

Rádiókból az éterbe: Rádiók III.

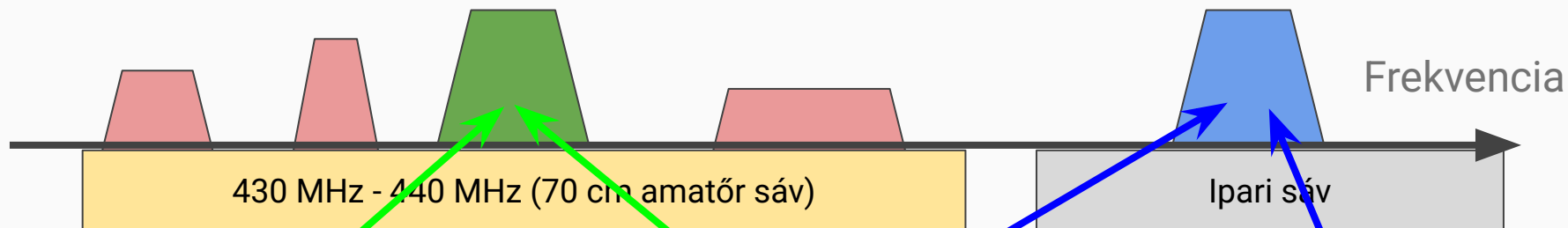
Avagy az **Antennák** és a **Tápvonalak** rejtelsei...



Agenda

- Rádiótól a másikig: rádió, tápvezeték, antenna link és a teljesítmény illesztés
- Mi az az antenna
- Antennaparaméterek, iránykarakterisztika, bemeneti reflexió, Smith-diagram
- Antenna típusok
- Tápvezetékek
- Fogalmak, hullámimpedancia, stb.
- RF csatlakozók

Oszott rádiós spektrum használata



HA7SX



Gergő, villamos(hév)vezető

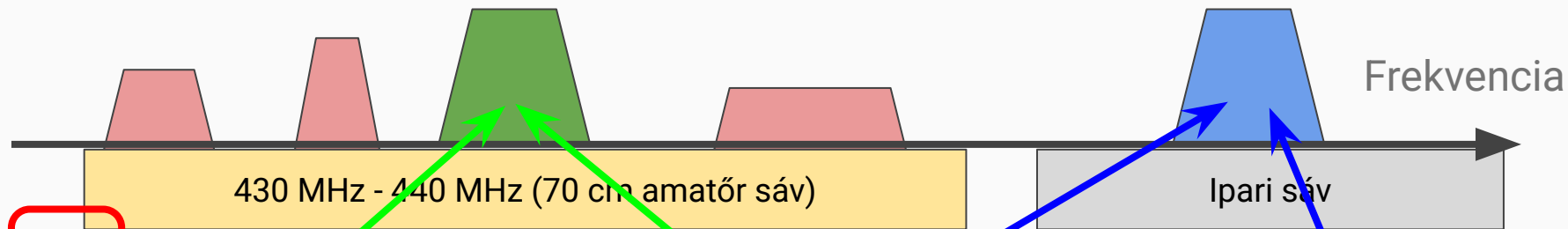


HA5PLS



Feri, az ideges forgalomirányító

Mi van a rádiók között?



HA7SX



Gergő, villamos(hév)vezető



HA5PLS



Feri, az ideges forgalomirányító

Mi van a két rádió között?

Tápvonal (távvezeték)

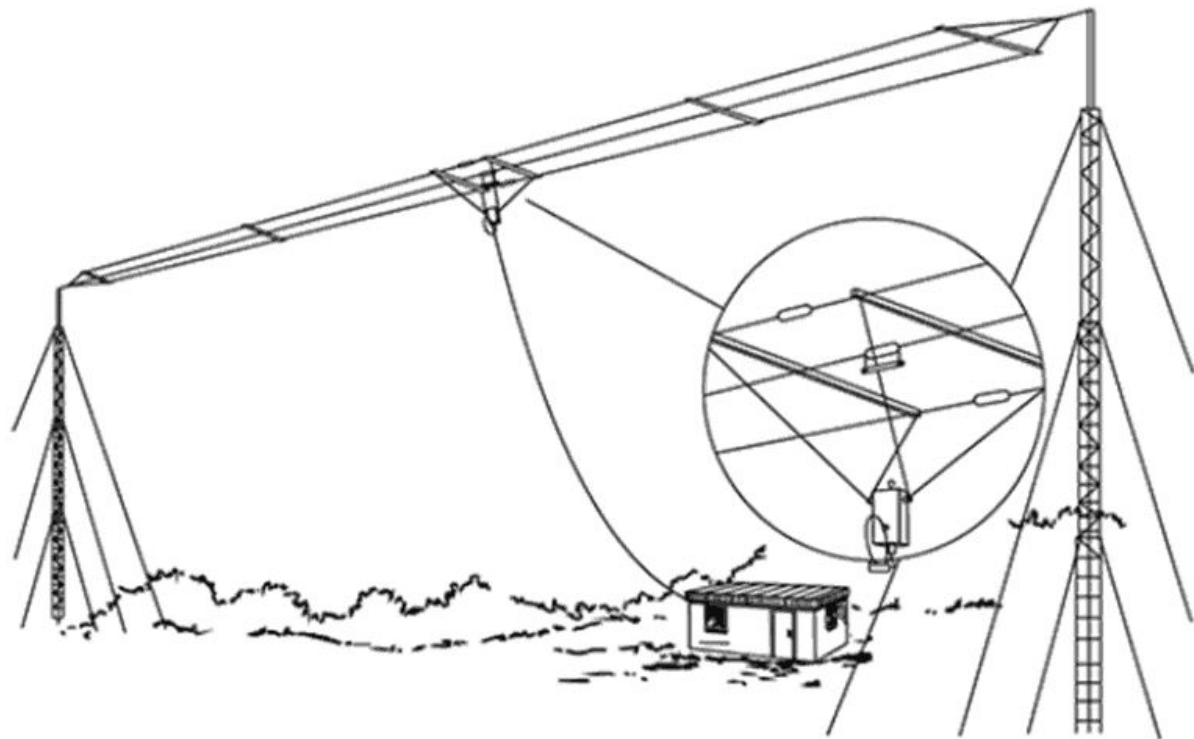
- Elektromágneses energia veszteségmentes továbbítása

Antenna

- Elektromágneses energia kisugárzása a levegőbe



Mi van a két rádió között?

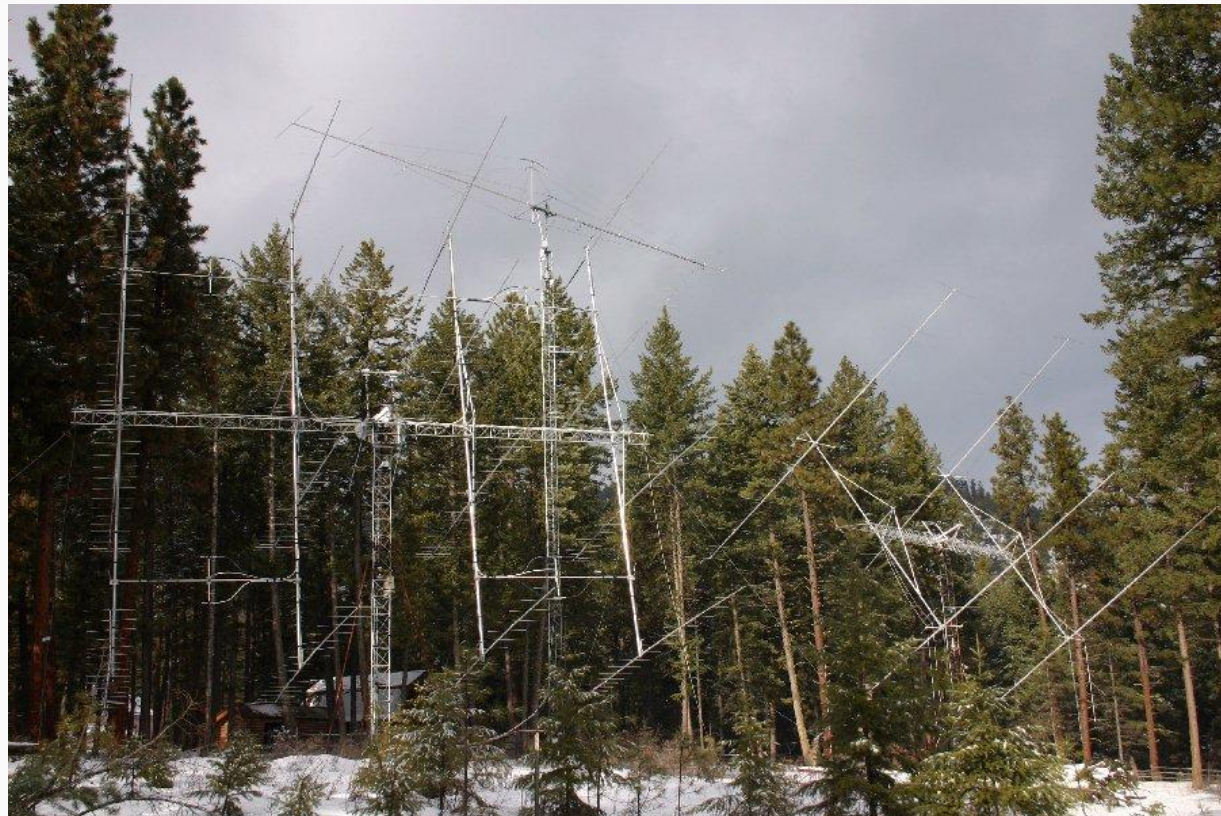


BC91200 125 W multi-wire broadband dipole

Mi van a két rádió között?



Mi van a két rádió között?



Feladatok:

- Elektromágneses tér
 - Kisugárzása
 - Vétele
- Szűrő
 - Frekvenciatartománybeli (bemeneti impedancia)
 - Térbeli (iránykarakterisztika)
- Illesztés
 - Transzformátor a szabadtér és a tápvezeték között
 - Tápvezeték hullámimpedancia nagyságrendjei
 - 30 Ω - **50 Ω** - 75 Ω - ... - ~500 Ω
 - Szabadtéri hullámimpedancia: ~ **377 Ω**

Mérete: Hullámhosszal összemérhető

Főbb antenna típusok - huzalantennák



Monopól
(Solti-adó)

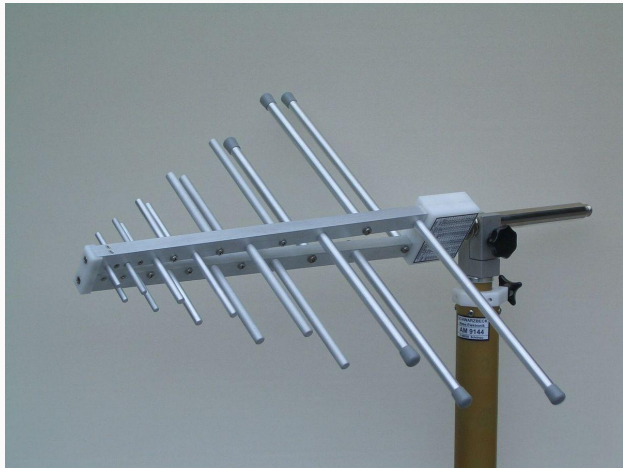


Dipól



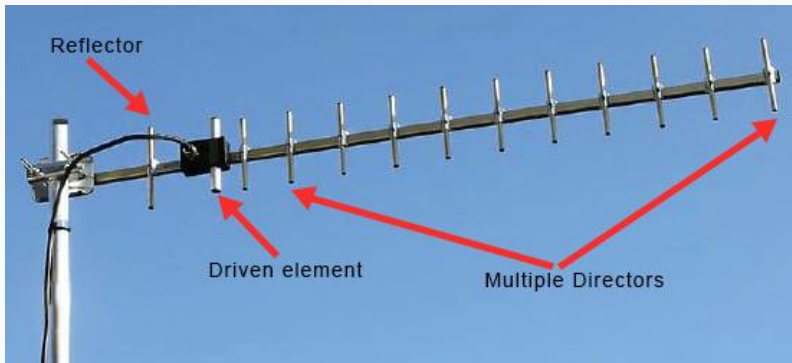
**Ground
Plane**

Főbb antenna típusok - huzalantennák



Logper antenna

Logaritmikusan periodikus, minden elem hajtott



Yagi-Uda antenna

Csak egy hajtott elem, a többi passzív



Helikális (hélix)

4 elemű antennasor

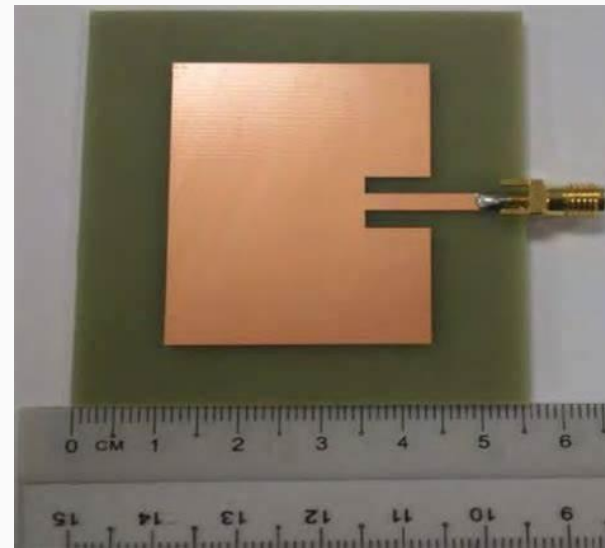
Főbb antenna típusok - apertúra antennák



Tölcsér antenna

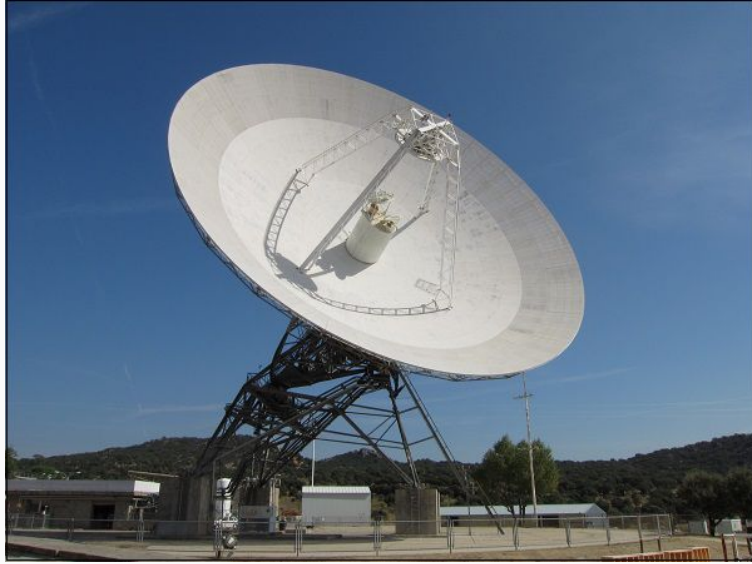


Bordás tölcsér

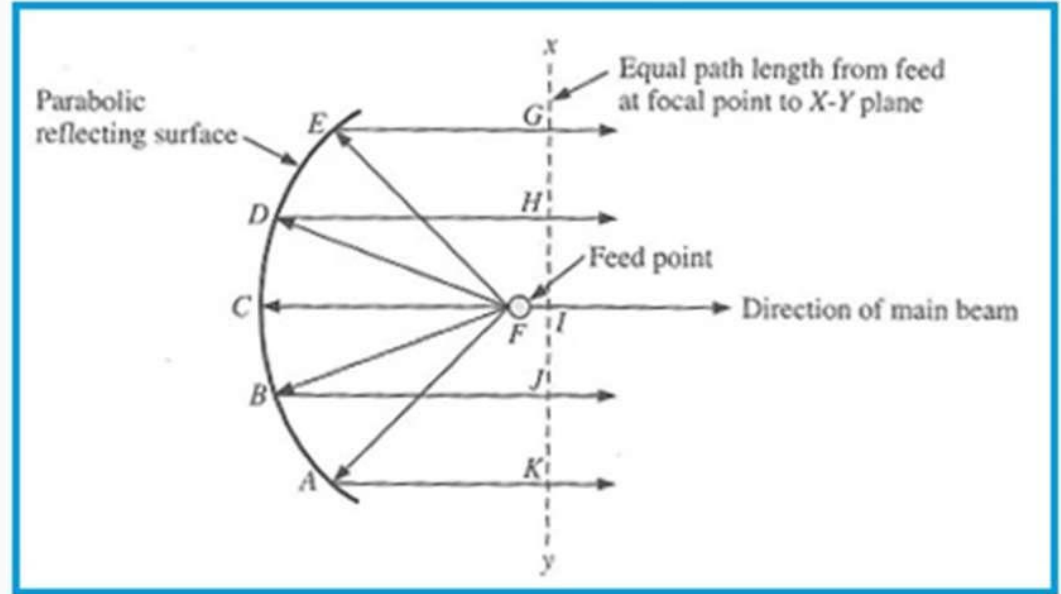


Patch (folt) antenna

Főbb antenna típusok - apertúra antennák



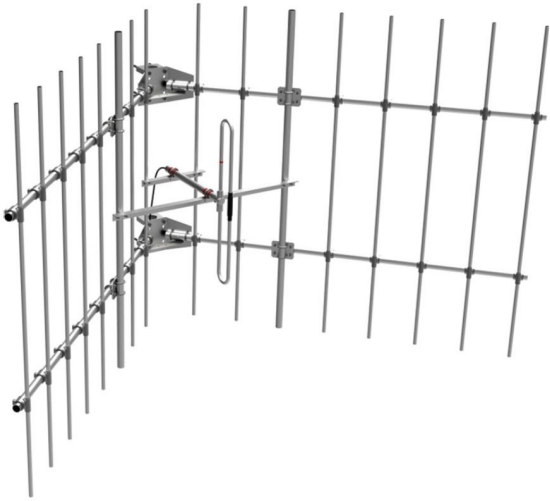
Forgásparaboloid reflektor



Primersugárzó antenna a fókuszpontban

- Megvilágítja a passzív reflektort

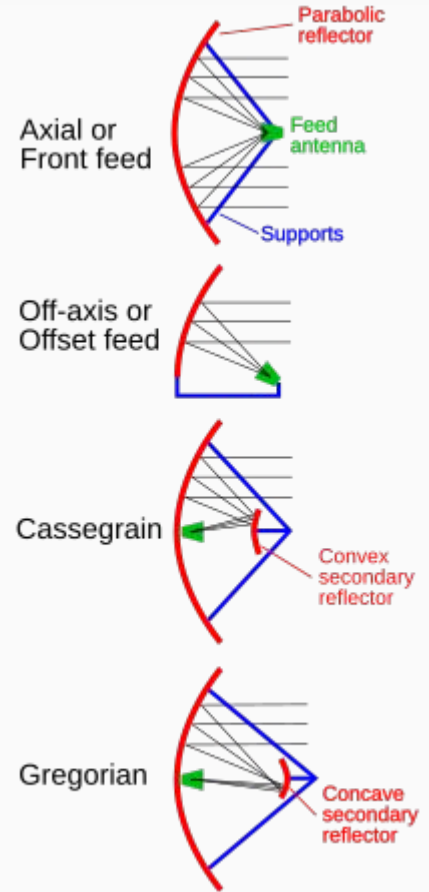
Főbb antenna típusok - egyéb reflektorok



Hajlított dipólus
sarokreflektorral



Ofszet parabola
(Műholdas TV és QO-100)



Főbb antenna paraméterek

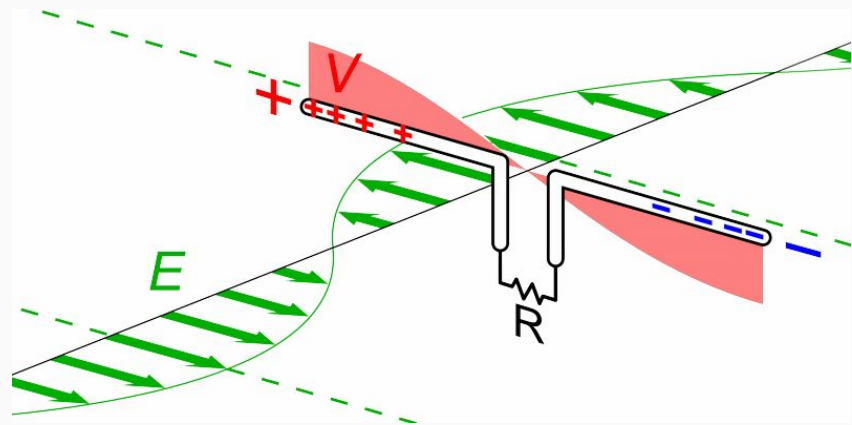
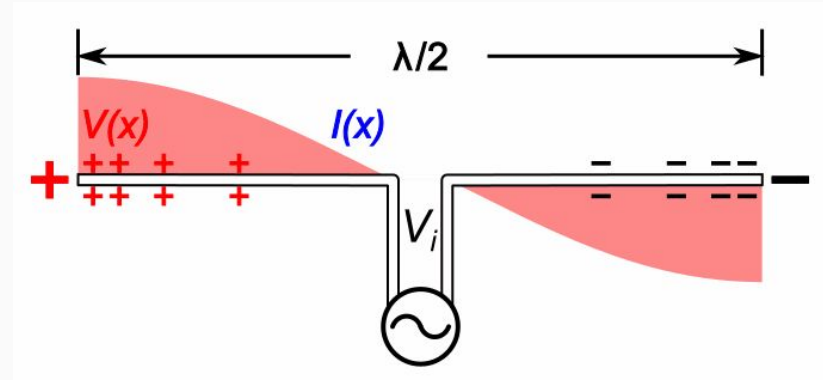
- Iránykarakterisztika
 - Sugárzó típus
 - Nyalábszélesség
- Nyereség (irányhatás)
 - Antenna hatásfok
- Bemeneti impedancia
 - Sávszélesség
 - Bemeneti reflexió
 - Állóhullámarány
- Polarizáció

Dipól antenna - sugárzás létrejötte

- Két egyforma, szimmetrikusan táplált sugárzó elem
- Az antenna hossza az üzemi hullámhossz fele

Példa: 430-440 MHz sáv

- Sávközép: 435 MHz
- $\lambda = 69$ cm
- Dipólus hossza: 34.5 cm
 - Gyakorlatban: ennél kicsivel rövidebb
 - Mert vastag a vezető



Dipól antenna - iránykarakterisztika

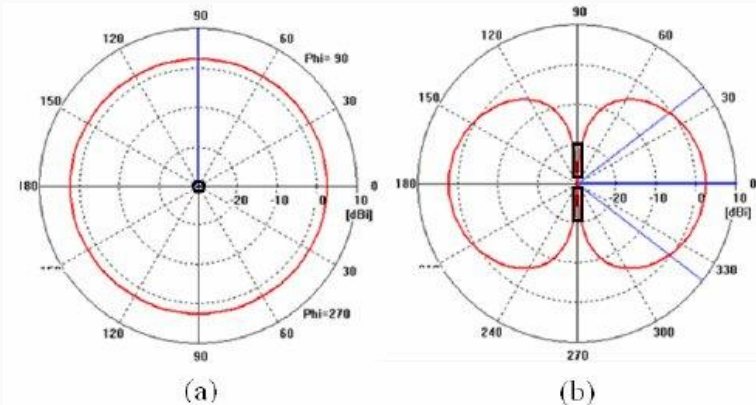
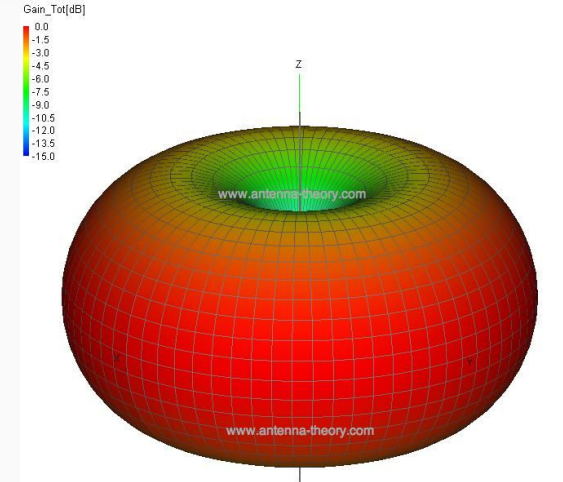
Iránykarakterisztika (normalizált)

- A tér adott irányába mekkora teljesítményt sugároz ki az antenna a maximálisan kisugárzotthoz képest

(Irányhatás: iránykarakterisztika, de a veszteségek nélkül)

a) H síkú iránydiagram

b) E síkú iránydiagram



Nyereség

Izotróp antenna

- Nem létezik
- A tér minden irányába azonos teljesítmény

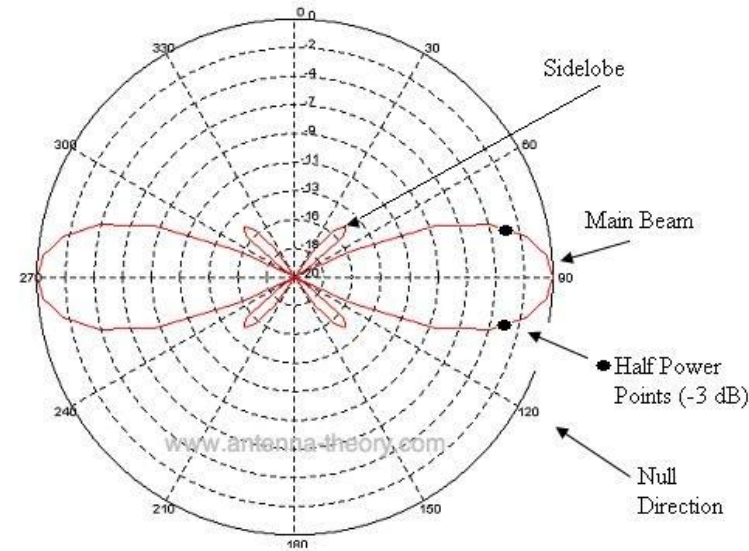
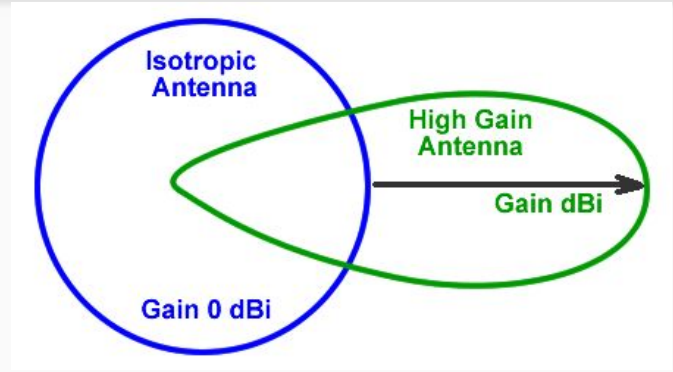
Nyereség ($G = \text{Gain}$)

- Mennyivel többet sugároz ki az antenna az izotróp antennához képest (dBi)
- Az iránykarakterisztikán gyakran nyereséget tüntetnek fel

Dipól nyeresége: 2.15 dBi

Írányélességi szög:

- $G - 3\text{dB}$ pontok által bezárt szög az iránykarakterisztikán



Bemeneti impedancia

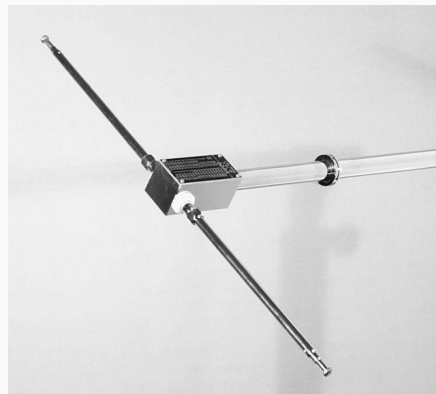
Az antenna egy frekvencia függő komplex ellenállással modellezhető (impedancia)

Illesztés:

- Az antenna előtti modulok Z_A^* impedanciájúak legyenek
- Ehhez speciális illesztő tagok
- Gyakorlatban gyakori eset:
 - Antennát valós 50Ω -ra hangolni (vagy 75Ω)
 - A tápvezeték és a rádió 50Ω -osak

Dipól "hangolatlan" impedanciája: $(73 + j42) \Omega$

Behangolva: 70Ω körül



=



Bemeneti reflexió, állóhullámarány

A bemeneti impedancia minden információt hordoz,
de nem egyszerű vele gondolkozni. Helyette:

Reflexió tényező: (gyakran S_{11} -ként is hivatkoznak rá)

- Szemléletes, sávszélesség direktben leolvasható róla
- Komplex szám, de az abszolút érték általában elég
- A jel mekkora hányada reflektálódik vissza illesztetlenség miatt az antennáról
 - Ha nem reflektálódik vissza, feltehetően jól sugároz az antenna

$$\Gamma_A = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0}$$

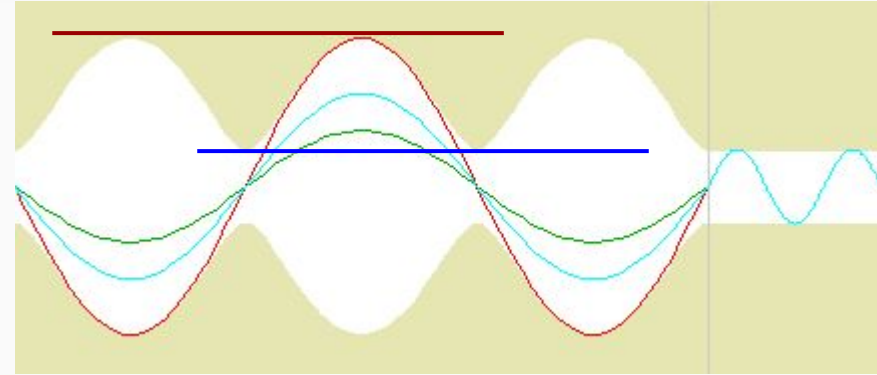
$$\Gamma_{\text{dB}} = 20 \lg(|\Gamma_A|)$$

Bemeneti reflexió, állóhullámarány

Állóhullám arány (VSWR)

Voltage Standing Wave Ratio

- Ugyan ezt fejezi ki, más szemlélettel
 - A szuperponált hullámmamplitúdó maximumának és minimumának a hányadosa
- $VSWR = 1$
 - illesztett lezárás
- $VSWR = \infty$
 - minden visszaverődik

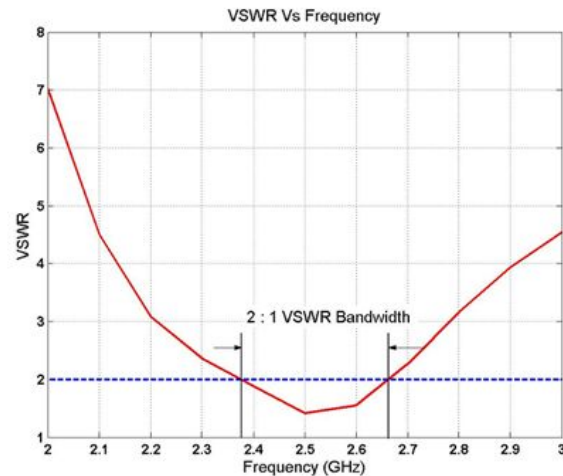
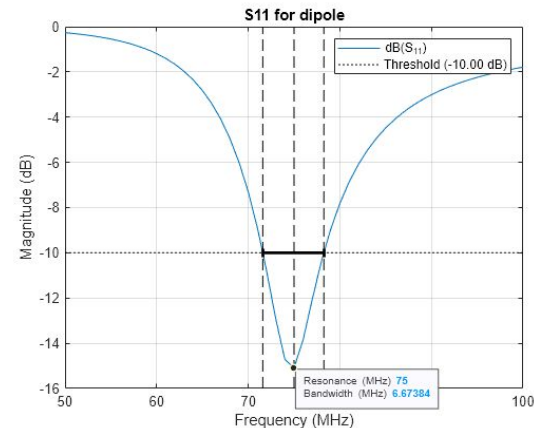
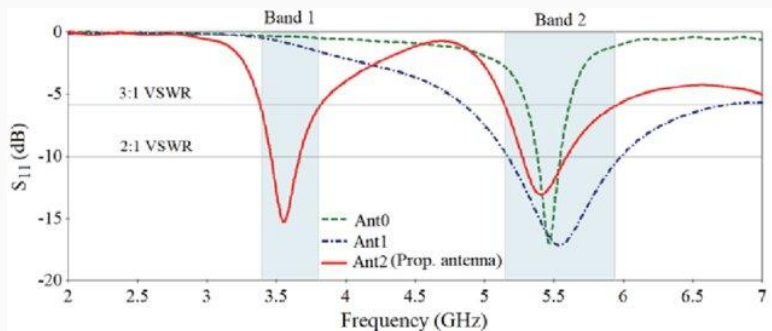


Return Loss (dB)	Reflected Pwr (%)	Forward Power (%)	Mismatch Loss (dB)	VSWR	Reflection Coefficient
0.00	100.00	0.00	∞	∞	1.00
1.00	79.43	20.57	6.87	17.39	0.89
2.00	63.10	36.90	4.33	8.72	0.79
3.00	50.12	49.88	3.02	5.85	0.71
4.00	39.81	60.19	2.20	4.42	0.63
5.00	31.62	68.38	1.65	3.57	0.56
6.00	25.12	74.88	1.26	3.01	0.50
7.00	19.95	80.05	0.97	2.61	0.45
8.00	15.85	84.15	0.75	2.32	0.40
9.00	12.59	87.41	0.58	2.10	0.35
10.00	10.00	90.00	0.46	1.92	0.32
12.00	6.31	93.69	0.28	1.67	0.25
15.00	3.16	96.84	0.14	1.43	0.18
20.00	1.00	99.00	0.04	1.22	0.10
30.00	0.10	99.90	0.00	1.07	0.03
∞	0.00	100.00	0.00	1.00	0.00

Sávszélesség

Bemeneti reflexió alapján (vagy VSWR alapján)

- Hogyan? Attól függ!
- Általában: -10 dB alatt antennának tekintünk dolgokat
 - 10%-os reflektált teljesítmény
- - 20 dB, vagy alatti már nagyon jó
- De: mobiltelefon antennákra az expertek - 5 dB-es sávszélességet is mondanak

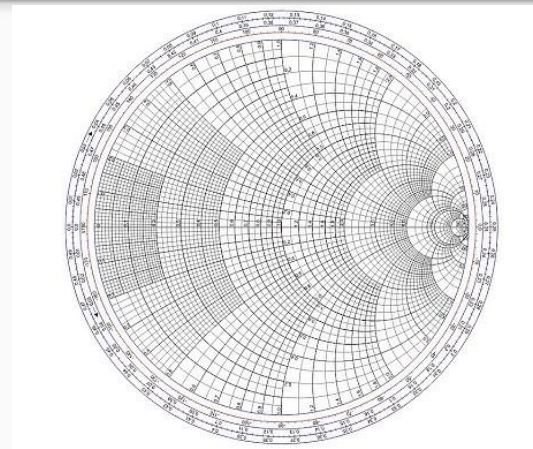


Smith-diagram ("Kovács-diagram")

A komplex reflexió tényezőt ábrázolja
descartes koordinátákban

- A közepén lévő pont az illesztett lezárás
 - Mert $(x,y) = (0,0) \Rightarrow$ nulla reflexió
- Kör széle: teljes reflexió \Rightarrow 1 sugarú kör
- Szeretjük, mert jól lehet vele vizualizálni
 - Illesztéseket
 - Tápvonalakat
 - Széles frekvencia tartományban

(Talán a világ legnagyobb Smith-diagramja
található az SCH 13. emeletén)



Polarizáció

Az elektromos tér iránya milyen síkú

- Lineárisan pol.
 - Függőleges (V)
 - Vízszintes (H)
- Körpolarizált

Pl. TV műhold vétel:

- Más adók V és H poláron

Keresztpolarizációs elnyomás

