja u x-z ravni.
Tipična vrednost usmerenosti jednotalasnog dipola iznosi D = 2,41 ili 3,82 dB.

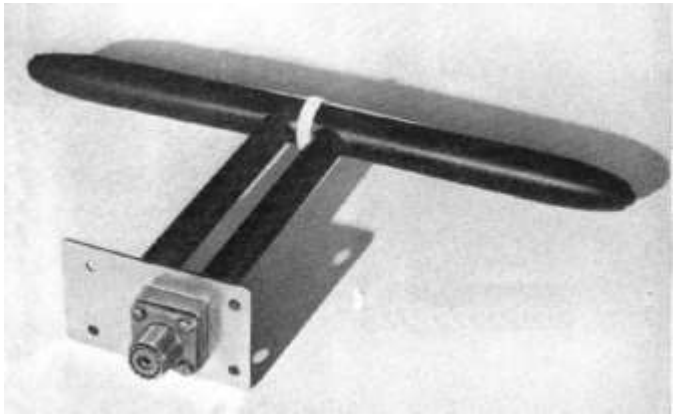




DIPOL ANTENE

Neke implementacije dipol antena







1. Izracunati duzinu jednog kraka polutalasne dipol antene koja se koristi za prijem FM signala propusnog opsega od 88MHz do 108MHz.

2. Koji je centaralna frekfencija polutalasne dipol antene cija je duzina 5cm?

3. Izracunati dimenzije jednotalasne dipol antene koja se koristi za prijem FM signala propusnog opsega od 176MHz do 216MHz.

4. Koji je radni opseg polutalanse dipol antene čija je dužina jednog kraka antene jednaka 3mm. Uzeti u obzir da je opseg 10% od osnovne frekfencije antene.

YAGI UDA ANTENE

Ime ove antene nastalo je po imenima Prof. S.Uda i Prof. H.Yagi koji su istraživali ovaj tip antene oko 1928. god.

Karakteristike:

-Usmerena antena,

-Radna frekvencija:

HF (3-30 MHz)

VHF (30 – 300 MHz)

UHF (300 – 3000 MHz)

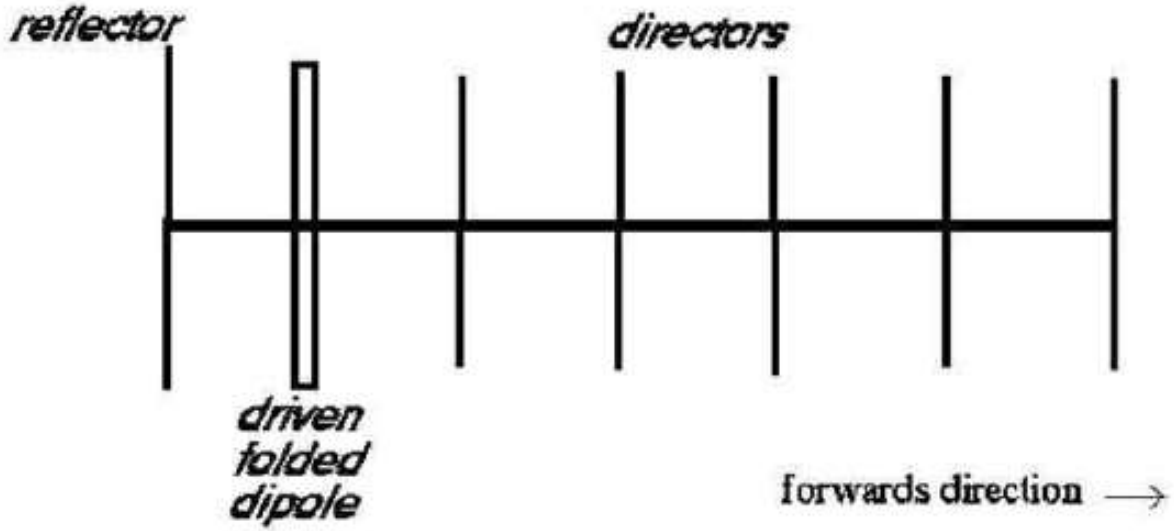
-Rastojanja od 40 do 80 km



YAGI UDA ANTENE

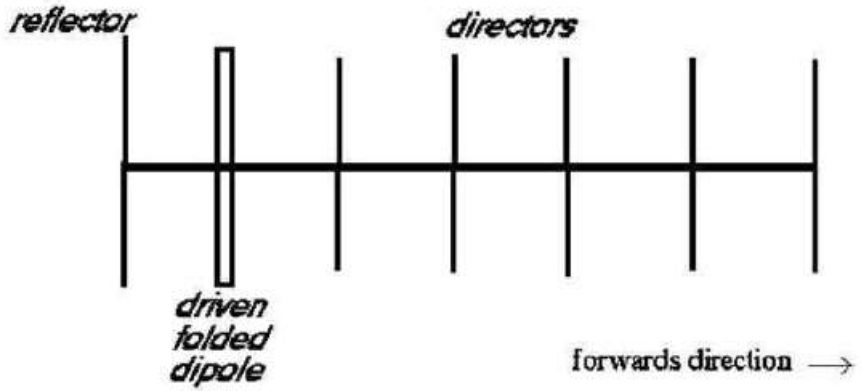
Yagi antena se sastoji od dva tipa elementa:

a. Aktivni element – Dipol
b. Pasivni elementi (reflektor i direktori)



YAGI UDA ANTENE

Konstrukcija antene:



-aktivni element (dipol) dužina = $\lambda/2$;

-dužina reflektora = $\lambda/2 + 0{,}05(\lambda/2)$;

-dužina prvog direktora = $\lambda/2 - 0{,}05(\lambda/2)$;

-dužina drugog direktora = dužina prvog - $0{,}05(\lambda/2)$;
itd.
-dužina n-tog direktora = dužina (n-1)-tog - $0{,}05(\lambda/2)$;

-rastojanje dipol-reflektor = $0.2\ \lambda$;

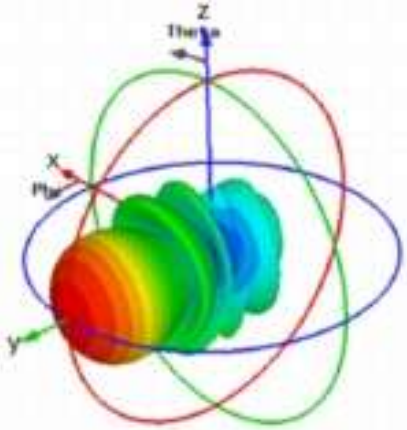
-rastojanje dipol-direktor & direktor-direktor = $0.125\ \lambda$.

YAGI UDA ANTENE

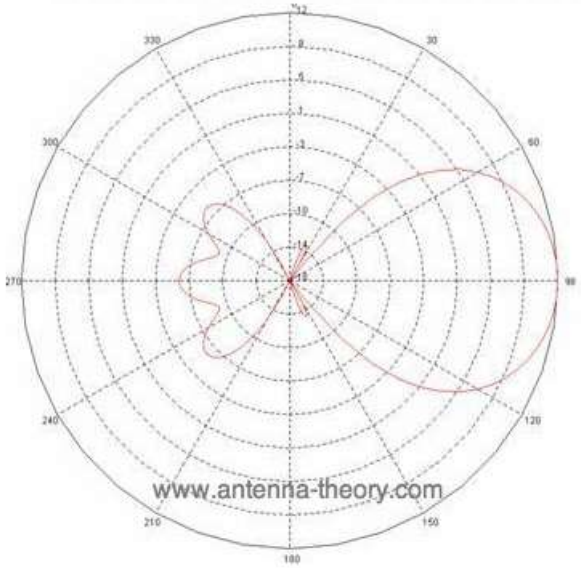
Dijagram zracenja:



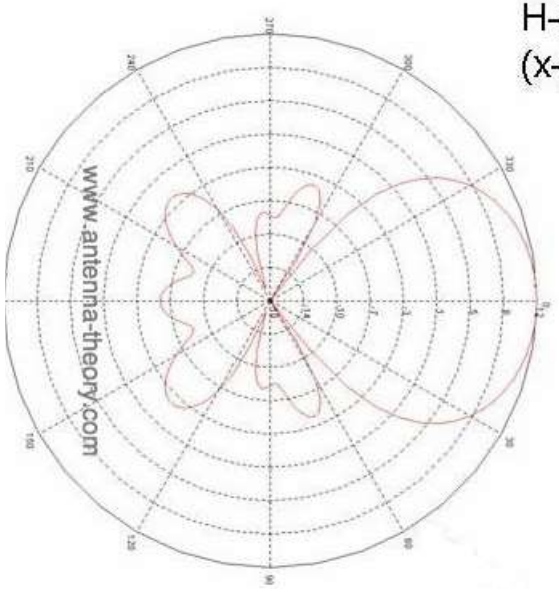
(a) Yagi Antenna Model



(b) Yagi Antenna 3D Radiation Pattern



E-plane Gain
(x-z plane)



H-plane gain
(x-y Plane)

YAGI UDA ANTENE

Karakteristike:

- glavni lobi u pravcu direktora
- slabo zračenje nazad (back lobe)
- mali bočni lobovi

To znači da antena zrači izrazeno u jednom pravcu.

I u Horizontalnoj (azimuth plane, kod Yagi - Uda ovo je H ravan) i u Vertikalnoj ravni (elevation plane, kod Yagi - Uda ovo je E ravan) Yagi-Uda antena ima:

- uski glavni snop
- slabo zadnje zračenje

Tipične vrednosti:

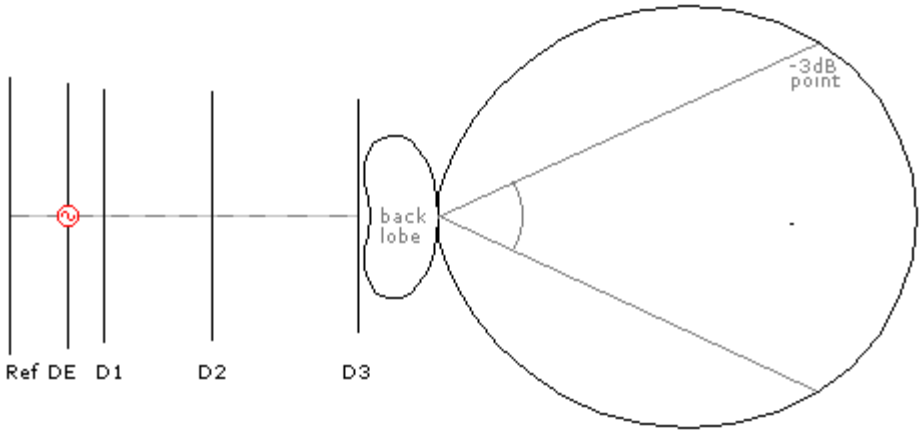
Ravan	Širina snopa (HPBW)
Horizontalna (H)	30° - 70°
Vertikalna (E)	30° - 60°

YAGI UDA ANTENE

- Front-to-Back odnos 10–25 dB
- Dakle dijagram je oblika uskog snopa - Yagi je usmerena antena
- Razlog za to je sto Yagi ima više elemenata:
  - dipol (napajani element)
  - reflektor
  - direktori

- Konstrukcija antene je takva da interakcija struja u elementima uzrokuje:
  - konstruktivnu interferenciju napred
  - destruktivnu interferenciju nazad

Na slici je data karakteristika zračenja 5-to elementne yagi antene.



YAGI UDA ANTENE

Prednosti Yagi-Uda antena:

-velika usmerenost,

-veliko pojačanje (do 20dB),

-veliki odnos zračenja front-back

Mane:

- robusnost i veličina za niske frekvencije.
- uzan radni opseg (uskopojasna antena)

Radni opseg (bandwidth):

Tip Yagi antene	**Tipičan radni opseg**
3 – 5 elemenata	8 – 12%
TV Yagi	10 – 15%
Veliki broj direktora	5 – 8%
Wideband Yagi (log-periodic varijanta)	do 20 – 30%

YAGI UDA ANTENE

1.Odrediti parametre petoelementne Yagi antene za frekvenciju 300MHz (dužinu dipola, reflektora i direktora, i međusobni razmak) .Skicirati izgled antene sa dobijenim vrednostima

YAGI UDA ANTENE

1.Odrediti parametre petoelementne Yagi antene za frekvenciju 300MHz (dužinu dipola, reflektora i direktora, i međusobni razmak) .Skicirati izgled antene sa dobijenim vrednostima

λ=c/f;
c- brzina svetlosti 3x10^8 m/s;

λ=(3x 10^8 m/s) / (300x10^6 Hz) =1 m;
dipol= λ/2= 0.5 m:
reflektor= 0.5m+ 0.05x 0.5m=0.5+0.025=0.525m;
1.direktor=0.5m- 0.05x0.5m=0.5-0.025=0.475m;
2.direktor= 0.475- 0.05x0.5=0.475-0.025=0.45m;
3.direktor=0.45m – 0.05x0.5=



rastojanje dipol – reflektor=0.2 *1=0.2m
rastojanje dipol – direktor =0.125*1=0.125m

YAGI UDA ANTENE

2.Odrediti parametre (dužinu dipola, reflektora i direktora, i međusobni razmak) sestoetoelementne Yagi-Uda antene ciji je drugi direktor duzine 0.9m. Skicirati izgled antene sa dobijenim vrednostima. Takodje oderditi radni opseg ove antene ukoliko je on 10% od radne ucestanosti.

.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

- Jedna od osobina Yagi-Uda antene koja predstavlja najveći problem sa stanovišta prijema radio i TV programa, je njena uskopojasnost, tj. vrlo uzan radni frekvencijski opseg. Ovakva antena pokriva oko 10% opsega u najboljem slučaju.

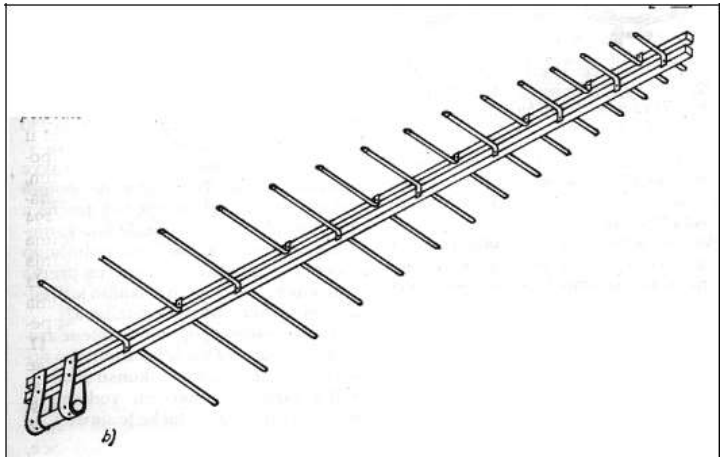
- Očigledno je da je ova uskopojasnost ponekad ozbiljan hendikep i da je za prijem celog difuznog opsega često neophodno koristiti antene koje imaju neuporedivo veću širinu radnog frekvencijskog opsega.

- Antena koja se veoma dobro uklapa u ove zahteve je tzv. logaritamsko-periodična antena koja je tako konstruisana da može imati širinu frekvencijskog radnog opsega koja je nekoliko desetina puta veća od one kod jagi antena.

- Ova antena je razvijena u SAD krajem pedesetih godina i bila je namenjena za profesionalne veze koje su zahtevale da se jednom antenom pokrije vrlo širok opseg radnih frekvencija.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

- Ova antene se sastoji samo iz aktivnih dipola poređanih na nosaču koji ujedno predstavlja i dvožični simetrični vod za napajanje.



Sl.1. Loga antena od 15 elemenata

- Naziv antene označava i princip njene konstrukcije: električne osobine (dobitak i impedansa) periodično se ponavljaju sa logaritmom frekvencije unutar radnog opsega antene.

- Pogodnim matematičkim modeliranjem moguće je ove promene unutar jedne periode minimizirati tako da se karakteristike antene svode na približno konstantne u celom radnom opsegu frekvencija.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

- Ovakvom konstrukcijom je omogućeno da antena može da pokrije vrlo širok opseg frekvencija tako što pojedine grupe dipola rade na pojedinim frekvencijama.

- Maksimalna i minimalna radna frekvencija određene su dimenzijama najdužeg i najkraćeg elementa (dipola) na anteni.

- Na ovaj način postignuto je da se relativno vrlo širok opseg frekvencija pokrije sa jednom antenom koja će u celom opsegu imati relativno konstantno pojačanje i prilagođenje ulazne impedanse.

- Dijagram usmerenosti ovih antena je u celom radnom opsegu vrlo ujednačen i bez izraženih bočnih snopova. Prilagođenje impedanse i odnos napred-nazad dijagrama usmerenosti su u celom opsegu približno konstantni i vrlo dobri.

- Imajući sve ovo u vidu log-periodična antena ili kraće loga antena je skoro idealna antena za prijem radio signala koji su raspoređeni u širokom opsegu frekvencija, kao što je to slučaj kod TV difuzije, posebno na UHF području. loga antene, zbog svoje konstrukcije, omogućavaju i gradnju takvih “multiband” antena koje pokrivaju više opsega, na primer FM, VHF i UHF opseg, što je sa jagi ili nekim sličnim tipom “rezonantne” antene gotovo nezamislivo.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

- Naravno, treba odmah reći i to da je loga antena svoju širokopojasnost morala da “plati” maksimalnim Gain- om (pojacanjem) koji može da ima.

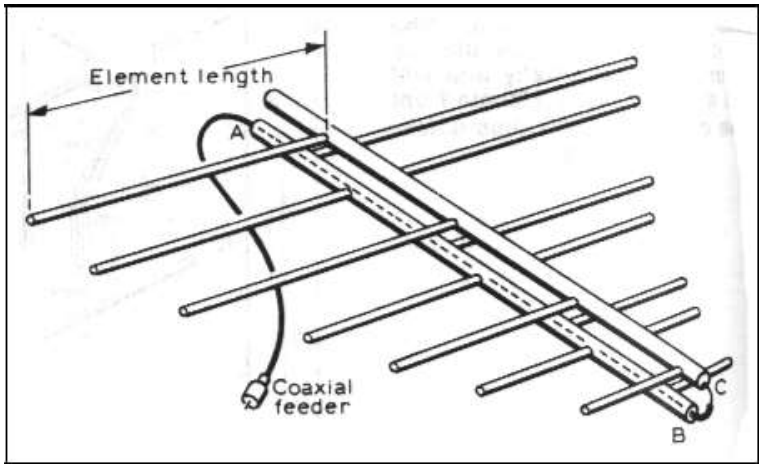
Maksimalni gain u praksi je relativno mali i iznosi oko 10-10.5 dBi ili 8-8.5 dBd (dB u odnosu na dipol) i to je nešto malo ispod teorijskog maksimuma za ovaj tip antena.

- Slično kao kod pojačavača i kod ove antene deluje zakonomernost koja kaže da je proizvod između širine frekvencijskog radnog opsega i pojačanja konstantan. To znači da će antena koja ima dva puta veći gain od neke druge imati i približno dva puta uži frekvencijski radni opseg pri istoj dužini nosača. Naravno i obrnuto važi, pa će antena koja ima dva puta veću širinu radnog opsega imati i približno upola manji gain, ako je dužina antene ostala nepromenjena.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE
Konstrukcija loga antene

- Loga antena je po svojoj konstrukciji dosta različita od svih ostalih antena, već i po tome što je nosač antene sastavljen iz dve metalne cevi koje su međusobno izolovane i predstavlaju simetrični dvožični vod za napajanje elemenata (dipola) antene.

- Svi elementi loga antene su aktivni i upravo iz tog razloga je bilo poželjno da nosač antene bude ujedno i vod za napajanje elemenata antene. Ovo konstruktivno rešenje je jednostavno, efikasno i jeftino jer su u dve cevi, koje su ujedno i nosač i dvožični vod, sa strane ubačeni elementi različitih dužina, koji u parovima predstavljaju rezonantne dipole na različitim frekvencijama unutar radnog opsega antene.



Sl.2. Izgled loga antene sa priključenim kablom



Sl.3. Priključenje koaks kabla na antenu

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

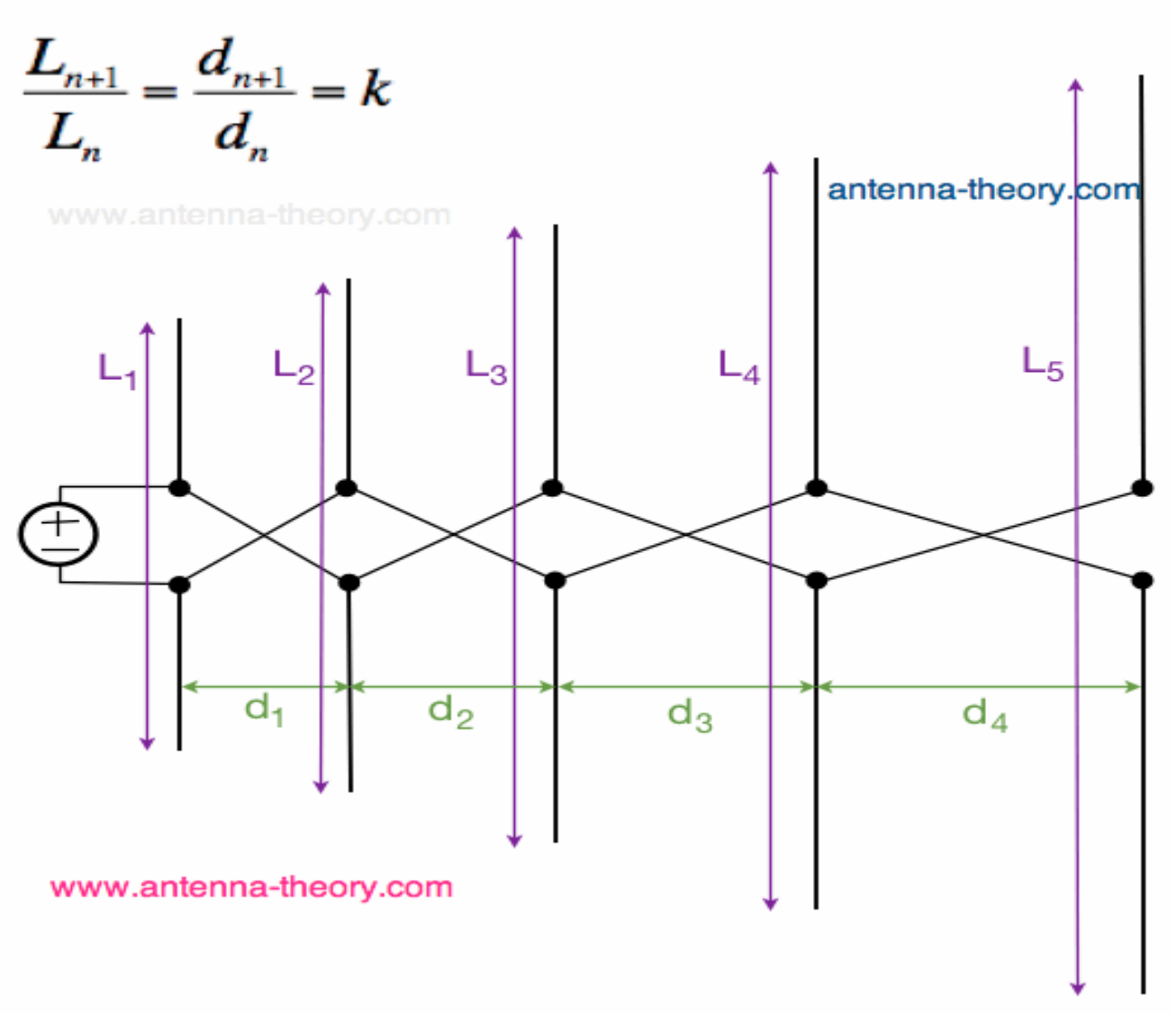
Konstrukcija loga antene

- Elementi su poređani tako da se idući od kraja antene na kome je priključen kabl ka drugom, dužina elemenata povećava. Uvek je jedna polovina dipola vezana za jednu a druga za drugu cev nosača i to tako da se svaki sledeći dipol napaja u protivfazi u odnosu na prethodni. Alternativne promene faze izvdene su tako što su elementi dipola naizmenično postavljani na jednu pa potom na drugu stranu na nosećoj cevi. Povezivanje koaksijalnog kabla i antene je na kraju na kome se nalaze najkraći elementi. I maksimum prijema loga antene je iz tog smera, tj. ona se usmerava tako da kraj sa najkraćim elementima bude u smeru TV predajnika.

- Loga antena tako konstruisana da se mora montirati na stub na samom svom kraju, praktično iza poslednjeg, najdužeg elementa. Razlog za ovo je što je dvožični vod, koji ujedno služi i kao nosač, sa jedne strane napajan koaksijalnim kablom a sa druge završen jednim kratkospojenim odsečkom radi prilagođenja impedanse. Dužina ovog kratkospojenog odsečka voda se posebno izračunava zavisno od radnog frekvencijskog opsega antene i iznosi približno osminu talasne dužine najniže radne frekvencije antene. Na osnovu svega iznetog jasno je da loga antenu ne smemo montirati na stub onako kako se montira jagi antena, tj. da antena bude montirana tako da se stub nalazi negde na polovini nosača. Ovakva motaža bi kod loga antene proizvela kratak spoj u napajanju, jer je nosač ujedno i dvožični vod za napajanje.

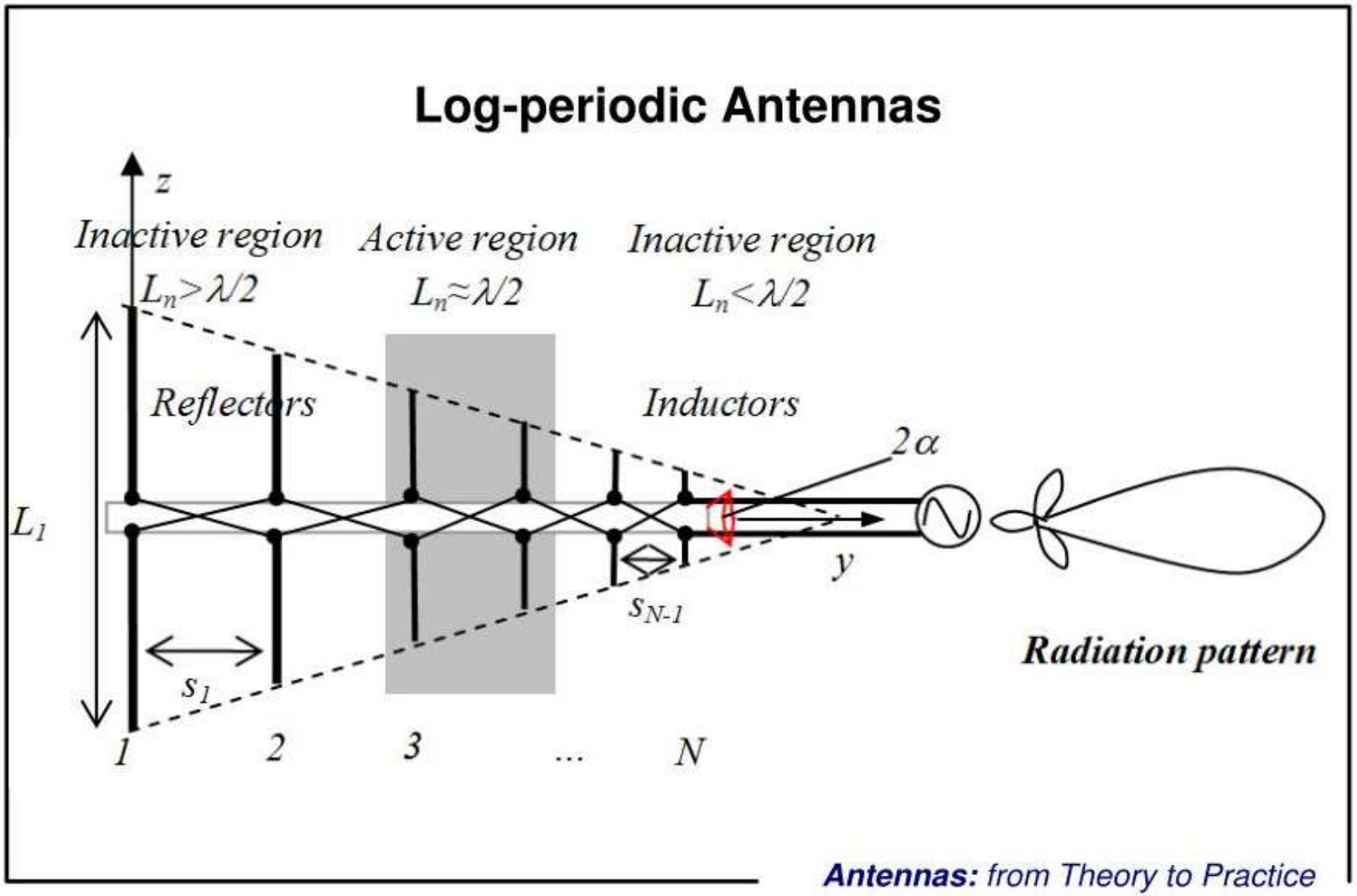
LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

Konstrukcija loga antene



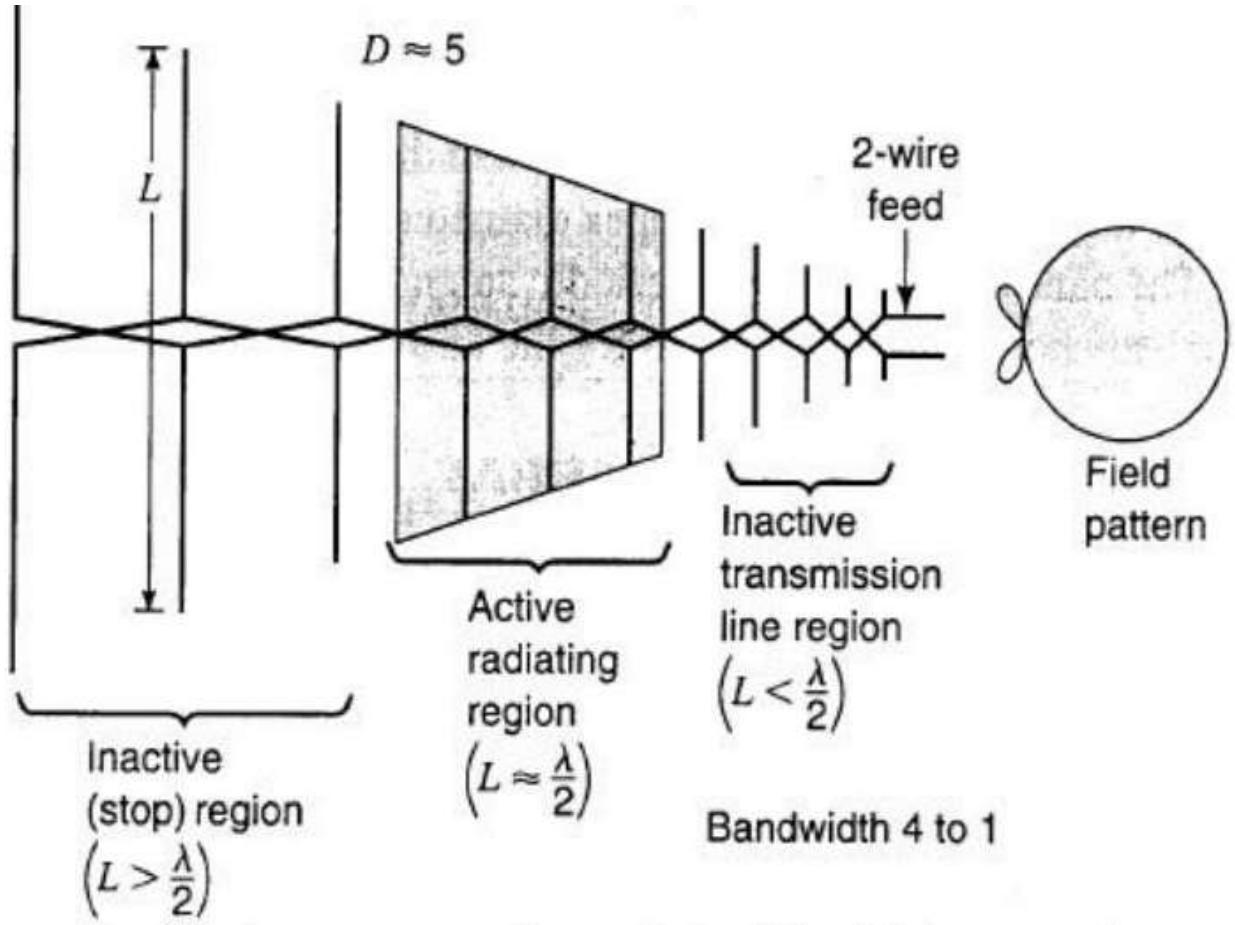
LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

Dijagram zracenja loga antene



LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

Dijagram zracenja loga antene



LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

1.Proracunati elemente petoelementne log periodicne antene takve da je 3-ci aktivni element projektovan da radi na osnovnoj frekfenciji od 300 MHz. Rastojanje izmedju elementa na napojnom kraju i prvog narednog je 0.2 talasne duzine na 300MHz.Konstanta antene je k = 1.25.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

2.Proracunati elemente log periodicne antene koja treba da radi na frkevencijskom opsegu od 122.88Mhz do 300Mhz. Rastojanje izmedju elementa na napojnom kraju i prvog narednog je 0.2 talasne duzine na 300MHz. Konstanta antene je k = 1.25.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

3.Odrediti frekventni opseg log periodicne antene ukoliko je duzina najkraceg elementa 0.5m, rastojanje izmedju njega i narednog elementa je 20cm a ukupna duzina antene je priblizno 225.18 cm. Zanemariti udeo poprecnih dimenzija aktivnih elemenata u ukupnoj duzini antene. Konstanta k antene je 1.25.

LOG NORMALNE (LOGA) ANTENE

4.Odrediti ukupnu duzinu log periodicne antene kao i dimenzije svih elemenata antene ukoliko je odnos najvise i najnize frekvencije antene priblizno jednak 5.766. Rastojanje izmedju elementa na napojnom kraju i prvog narednog je 0.4 duzine prvog elementa. Maksimalna talasna duzina projektovana za ovu antenu je 2.883m.Konstanta antene je k = 1.25.

2. Ukoliko je snaga napajanja antene 200W, koeficijent iskoriscenja antene 0.9 a Gain antene 4.6, skicirati dijagram zracenja antene ukoliko se zna da je snaga maksimalnog zracenja na pravcu 0° i da na svakih 22.5° od granice sirine snopa antene postoji pad od 3dB. Uzeti u obzir da je vertikalna ravan zapravo ravan oscilovanja vektora elektricnog polja a horizontalna ravan - ravan oscilovanja magnetnog polja i da je dijagram zracenja rotaciono simetrican. Na osnovu grafika odrediti kolika je snaga zracenja po prostornom uglu (intenzitet zracenja) na pravcu 270°?

2.

$G = \eta * D \quad \Rightarrow \quad D = G / \eta = 4.6 / 0.9 \approx 5.1$

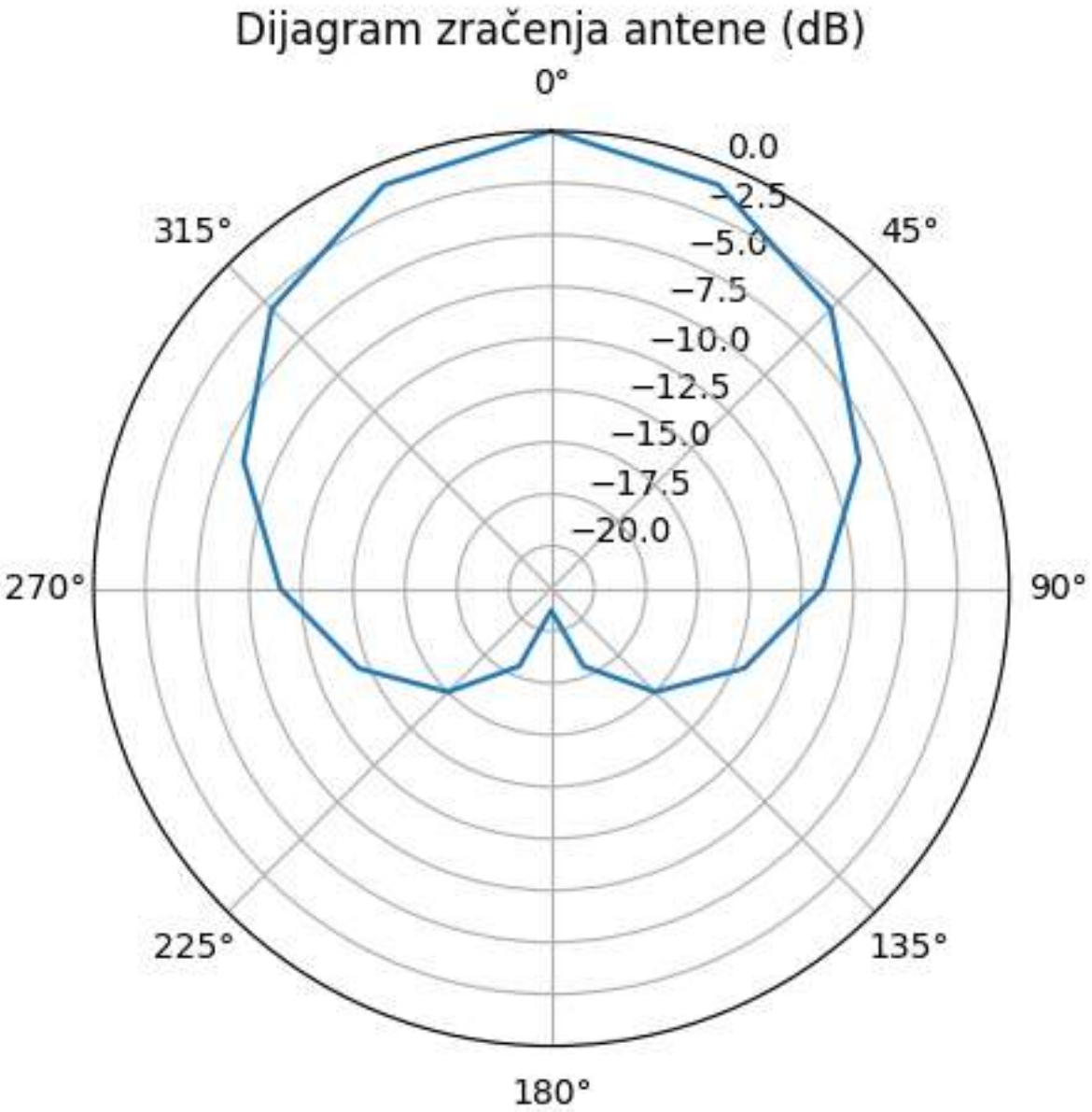
$D \approx 41253 / (HPBW_E * HPBW_H) = 41253 / HPBW^2$

$HPBW^2 \approx 41253 / D \Rightarrow HPBW = 90^\circ$

2.

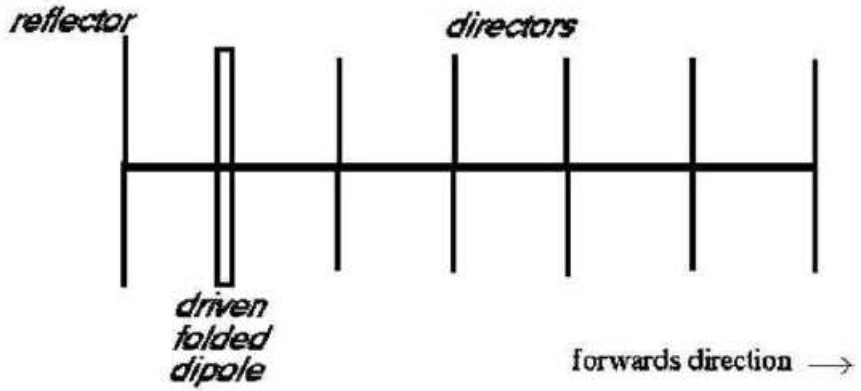
Ugao (°)	Snaga (dB)
0	0.00
22.5	/
45	-3.0
67.5	-6.0
90	-9.0
112.5	-12.0
135	-15.0
157.5	-18.0
180	-21.00
202.5	-18.0
225	-15.0
247.5	-12.0
270	-9.0
292.5	-6.0
315	-3.0
337.5	/
360	0.00

2.


Dijagram zračenja antene (dB)
0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°
0.0
−2.5
−5.0
−7.5
−10.0
−12.5
−15.0
−17.5
−20.0

YAGI UDA ANTENE

Konstrukcija antene:



-aktivni element (dipol) dužina = $\lambda/2$;

-dužina reflektora = $\lambda/2 + 0{,}05(\lambda/2)$;

-dužina prvog direktora = $\lambda/2 - 0{,}05(\lambda/2)$;

-dužina drugog direktora = dužina prvog - $0{,}05(\lambda/2)$;
itd.
-dužina n-tog direktora = dužina (n-1)-tog - $0{,}05(\lambda/2)$;

-rastojanje dipol-reflektor = $0.2\ \lambda$;

-rastojanje dipol-direktor & direktor-direktor = $0.125\ \lambda$.

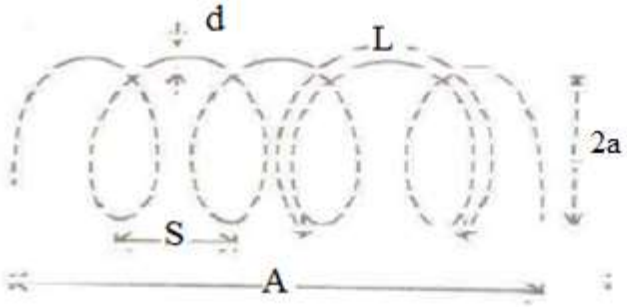
HELIKOIDNE ANTENE

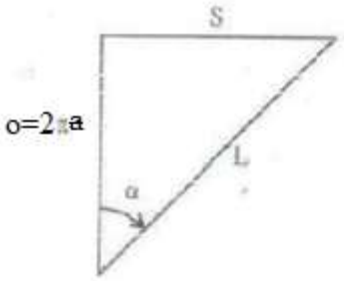
- Helikoidna antena se sastoji od provodne žice namotane u obliku zavojnice, tako da čini spiralu. U mnogim slučajevima se koristi zajedno sa normalno postavljenom provodnom pločom. Spirala je obično povezana na unutrašnji provodnik koaksijalnog kabla, dok je spoljašnji provodnik povezan na provodnu ploču. Helikoidna antena je pogodna za HF i UHF frekvencije i daje kružnu polarizaciju.

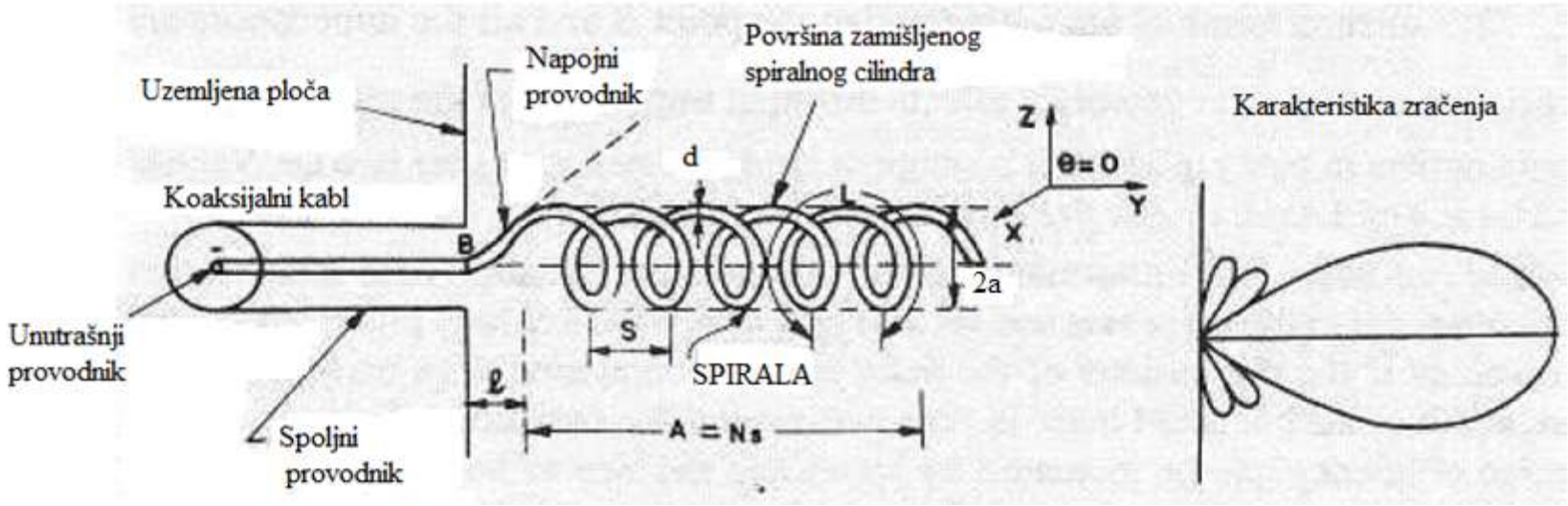




HELIKOIDNE ANTENE







HELIKOIDNE ANTENE

Na slici 1 je helikoidna antena povezana između koaksijalnog kabla i uzemljene ploče. Karakteristika zračenja ove antene zavisi od prečnika 2a i rastojanja između namotaja S.

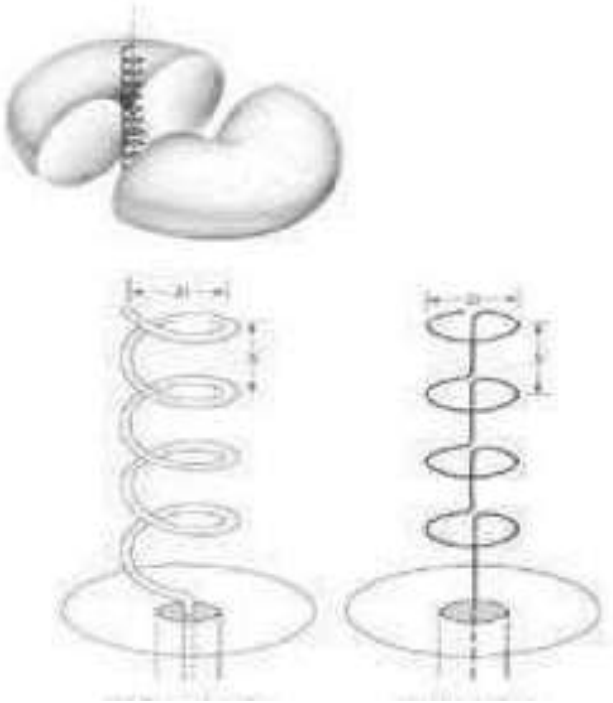
- Veličine predstavljene na gornjoj slici su:
- L=dužina jednog namotaja=S2+(2πa)2 ;
- N= broj namotaja;
- 2a= prečnik spirale;
- l= razmak spirale i uzemljene ploče;
- α= ugao uspona

HELIKOIDNE ANTENE

Karakteristika zračenja antene može se menjati u zavisnosti od odnosa njenih dimenzija prema talasnoj dužini.

Helikoidna antena može raditi u dva moda:

1. Normalni mod zračenja,
2. Aksijalni mod zračenja



NORMALNI MOD ZRAČENJA

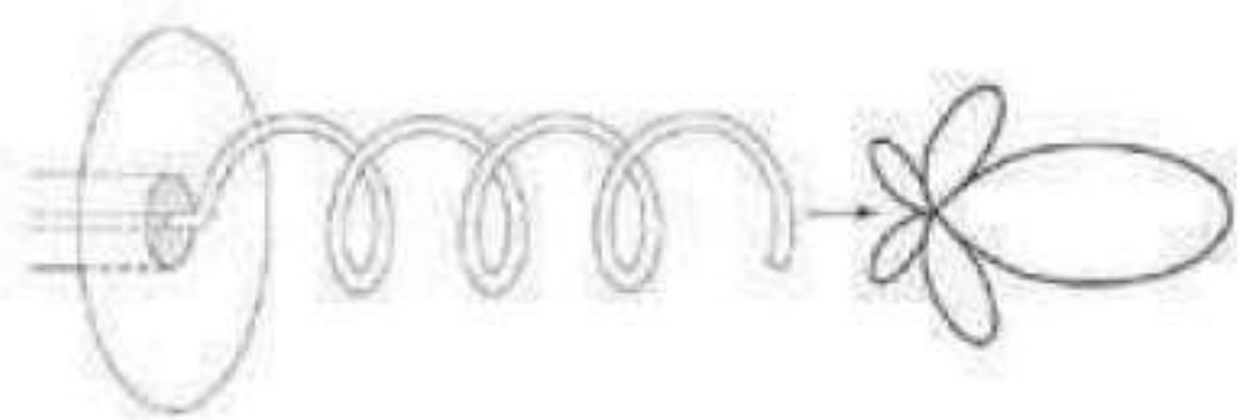
Normalni mod zračenja se dobija kada su dimenzije ove antene vrlo male u poređenju sa radnom talasnom dužinom. U ovom slučaju zračenje je normalno u odnosu na osu spirale. U normalnom modu širina frekvencijskog opsega i efikasnost su vrlo mali. Ovi veličine se mogu povećati povećanjem dimenzija antene. Oblik zračenja u ovom slučaju sličan je zračenju petlji i kratkog dipola. Helikoidna antena je ekvivalentna serijskoj vezi malih petlji i kratkog dipola.

HELIKOIDNE ANTENE

AKSIJALNI MOD ZRAČENJA

Aksijalni mod helikoidne antene, koji se gotovo isključivo primenjuje, ima karakteristiku zračenja u smeru ose spirale. Taj mod se pojavljuje, kad je dužina jednog namotaja približno jednaka jednoj talasnoj dužini. Talas koji se zrači u smeru ose antene je kružno polarizovan i to, zavisno od smera motanja spirale, ima desnu ili levu kružnu polarizaciju.

Helikoidna antena se može pobuditi aksijalnim modom samo ako je opseg $o=2\pi a$ u granicama $3/4 \leq o/\lambda \leq 4/3$, na osnovu čega se može odrediti frekvencijsko područje upotrebe antene.



HELIKOIDNE ANTENE

1.Odrediti radni opseg helikoidne antene ako je poluprečnik helikoide a = 1m.

HELIKOIDNE ANTENE

1.Odrediti poluprečnik helikoide ako je radni opseg helikoidne antene B: 112.5MHz - 200MHz.

Antenski nizovi

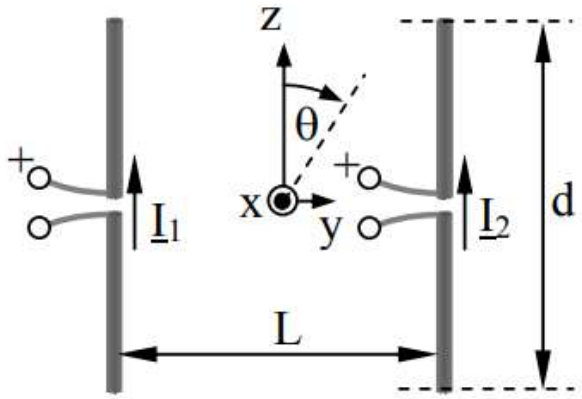
1.Za antenski niz od dva dipola koja su pobuđena jednakim pobudama (I1=I2=I) i nalaze se na rastojanju L kao na slici odrediti pod kojim uglovima u x - y ravni postoje nule i maksimumi u pojačanju G za slučaj kad je:

A)L = λ/2

B)L = λ

C)L = 3λ/2

D)L = 2λ



Skicirati dijagram zračenja antene za svaki od ovih slučajeva.