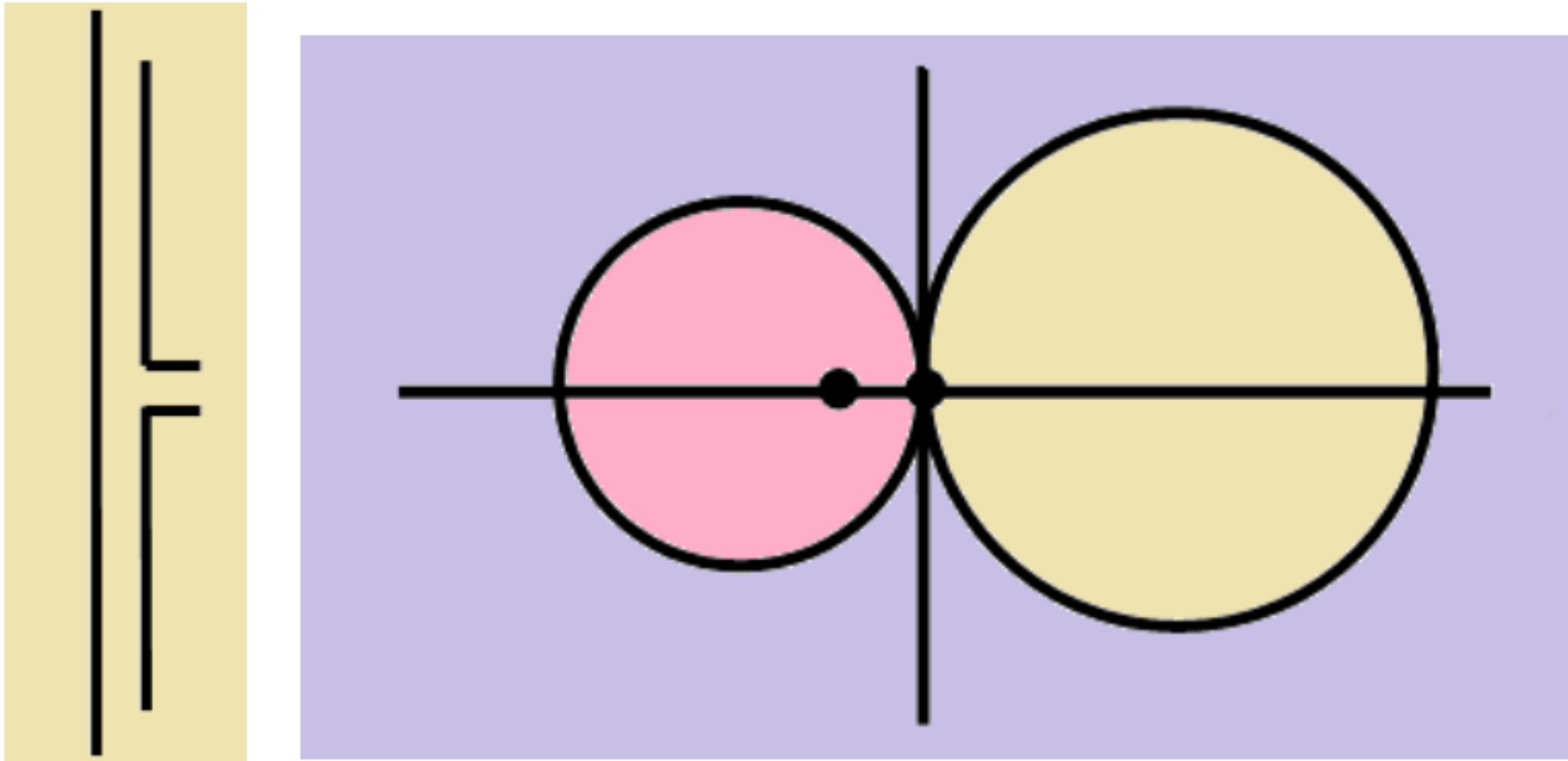


**Antene Yagi Uda-  
comparatie intre metoda  
clasica de constructie si  
cea de tip microstrip**



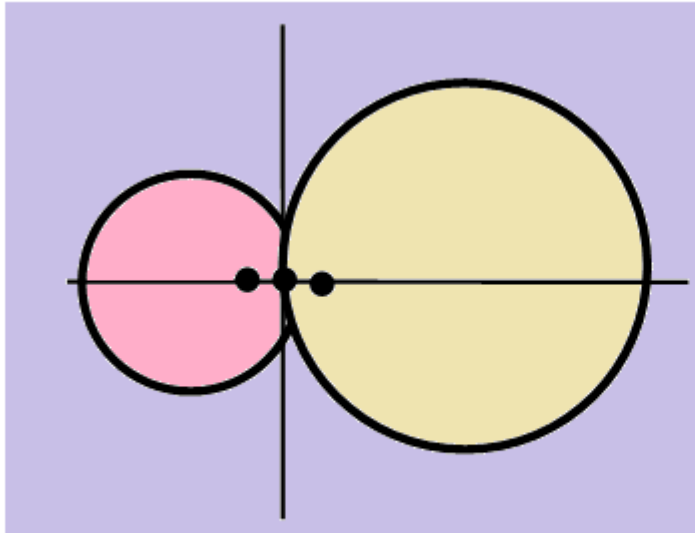
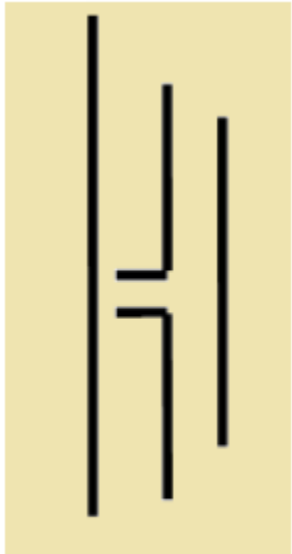
# Dipol linear cu un reflector



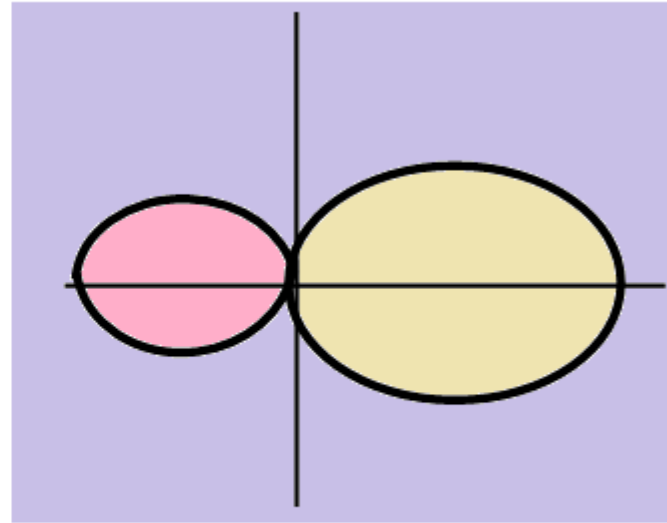
O antenă dipol liniară are radiație omnidirecțională și un câștig de aproximativ  $\approx 2$  dB

O antenă dipol liniară aflată lângă un reflector liniar va avea o radiație direcțională și un câștig de aproximativ  $\approx 5$  dB

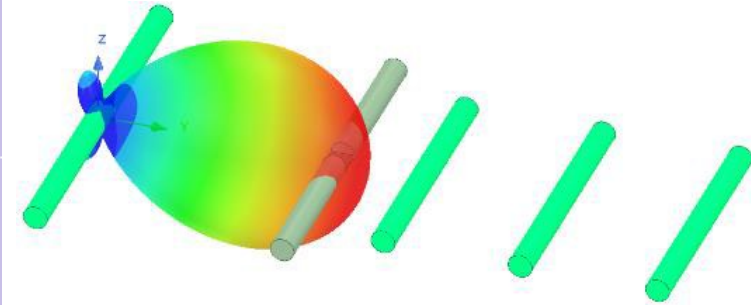
# Antena Yagi Uda cu 3 elemente



H-Plane Pattern

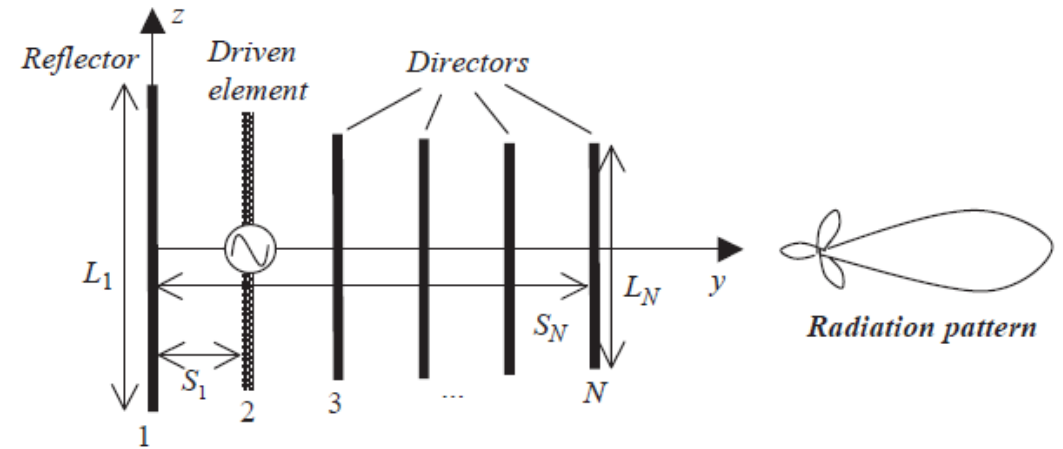
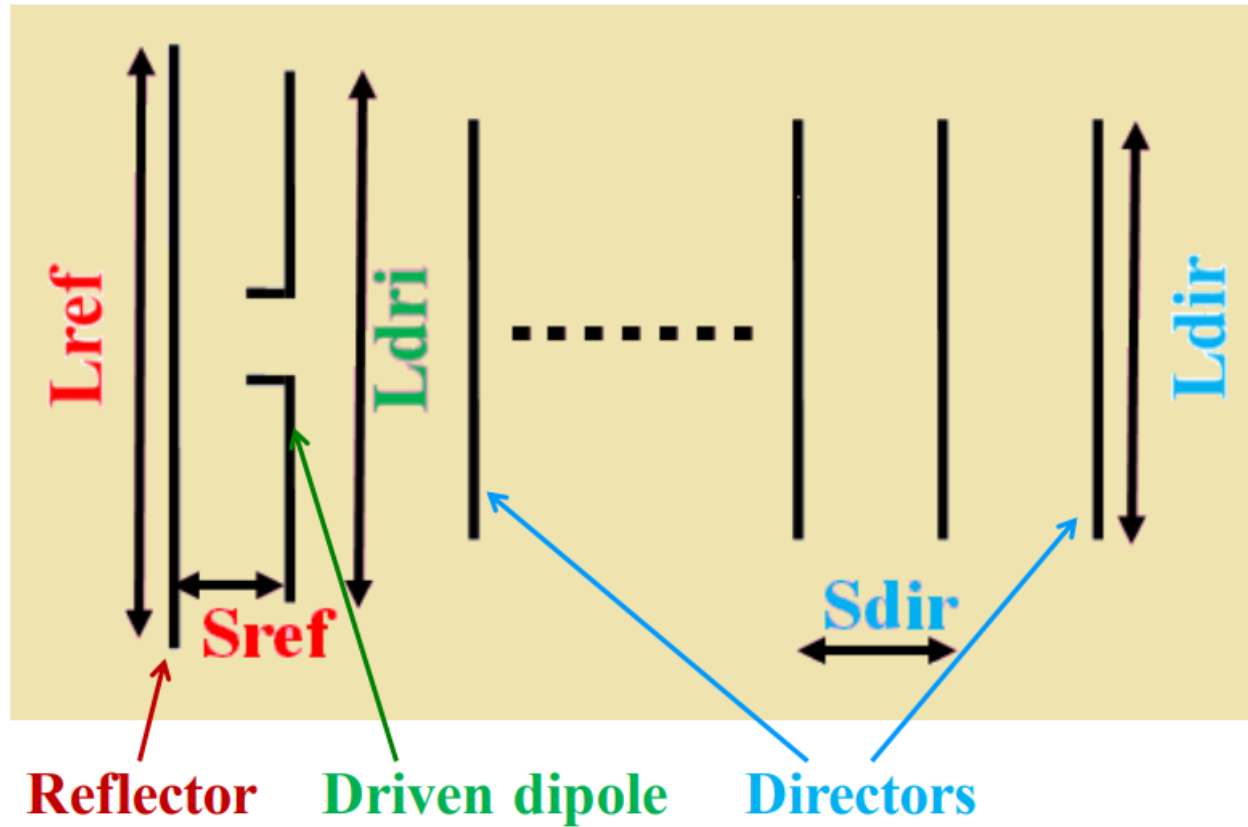


E-Plane Pattern



- O antenă Yagi-Uda cu 3 elemente are un dipol alimentat, un reflector liniar și un director
- Lungimea dipolului este :  $l + d = 0.48\lambda$
- Lungimea reflectorului  $> l >$  lungimea directorului
- Distanța dintre elemente  $\approx \lambda/4$  Acționează ca o antenă de tip end-fire. Câștigul  $\approx 7$  dB

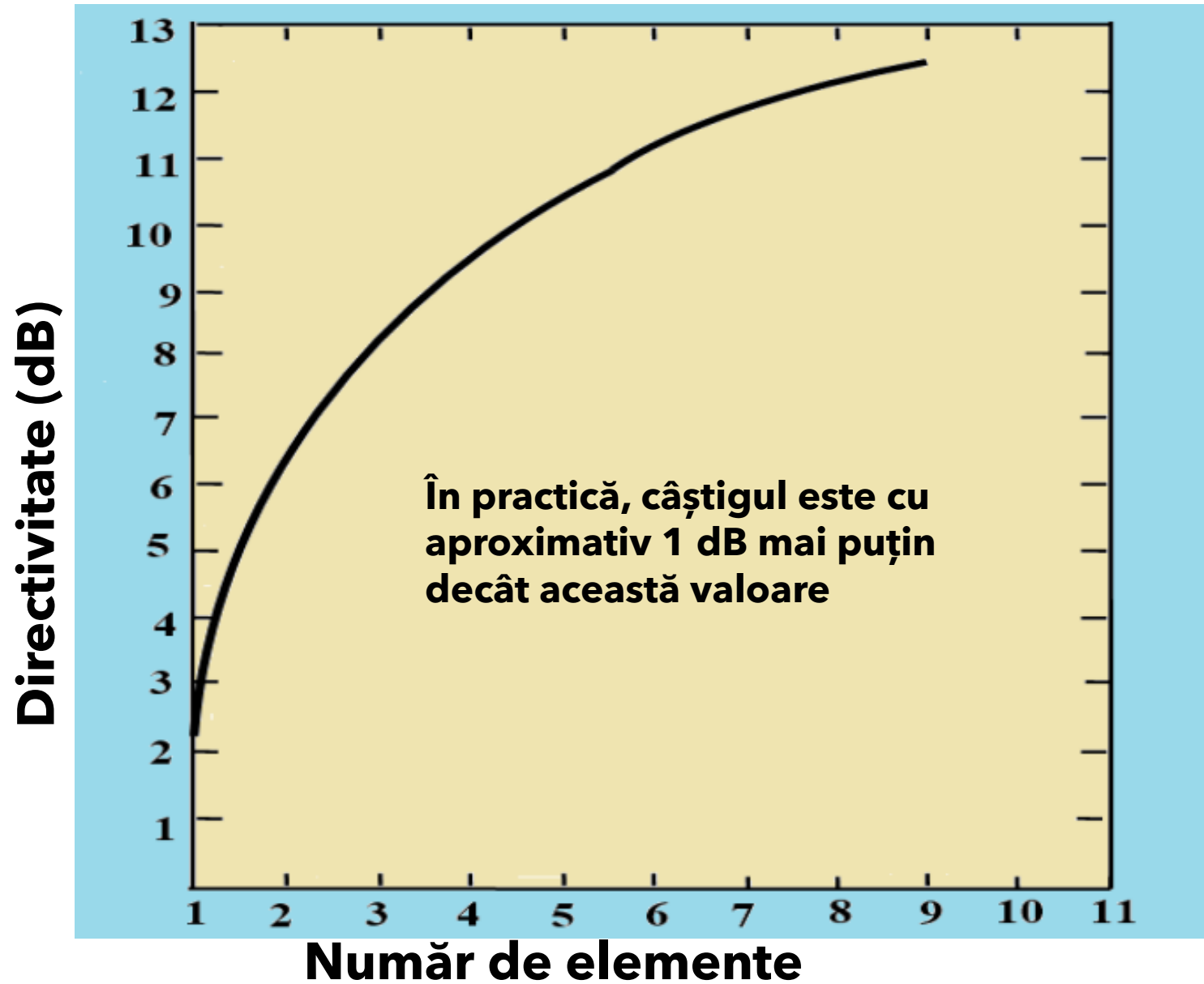
# Antena Yagi-Uda generală

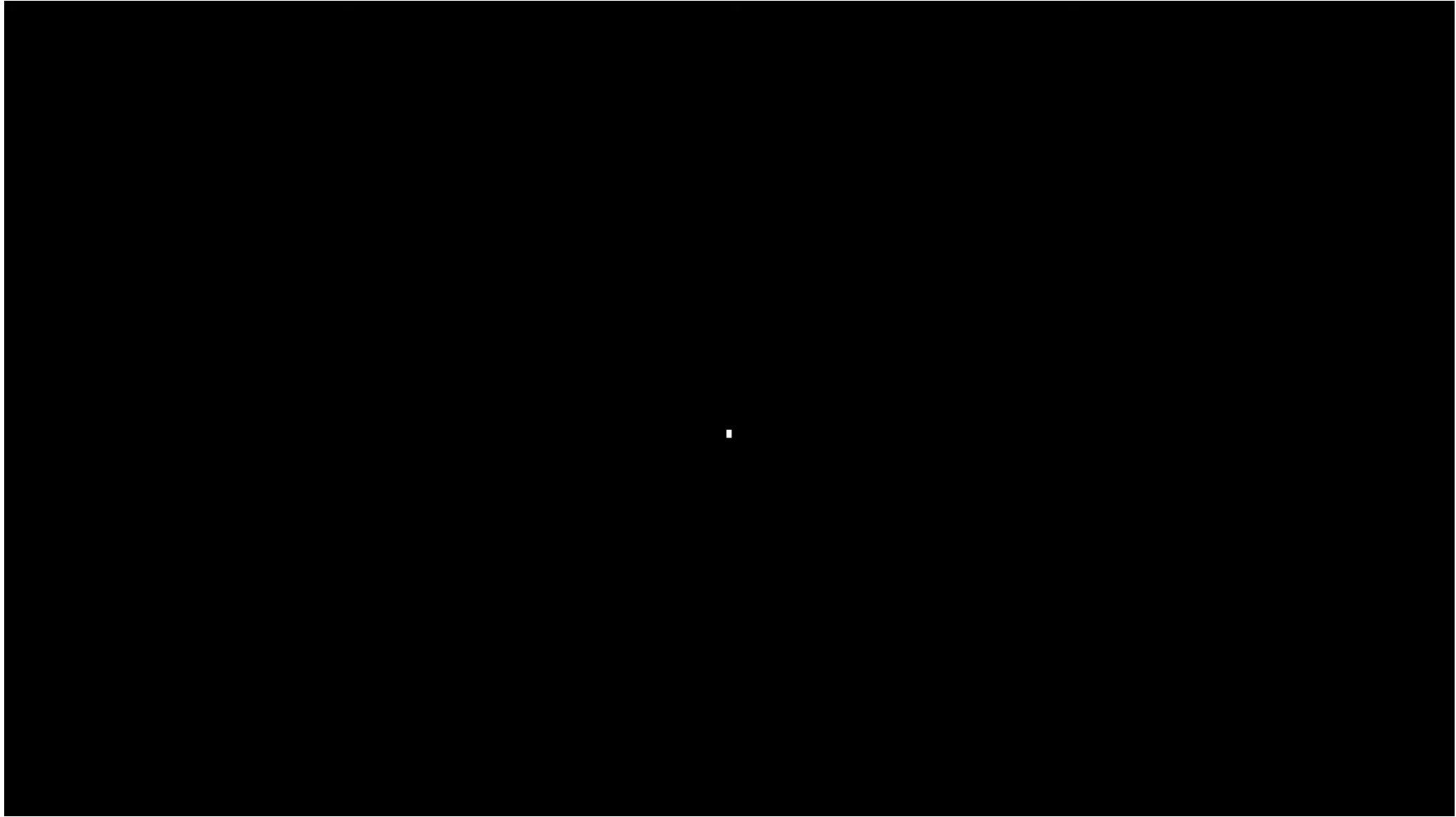


# Valori tipice pentru antena Yagi-Uda

- Lungimea directorilor  $(0,4-0,45)\lambda$
- Lungimea elementului de alimentare  $(0,47-0,49)\lambda$   
(de obicei e un dipol împăturat)
- Lungimea reflectorului  $(0,5-0,525)\lambda$
- Distanța dintre reflector și dipol  $(0,2-0,25)\lambda$
- Distanța dintre directori  $(0,3-0,4)\lambda$

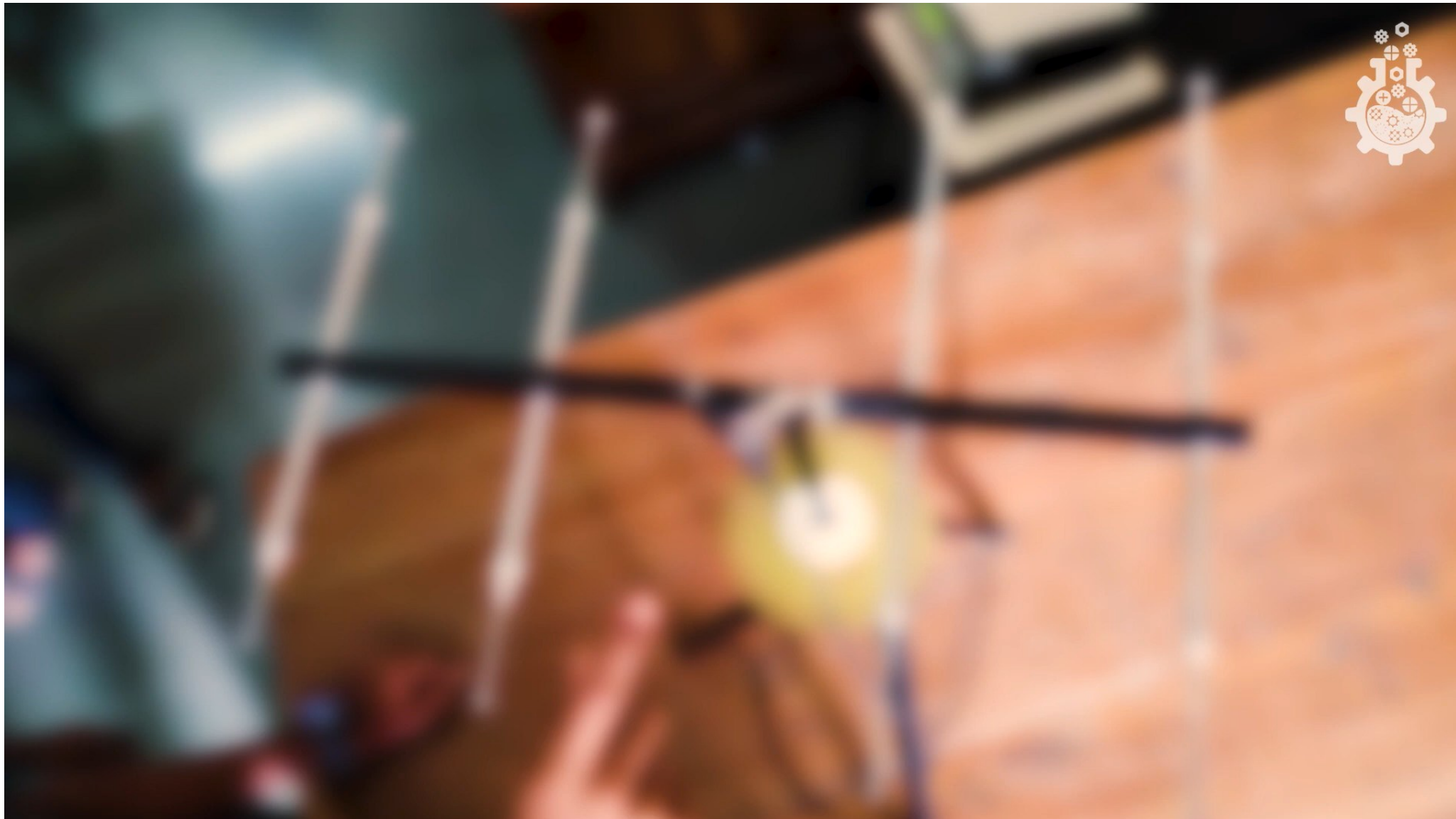
# Directivitate versus număr de elemente





•





# Dimensionarea elementelor antenei

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Dim X As Double  
X = 29979.2458 / Val(TextBox1.Value)  
t1 = 0.55 * X  
TextBox2.Value = t1  
t2 = 0.45 * X  
TextBox3.Value = t2  
t3 = 0.45 * X  
TextBox4.Value = t3  
t4 = 0.425 * X  
TextBox5.Value = t4  
t5 = 0.4 * X  
TextBox6.Value = t5  
t10 = 0.375 * X  
TextBox11.Value = t10  
t11 = 0.35 * X  
TextBox12.Value = t11  
t6 = 0.35 * X  
TextBox7.Value = t6  
t7 = 0.125 * X  
TextBox8.Value = t7  
t8 = 0.125 * X  
TextBox9.Value = t8
```

```
End Sub
```

UserForm1

Date de intrare

Frecventa [MHz]

Date de iesire

Lungimea reflectorului [cm]

Lungimea dipolului [cm]

Lungimea directorului 1 [cm]

Lungimea directorului 2 [cm]

Lungimea directorului 3 [cm]

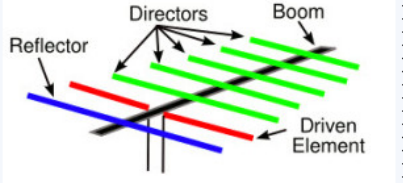
Lungimea directorului 4 [cm]

Lungimea directorului 5 [cm]

Distanța dintre reflector și dipol [cm]

Distanța dintre dipol și directorul 1 [cm]

Distanța dintre directori [cm]



Calculeaza

Iesire

# Dimensionarea elementelor antenei

UserForm1

Date de intrare

Frecventa [MHz]

Date de iesire

Lungimea reflectorului [cm]	<input type="text" value="6.870243829"/>
Lungimea dipolului [cm]	<input type="text" value="5.621108587"/>
Lungimea directorului 1 [cm]	<input type="text" value="5.621108587"/>
Lungimea directorului 2 [cm]	<input type="text" value="5.308824777"/>
Lungimea directorului 3 [cm]	<input type="text" value="4.996540966"/>
Lungimea directorului 4 [cm]	<input type="text" value="4.684257156"/>
Lungimea directorului 5 [cm]	<input type="text" value="4.371973345"/>
Distanța dintre reflector și dipol [cm]	<input type="text" value="4.371973345"/>
Distanța dintre dipol și directorul 1 [cm]	<input type="text" value="1.561419052"/>
Distanța dintre directori [cm]	<input type="text" value="1.561419052"/>

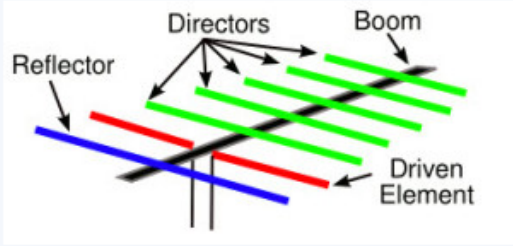
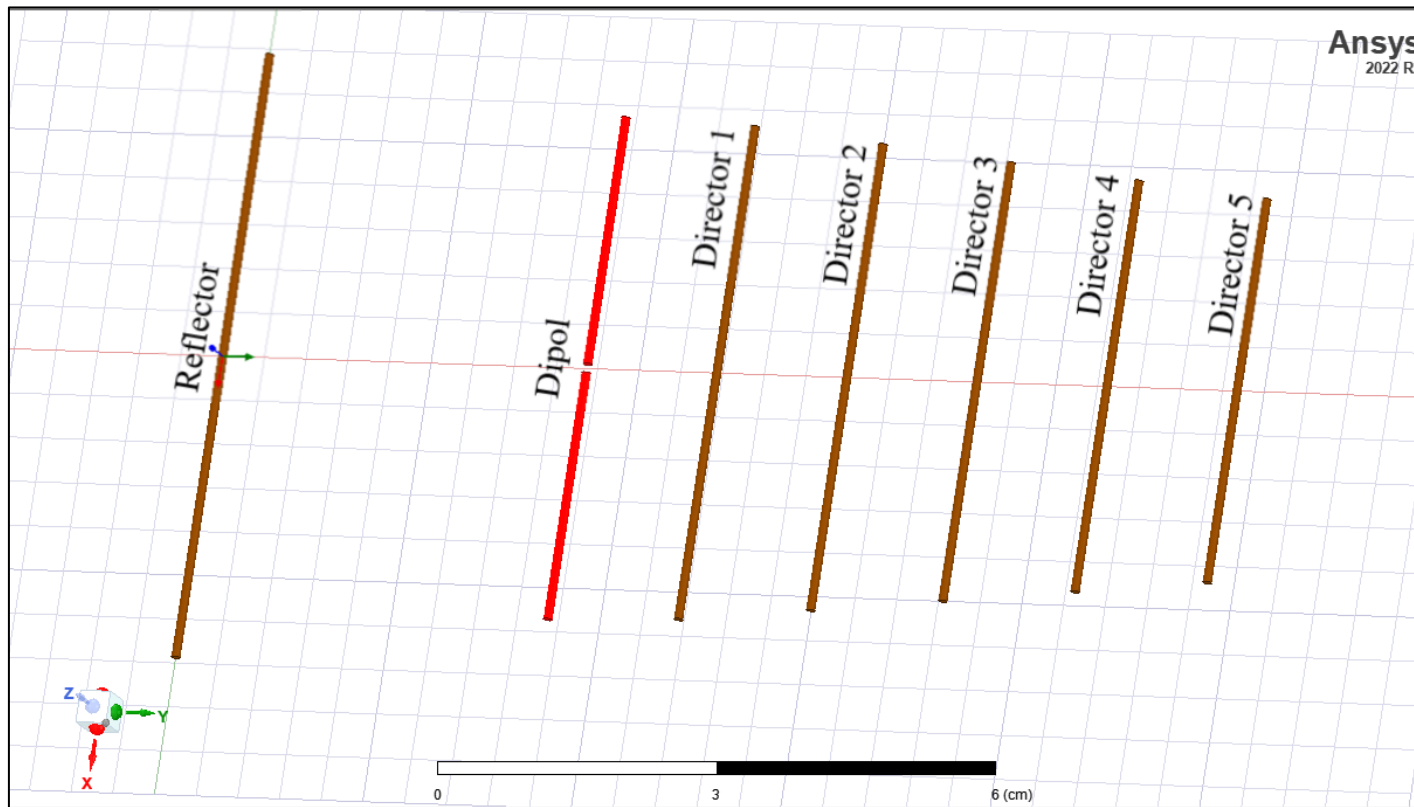
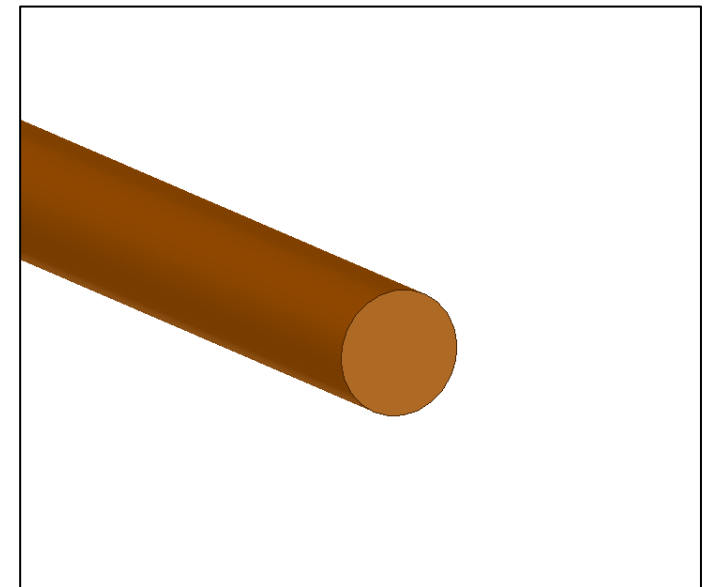


Diagram illustrating the antenna structure with components labeled: Reflector, Directors, Boom, and Driven Element.

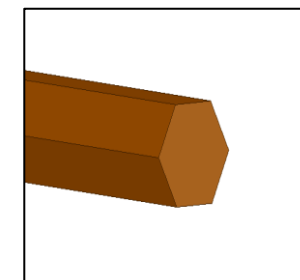
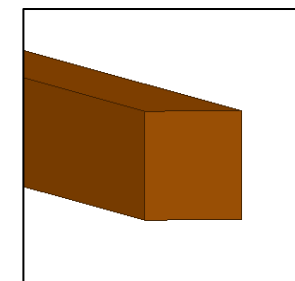
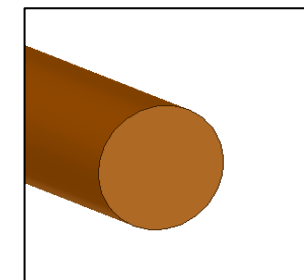
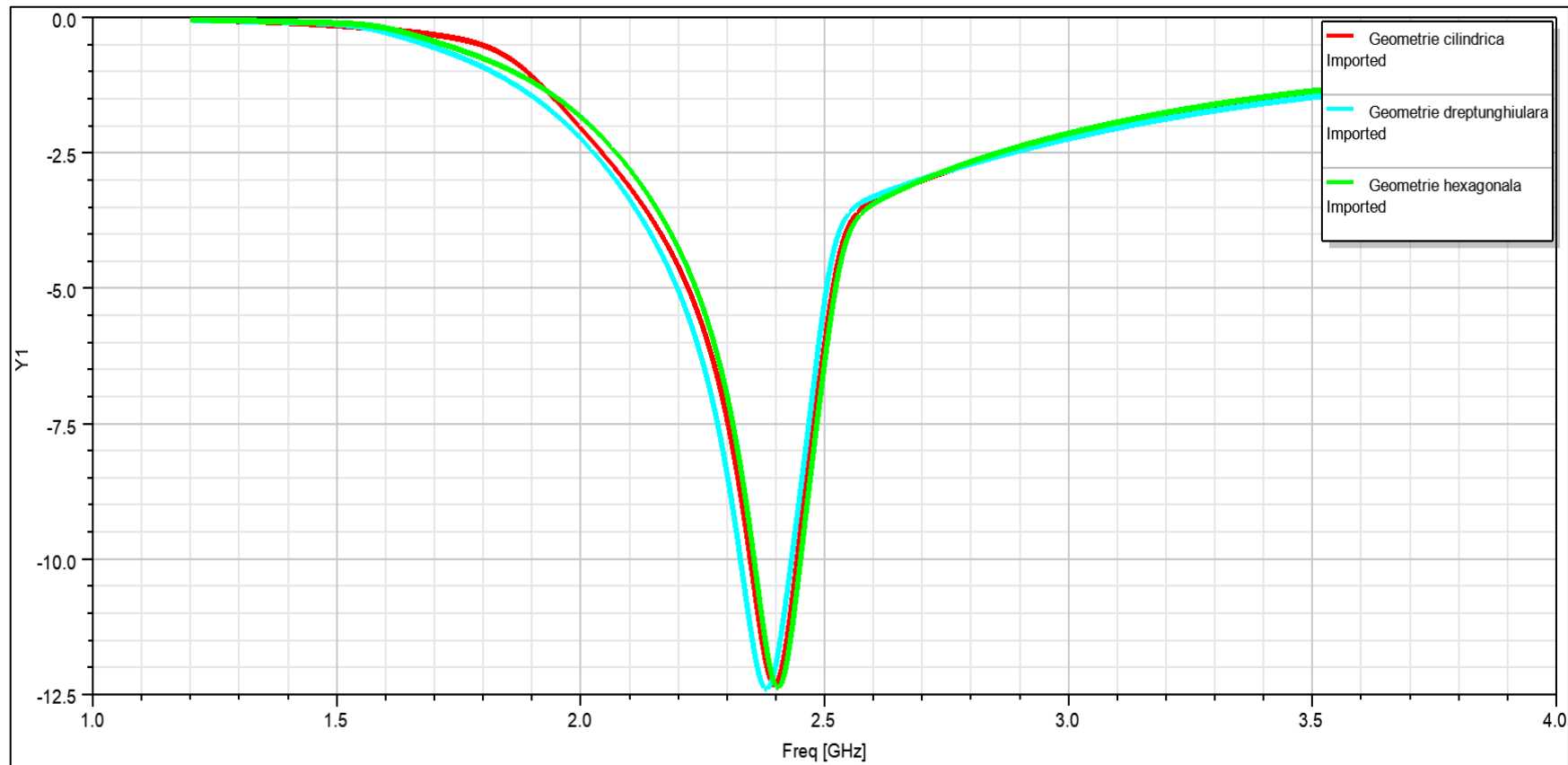
# Modelarea antenei folosind programul Ansys-HFSS



Frecvența: 2400 MHz  
Numărul de elemente: 7  
Material: Cupru  
Forma elementelor: Cilindrică  
Grosimea elementelor: 1mm  
Port de alimentare: LumpedPort



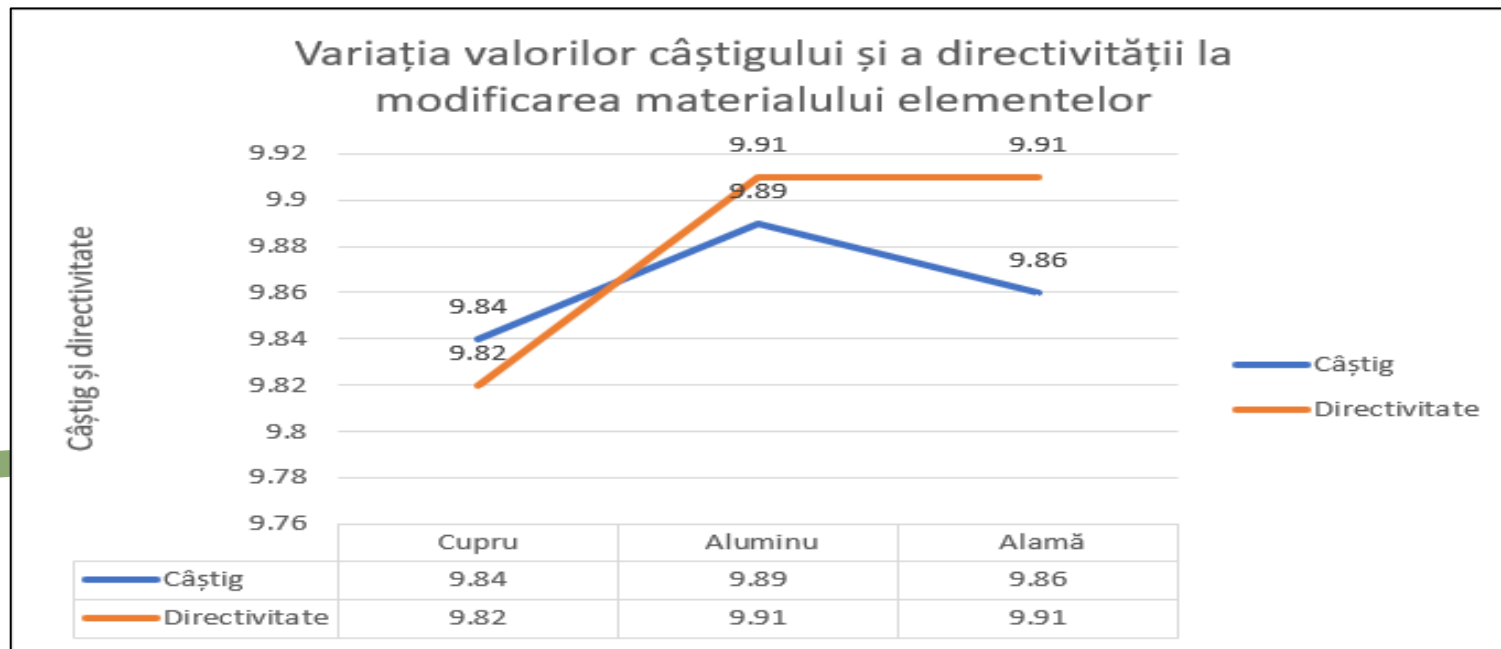
# Influența modificării geometriei elementelor asupra parametrilor antenei



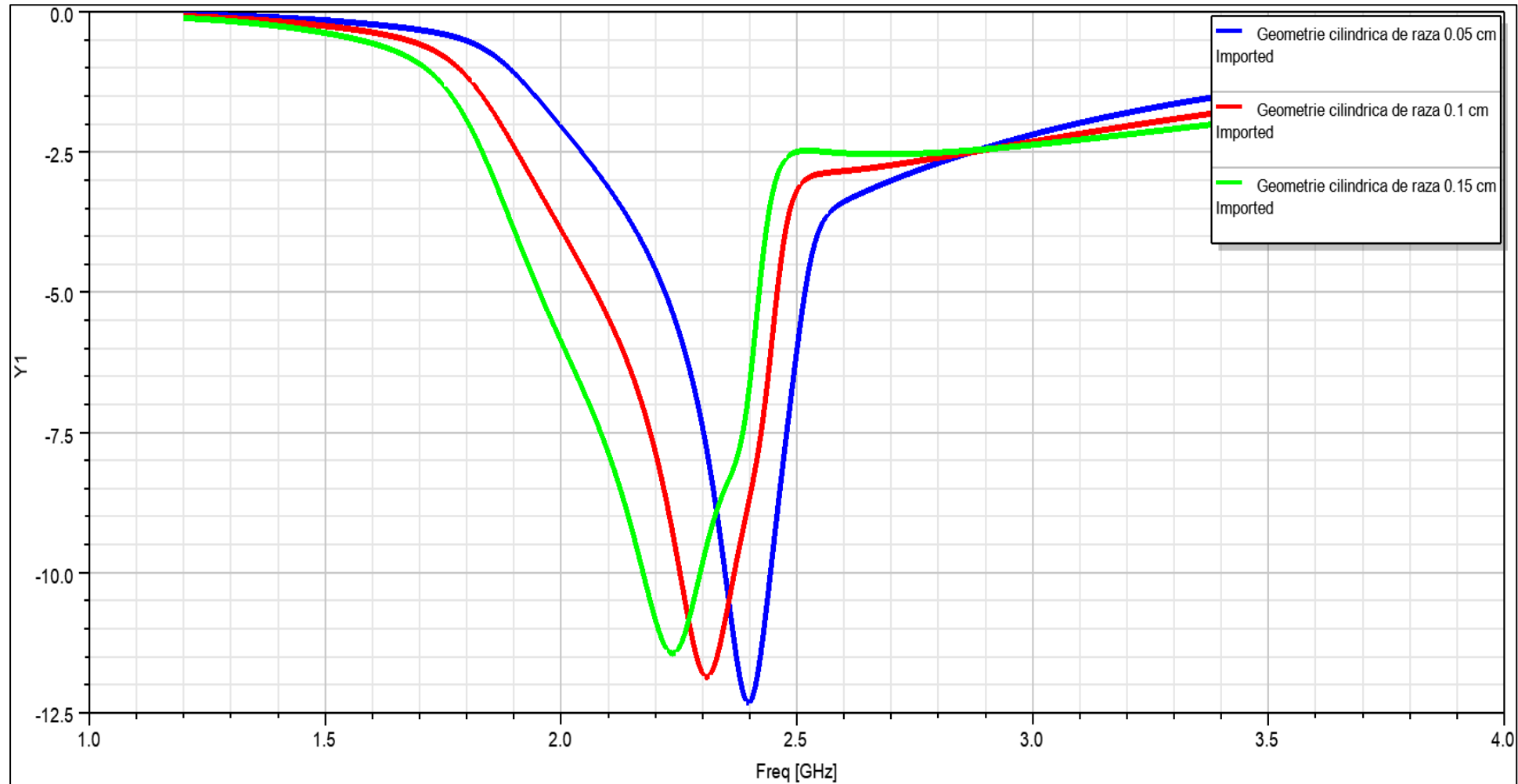
<b>Geometrie</b>	<b>Valoare lățime bandă de frecvență [%]</b>	<b>Frecvență de rezonanță [MHz]</b>	<b>Câștig [dB]</b>	<b>Directivitate [dB]</b>
Cilindrică	4.007	2400	9.84	9.82
Dreptunghiulară	4.37	2382	9.62	9.59
Hexagonală	3.95	2400	9.65	9.63

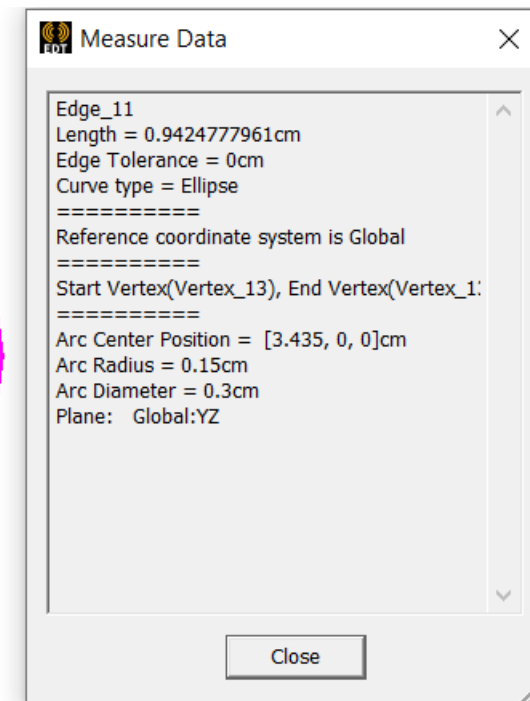
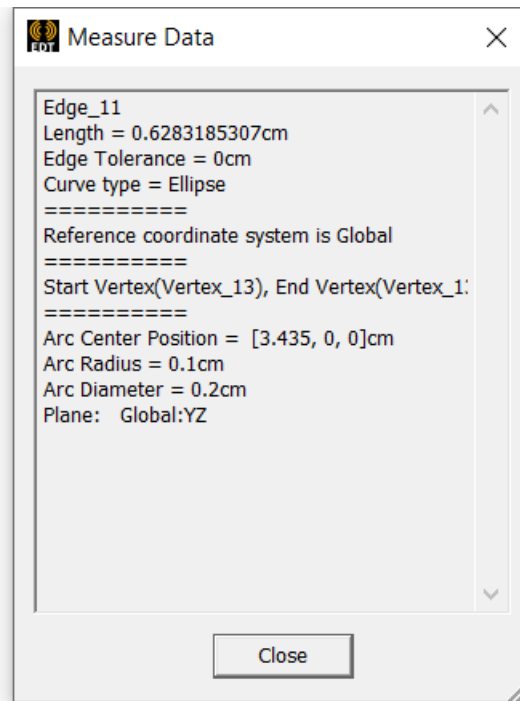
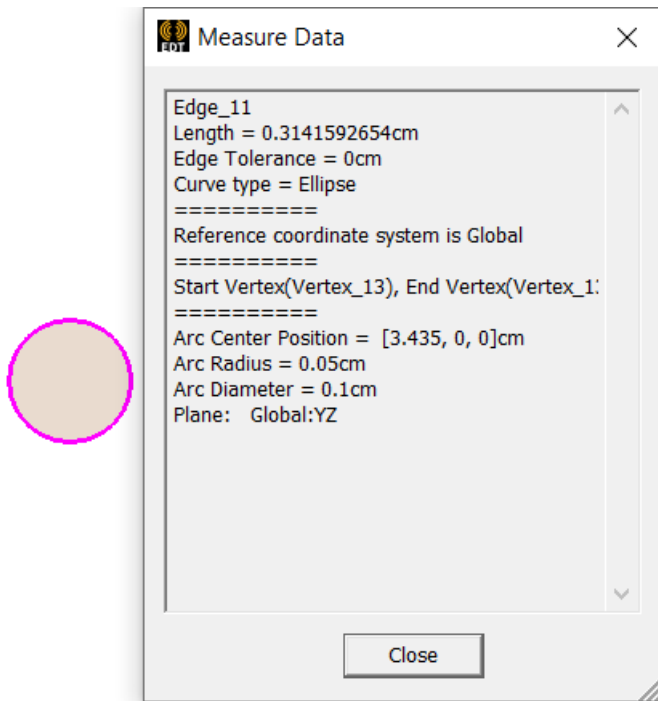
# Influența modificării materialului asupra parametrilor antenei

Material folosit	Câștig [dB]	Directivitate [dB]	Valoare lățime bandă de frecvență [%]	Frecvență de rezonanță [MHz]
Cupru	9.84	9.82	4.007	2400
Aluminiu	9.89	9.91	4.007	2400
Alamă	9.86	9.91	4.049	2400



# Influența modificării grosimii elementelor asupra parametrilor antenei





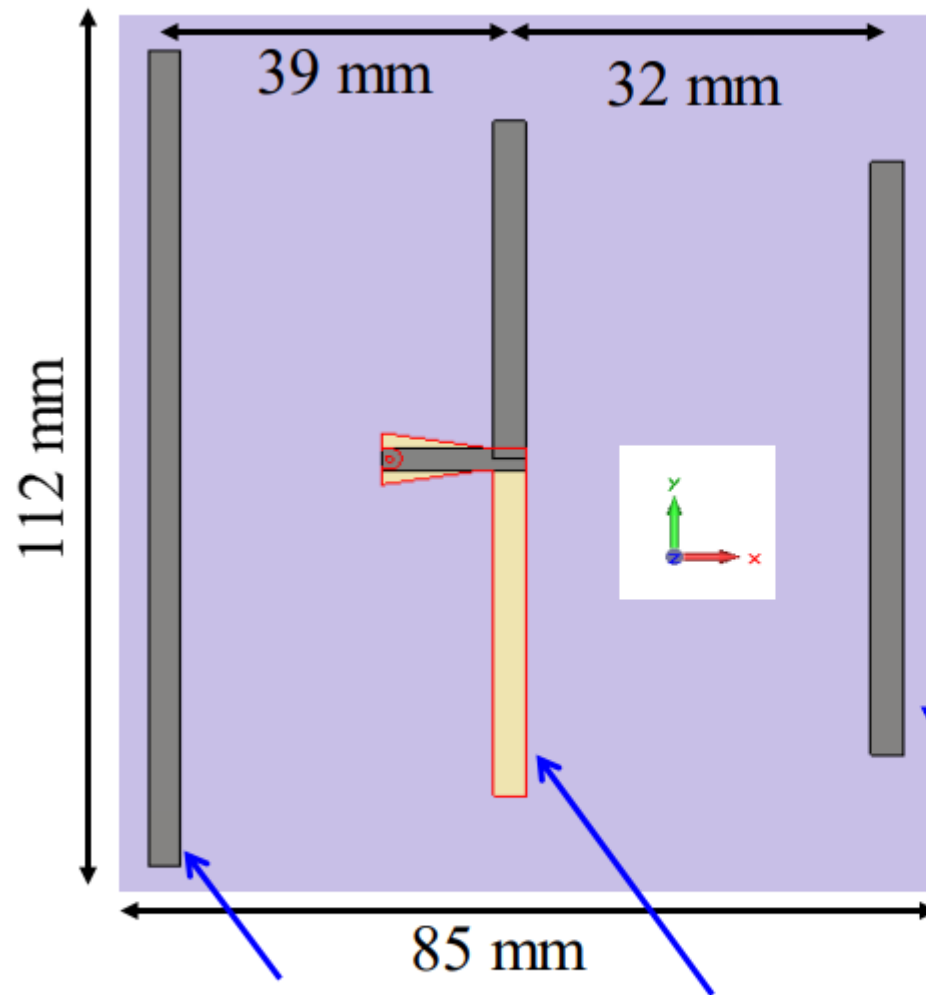
	<b>0.05 cm</b>	<b>0.1 cm</b>	<b>0.15 cm</b>
Câștig [dB]	9.84	9.53	8.54
Directivitate [dB]	9.82	9.30	8.49
Lățime bandă de frecvență [%]	4.007	5.022	5.415
Frecvență de rezonanță [MHz]	2400	2310	2238

# Concluzii

Analizând toate cazurile asupra cărora s-a efectuat analiza parametrică se pot obține următoarele concluzii:

- Programul Excel permite crearea de formulare de calcul facilitând proiectarea antenelor specifice pentru diferite domenii de frecvență.
- Antena având elementele de formă cilindrică de rază 0.05 cm, fabricate din cupru are cele mai bune valori ale câștigului și ale directivității.
- În cazul în care se dorește obținerea unei valori mai ridicate a lățimii benzii de frecvență, se va folosi antena având elementele fabricate din alamă.

# Antenă Yagi Uda planară



Frequency : 1.3 GHz

$\lambda = 230$  mm

FR 4 Substrate:

$\epsilon_r = 4.4$ ,  $h = 1.6$  mm

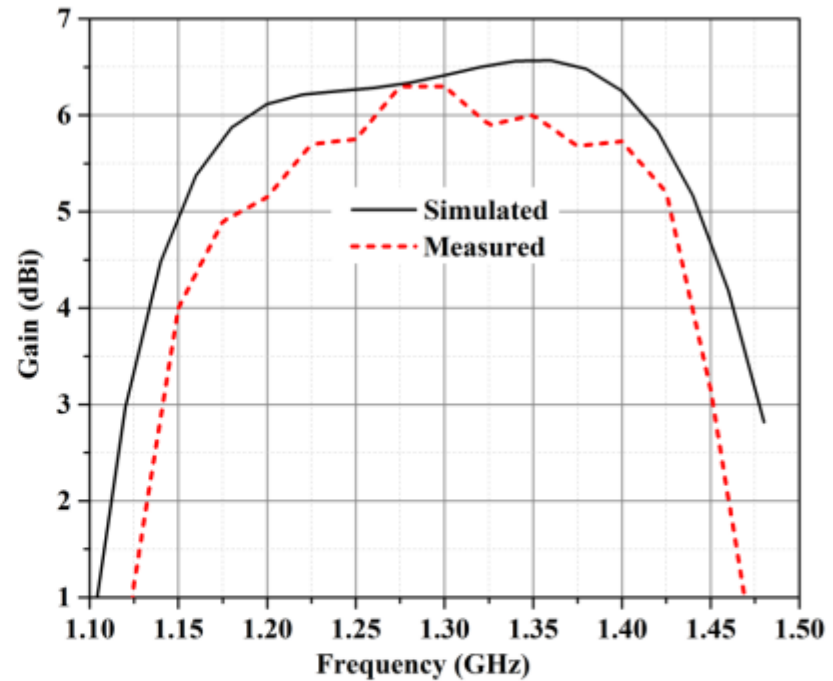
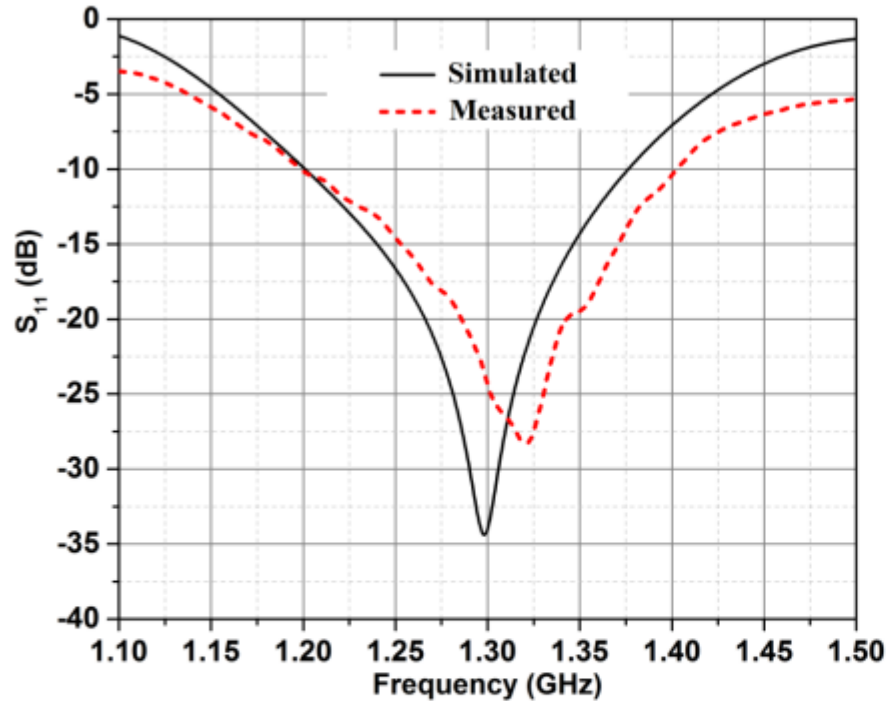
$\epsilon_{\text{eff}} \approx 1.3-1.4$  due to  
field in air

Length of Director  
= 72 mm

Length of Reflector  
= 102 mm

Length of Driven  
Dipole = 91 mm

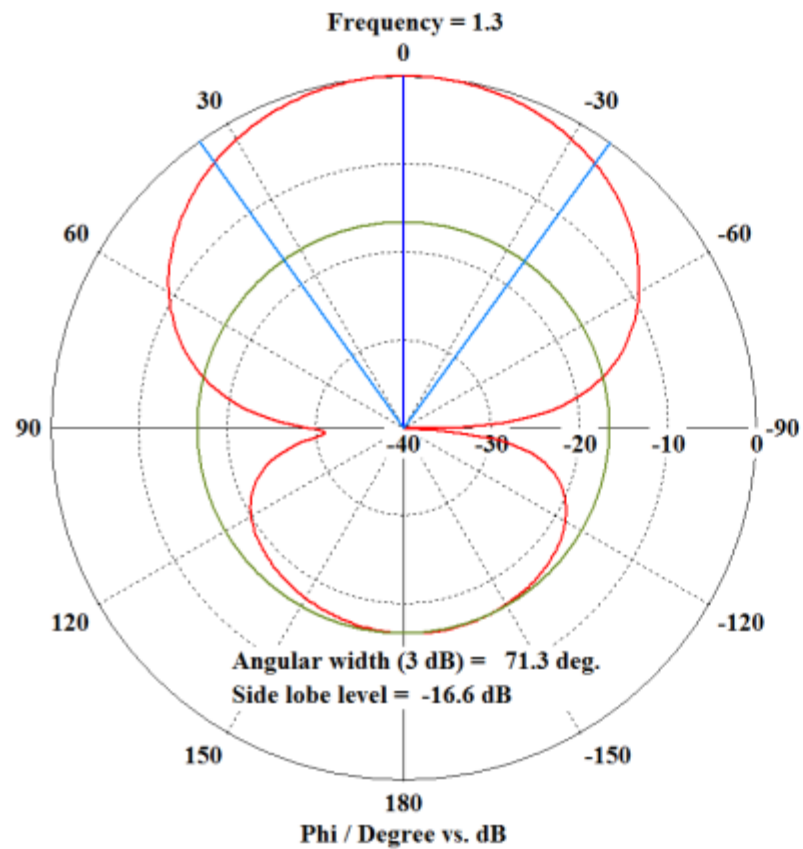
# Rezultate pentru antena Yagi Uda planară cu 3 elemente



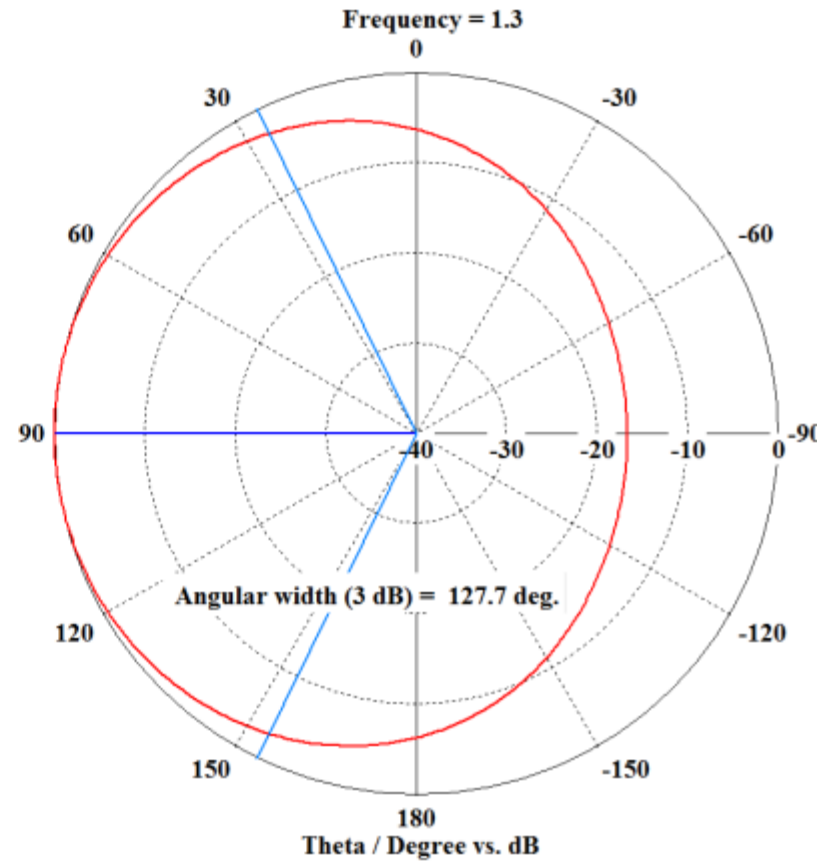
**For  $|S_{11}| \leq -10$  dB, Measured BW = 15.4%**

**Measure Peak Gain = 6.3 dB**

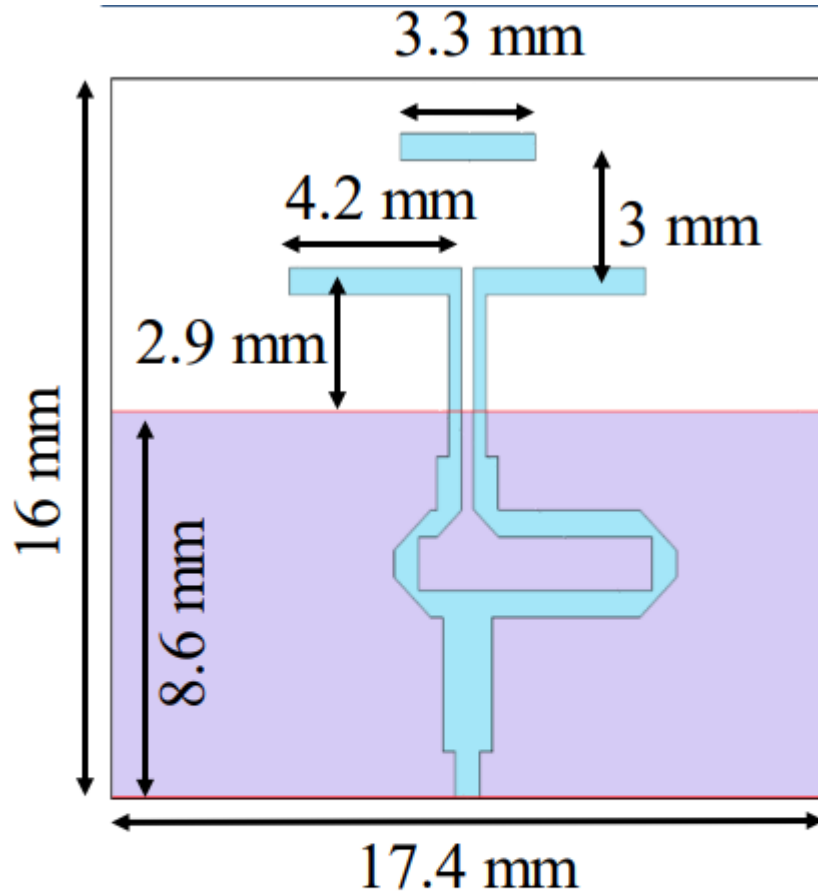
# Radiația la 1,3 GHz



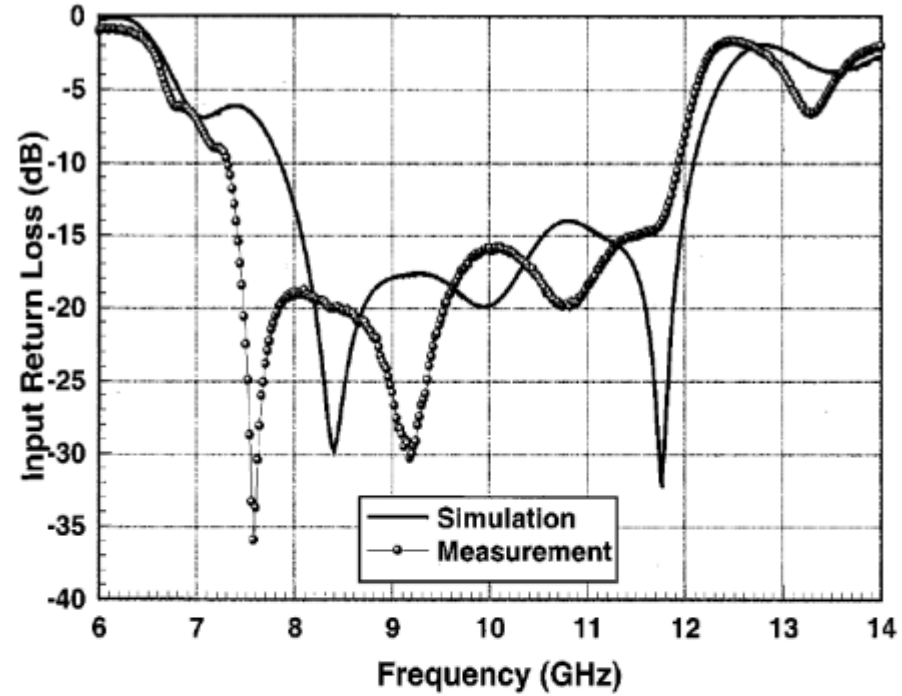
*xy Plane – E Plane*



*xz Plane – H Plane*



Substrate:  $\epsilon_r = 10.2$  and  $h = 0.635$  mm

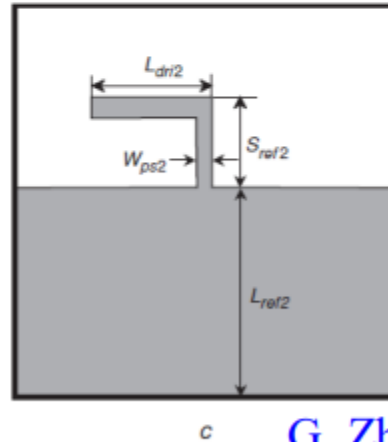
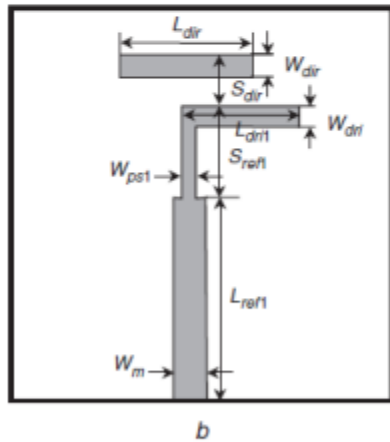
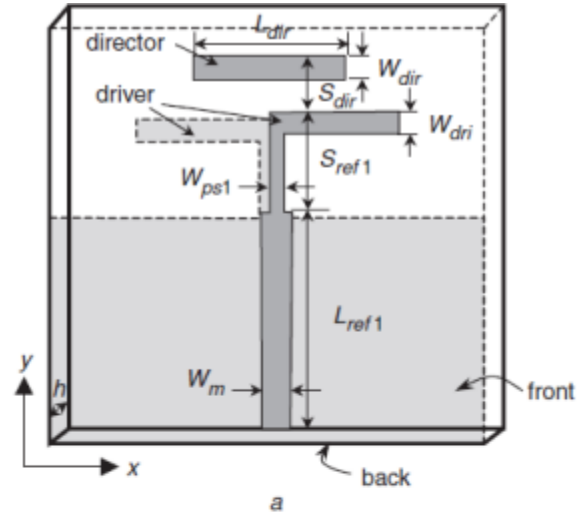


**Bandwidth: 48% at X-band**  
**Gain: 3.4 - 5.1 dB**

**Another design given for lesser BW and larger Gain**

N. Kaneda, W. R. Deal, Yongxi Qian, R. Waterhouse and T. Itoh, "A broadband planar quasi-Yagi antenna," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 50, no. 8, pp. 1158-1160, Aug. 2002.

# Alimentare simplificată pentru o antenă Yagi Uda planară



Lref1	16 mm
Ldir	2.84 mm
Sref1	7.5 mm
Sdir	2.58 mm
Wm	0.6 mm
Wdri	0.6 mm
Wdir	0.6 mm
Ldri1	4.23 mm

**BW = 40% at X-band**

**Fig. 1** Geometry of modified printed Yagi antenna  
 a 3D schematic diagram    b Top layer  
 c Bottom layer

G. Zheng, A. A. Kishk, A. W. Glisson and A. B. Yakovlev, "Simplified feed for modified printed Yagi antenna," in *Electronics Letters*, vol. 40, no. 8, pp. 464-466, 15 April 2004.



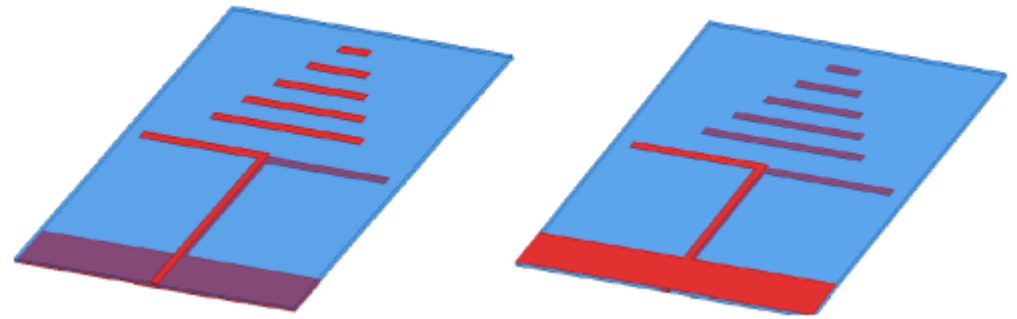
# Comparație între antena Yagi Uda clasică și planară funcționând la 2,4 GHz

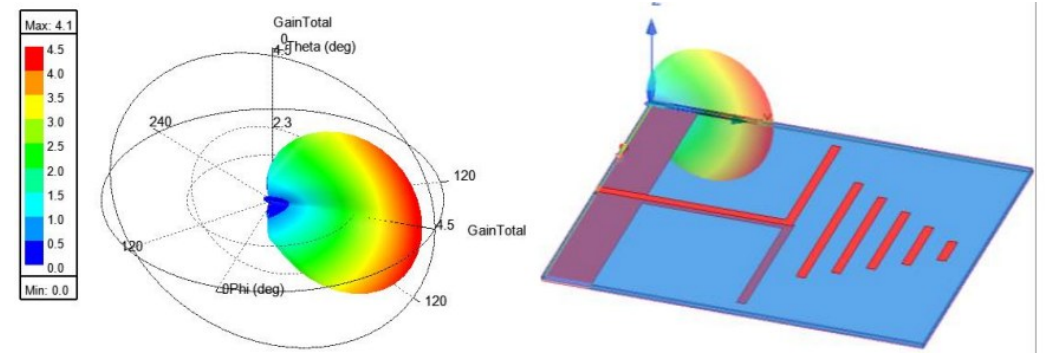
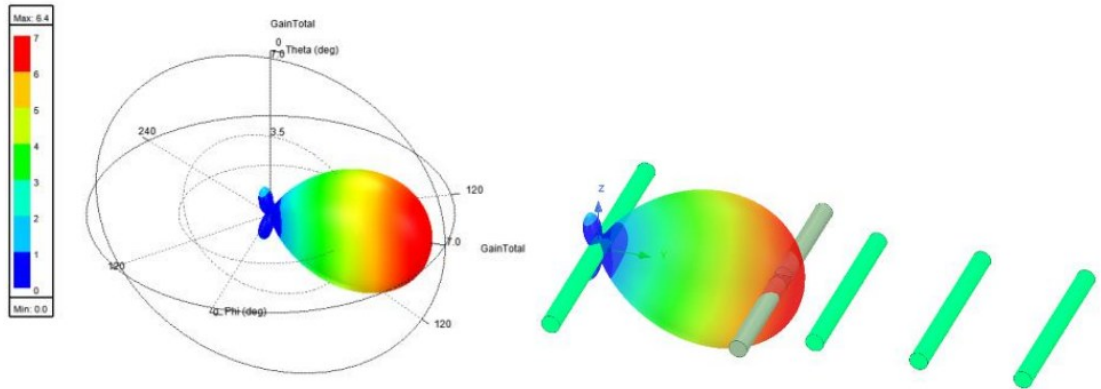
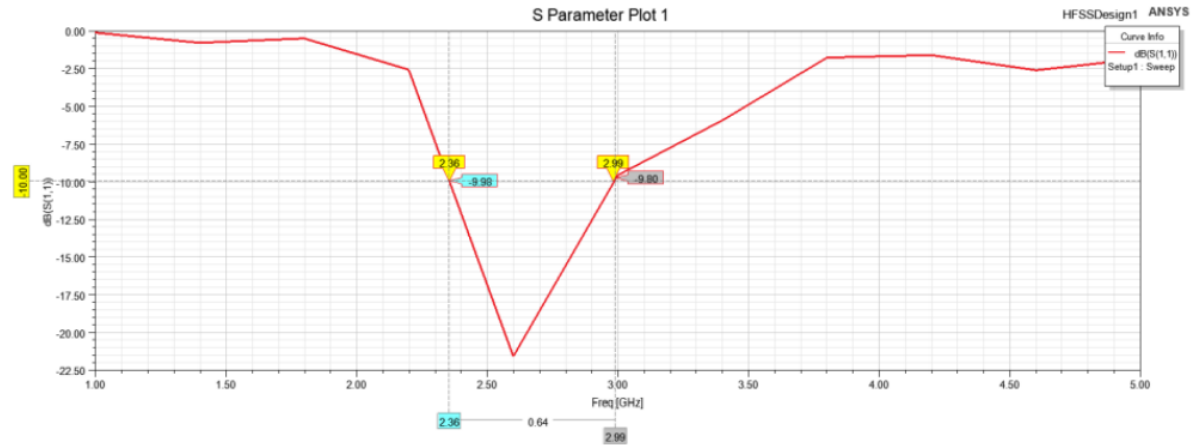
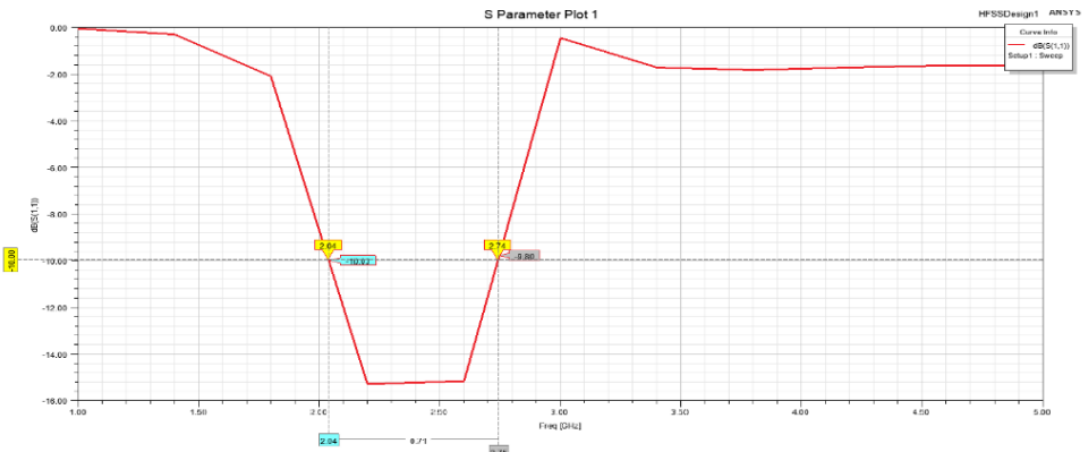
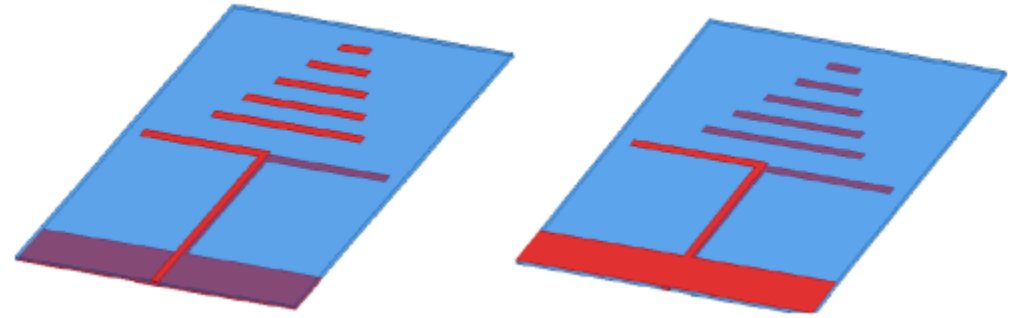


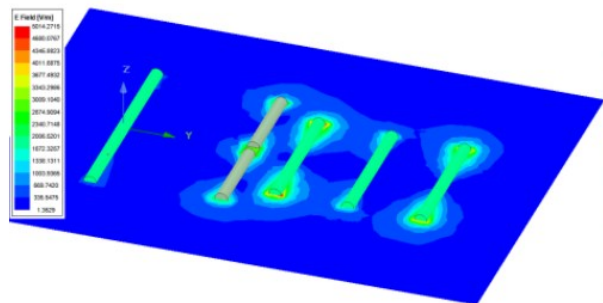
- Antena este construită cu 3 directori, în timp ce dipolul care alimentează antena este prezentat cu o nuanță diferită de verde. Lungimea totală a antenei este **102,7 mm**, iar lățimea este de **63,4 mm**, în timp ce tijele sunt considerate a fi construite din aluminiu. Raza conductoarelor este considerată a fi de **2 mm**.

Elementele constitutive sunt aceleași, reflectorul fiind plasat pe o parte a dielectricului, în timp ce directorii și dipolul sunt pe cealaltă parte, numărul directorilor crescând la 5.

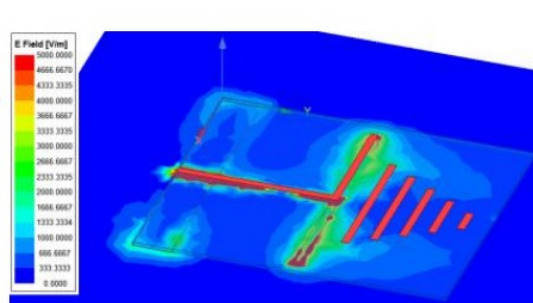
Directorii au lungimi diferite și o lățime de 1,5 mm. Lungimea totală structurii este de **65 mm**, în timp ce lățimea este de **56 mm**, grosimea fiind de



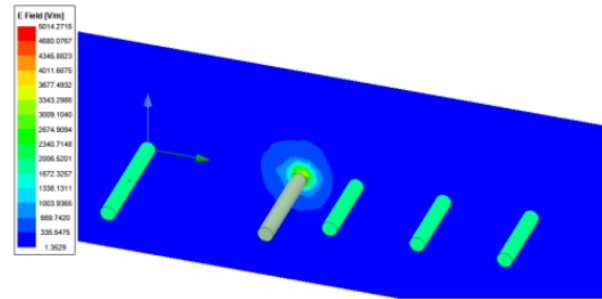




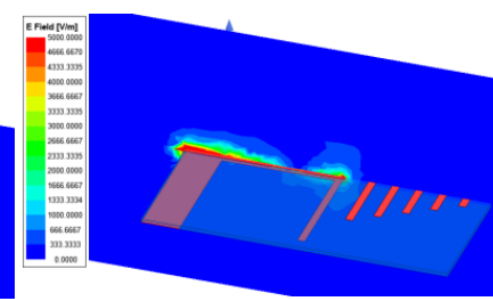
a) conventional



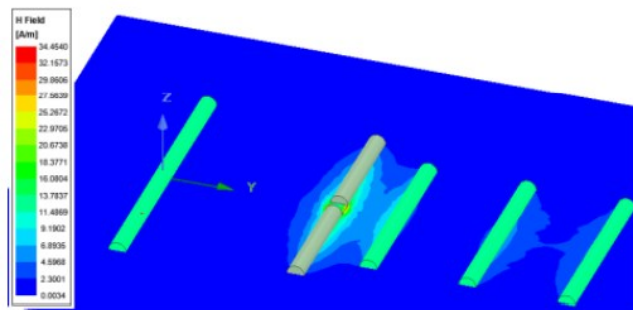
b) planar



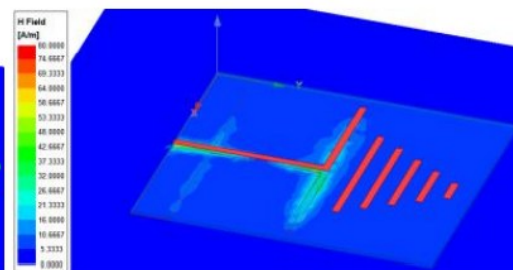
a) conventional



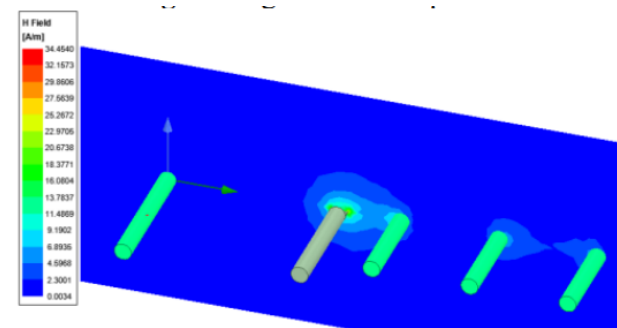
b) planar



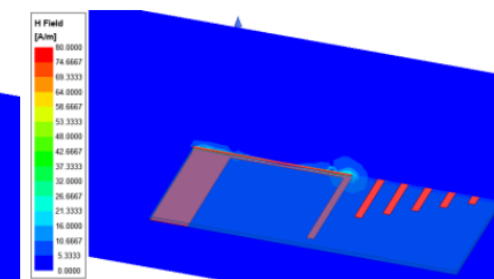
a) conventional



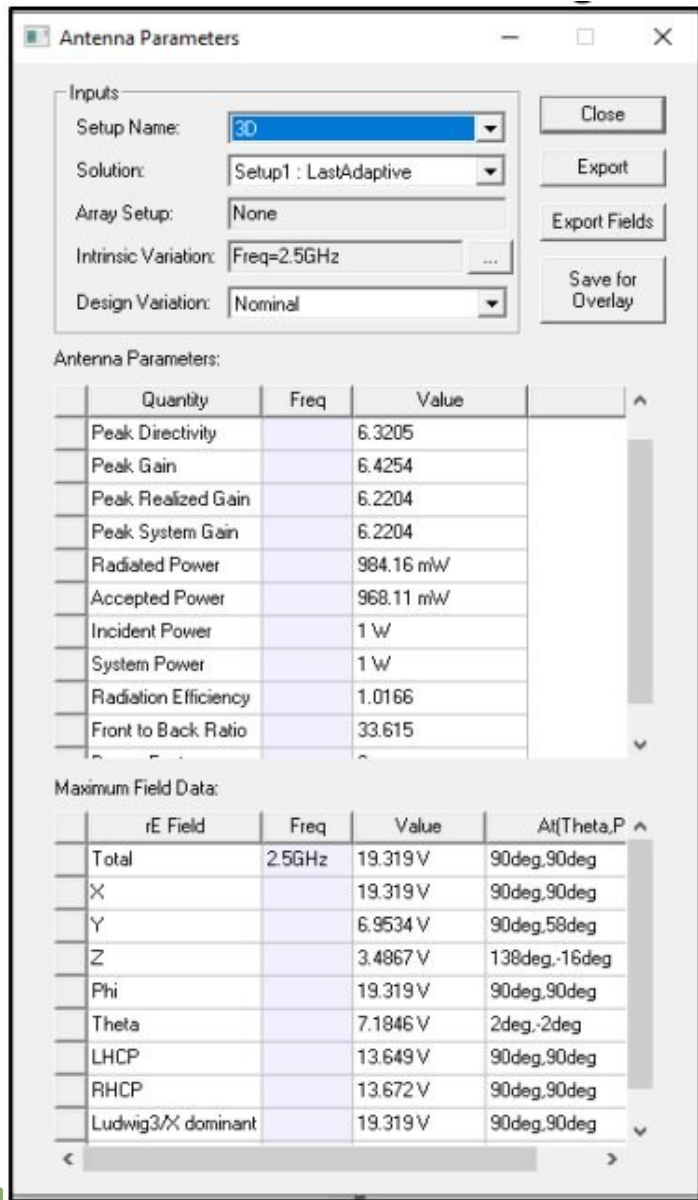
b) planar



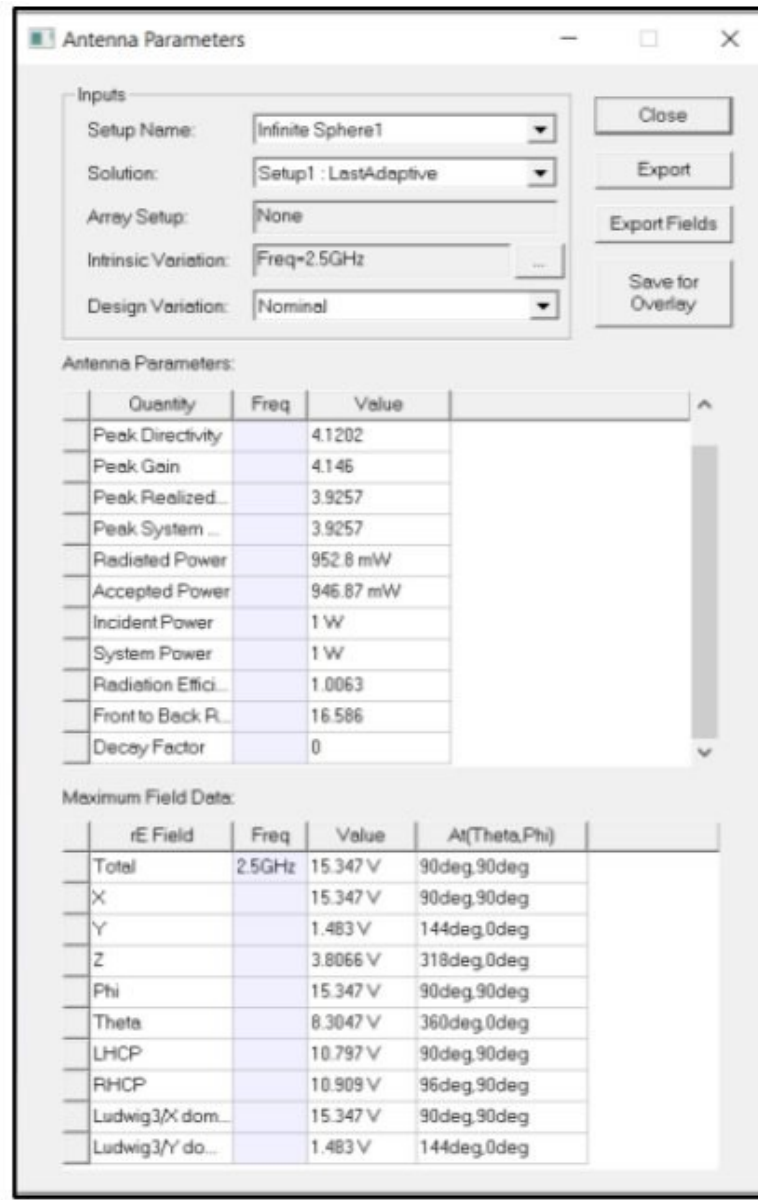
a) conventional



b) planar



a) conventional

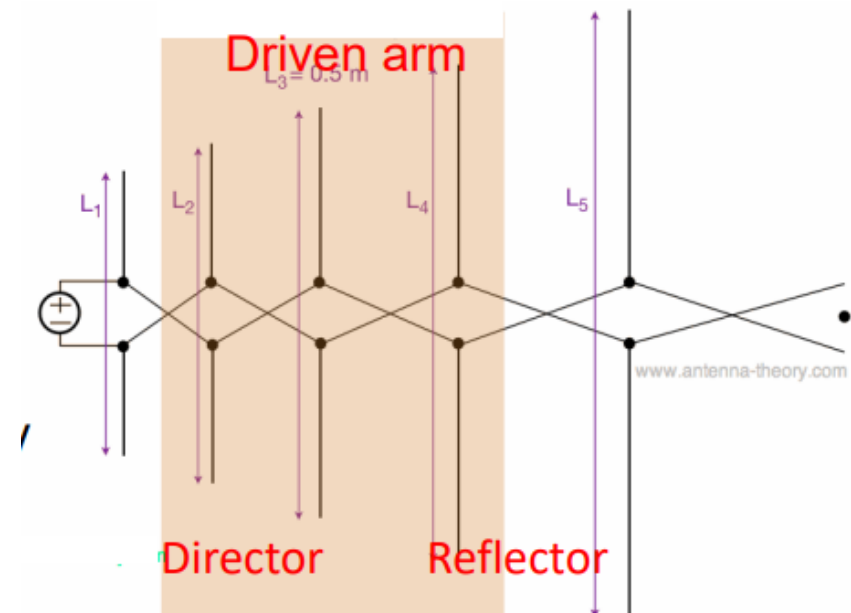


b) planar

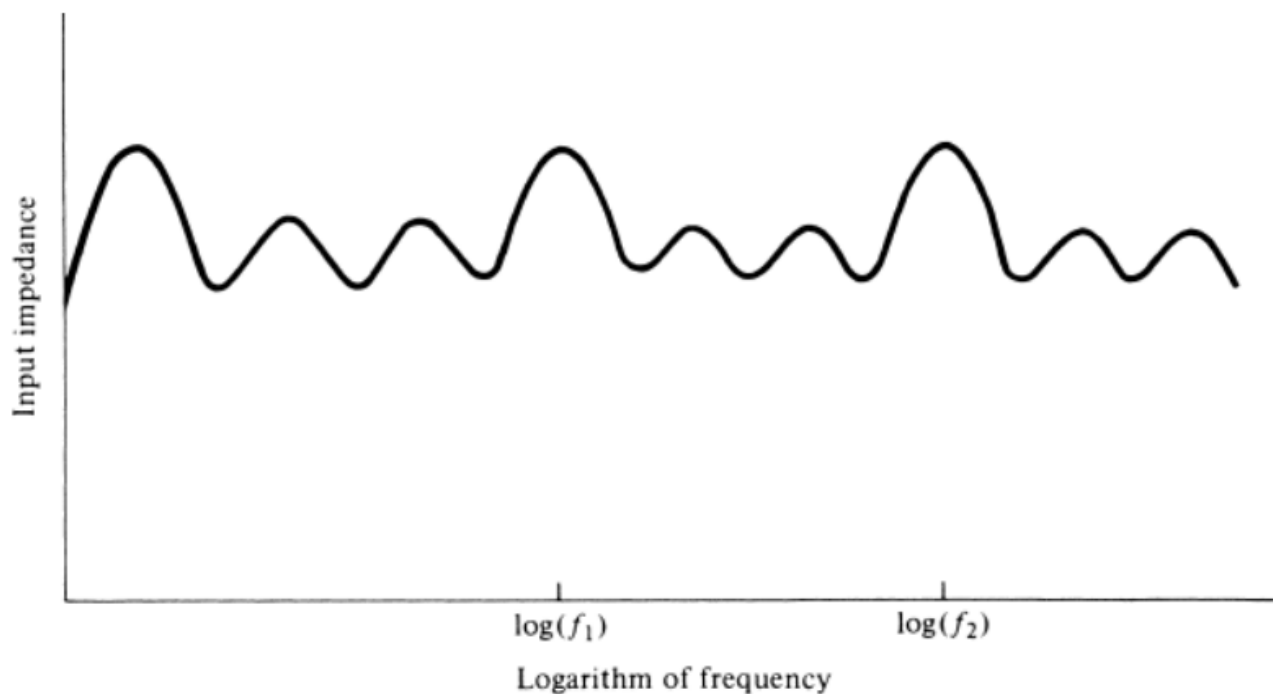
# Antenă dipol log periodică

- Conceptul de bază este că un array cu structură periodică care se extinde treptat radiază atunci când elementele matricei sunt aproape de rezonanță
- Antena LP(log periodică) este adesea caracterizată de regiuni „active” și „pasive”. Asta înseamnă că dacă discutăm mecanismul de radiație la  $f=300$  MHz, cea mai mare parte a radiației de la această antenă va veni de la dipolii cu lungimi apropiate de o jumătate de lungime de undă la 300 MHz (deci  $L=0,5$  metri).
- Dacă presupunem 3 elemente active ca în figură, atunci s-ar putea argumenta că această antenă seamănă oarecum cu o Antena Yagi-Uda de 3 elemente

Antena log periodică este o antenă de bandă largă multi element, direcțională, cu fascicul de radiație îngust, care are caracteristicile de impedanță și radiație repetitive ca o funcție logaritmică în funcție de frecvență.

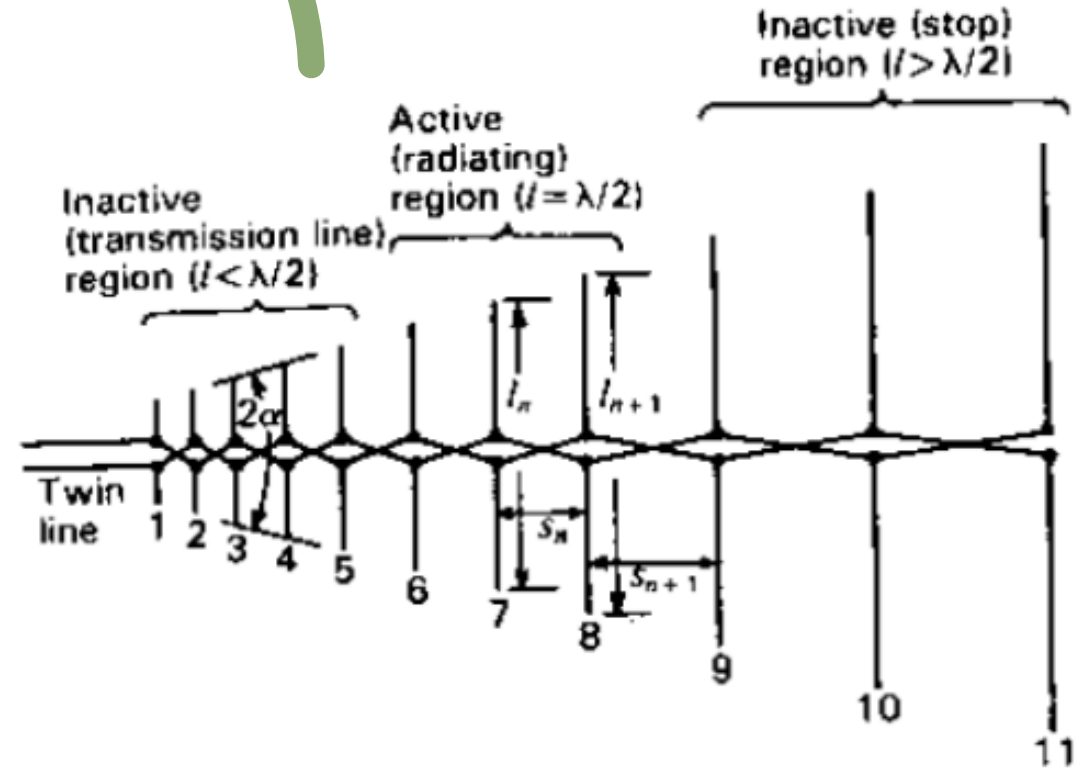


- Caracteristicile de impedanță și de radiație se repetă periodic. În practică, variațiile în domeniul de bandă de frecvență în care funcționează sunt minore, iar antenele log-periodice sunt de obicei considerate a fi antene independente de frecvență

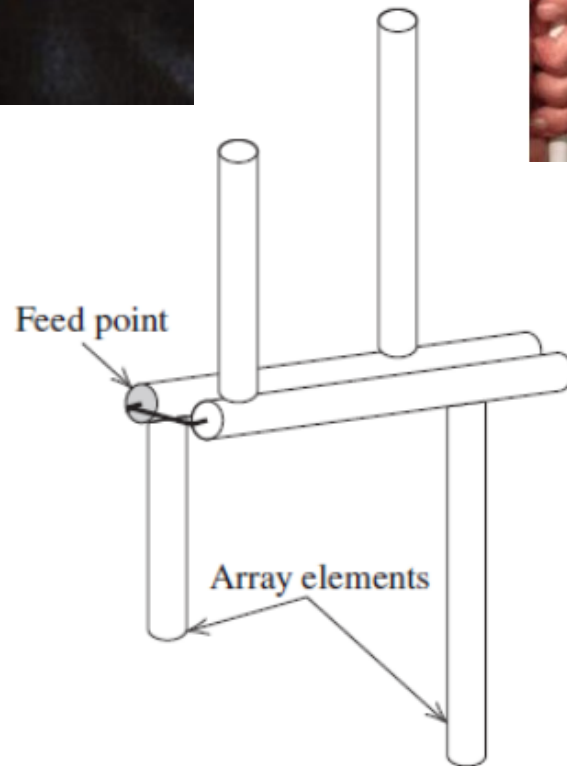
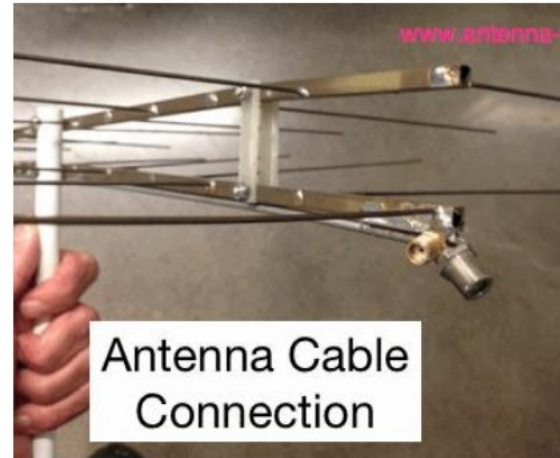
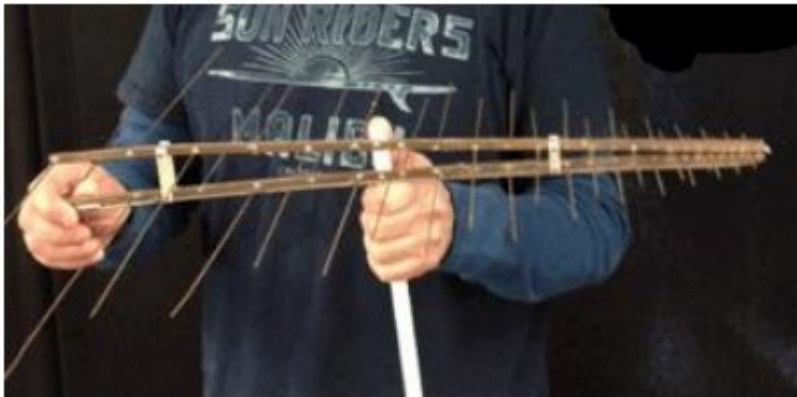


Antenele log-periodice sunt utilizate în principal la banda de frecvență înaltă (HF 3-30MHz) a spectrului. Ele sunt, de asemenea, utilizate în bandă de frecvență foarte înaltă (VHF 30-300MHz) și unele chiar la frecvențe ultra înalte (UHF 300MHz-3GHz) ca antene TV (VHF 41-250Mhz și UHF 470-960MHz).

- Unghiul  $\alpha$  este constant iar lungimea și distanța dintre elementele dintr-o antenă log-periodică cresc logaritmice de la un capăt al dipolului la celălalt



# Construcția unei astfel de antene



# Proiectare LPDA

$$\tau = \frac{R_{n+1}}{R_n} = \frac{L_{n+1}}{L_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n}$$

Factor de scalare- întotdeauna mai mic ca 1, între 0,7-0,95

Dacă  $\tau$  e mic  $\rightarrow$  antena se micșorează rapid  $\rightarrow$  bandă mai largă, dar câștig mai mic

Dacă  $\tau$  e mare  $\rightarrow$  antena e mai „lină”  $\rightarrow$  câștig mai bun, bandă mai îngustă

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{L_n/2}{R_n} = \frac{L_{n+1}/2}{R_{n+1}}$$

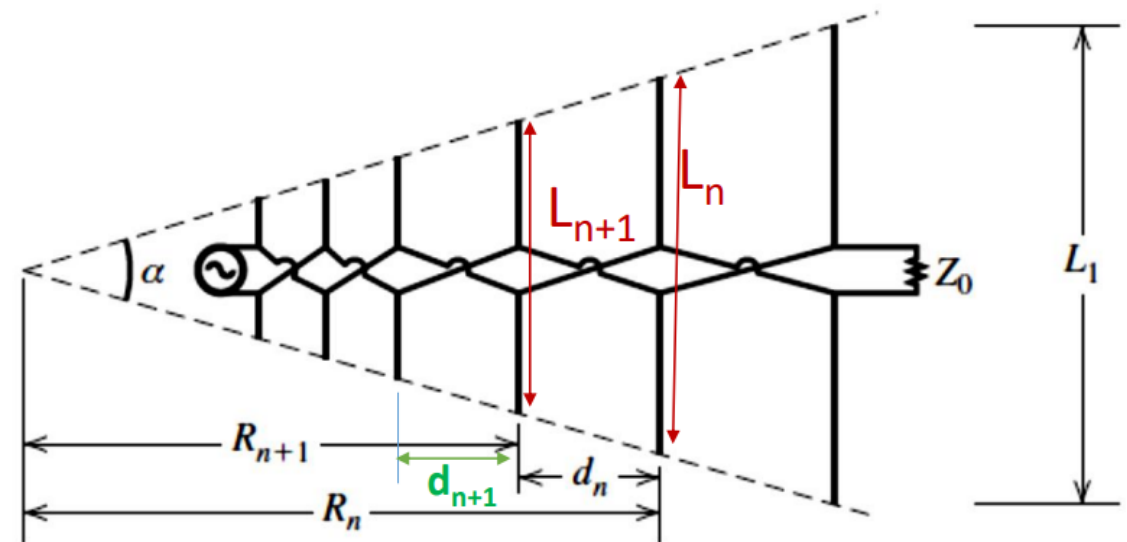
Factor de spațiere

$\sigma$  mai mic  $\rightarrow$  elemente mai apropiate  
 $\rightarrow$  antenă mai compactă

$\sigma$  mai mare  $\rightarrow$  elemente mai distanțate  
 $\rightarrow$  performanță diferită

$$\sigma = \frac{d_n}{2L_n}$$

$$d_n = R_n - R_{n+1}$$



Toate elementele de tip dipol sunt alimentate cu elemente succesive defazate. Radiază în direcția endfire

# Formule de proiectare pentru LPDA

$$L_1 \approx \frac{\lambda_L}{2}$$

$\lambda_L = \frac{c}{f_L}$ , unde  $f_L$  este cea mai joasă frecvență de operare

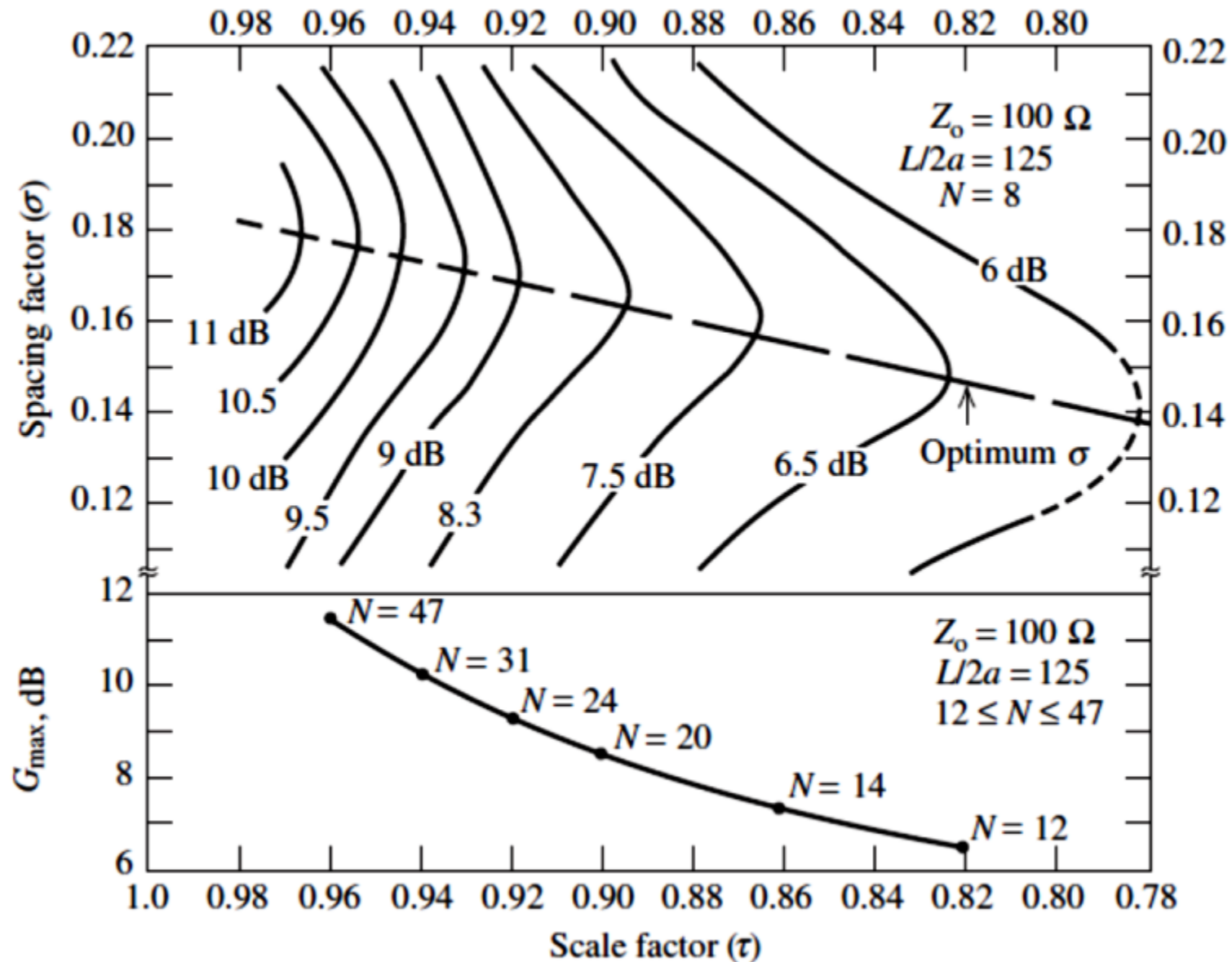
Se adaugă un dipol mare care se comportă ca un reflector pentru a crește câștigul la frecvențe mai joase

$$L_N \approx \frac{\lambda_U}{2}$$

$\lambda_U = \frac{c}{f_U}$ , unde  $f_U$  este cea mai ridicată frecvență de operare

Se adaugă mai multi dipoli mai mici care se comportă ca directori pentru a crește câștigul la frecvențe mai ridicate

# Curba de proiectare pentru LPDA pentru $\sigma$



# Proiectarea unei antene LPDA

- Proiectarea unei LPDA de la 54 la 216 MHz. Câștig dorit: 6,5 dBi

- Soluție:

Pentru câștig : 6,5 dBi, valorile optime pentru  $\tau$  și  $\sigma$  sunt obținute din curba de proiectare pentru directivitatea de 7,5 dBi (presupunând o pierdere de 1 dB)

Deci  $\tau=0,822$  și  $\sigma=0,149$ , deci:

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \left( \frac{1 - 0.822}{4(0.149)} \right) = 33.3^\circ$$

# Proiectarea unei antene LPDA

- Cel mai lung dipol are lungimea calculată pentru cea mai joasă frecvență:

$$L_1 = 0.5\lambda_L = 0.5(5.55) = 2.78\text{m}$$

- Cel mai scurt dipol are lungimea calculată pentru cea mai mare frecvență:

$$L_N = 0.5\lambda_U = 0.694\text{m}$$

# Proiectarea unei antene LPDA

- Lungimea celorlalte elemente este calculată prin scalarea celui mai mare dipol de lungime (2,78 m) până când se ajunge la lungimea celui mai mic dipol (0,698 m), deci  $N=9$

$$\begin{array}{lll} L_1 = 2.78 \text{ m}, & L_2 = 2.29 \text{ m}, & L_3 = 1.88 \text{ m}, \\ L_4 = 1.54 \text{ m}, & L_5 = 1.27 \text{ m}, & L_6 = 1.04 \text{ m}, \\ L_7 = 0.858 \text{ m}, & L_8 = 0.705 \text{ m}, & L_9 = 0.579 \text{ m}. \end{array}$$

$$L_2 = \tau L_1 = (0.822)(2.78) = 2.29 \text{ m}$$

$$L_3 = \tau L_2 = (0.822)(2.29) = 1.88 \text{ m}$$

- Distanța dintre elemente este găsită cu:

$$d_n = 2\sigma L_n = 2(0.149)L_n = 0.298L_n$$

- Folosind lungimile dipolilor, distanța dintre elemente este calculată

$$\begin{array}{lll} d_1 = 0.828 \text{ m}, & d_2 = 0.682 \text{ m}, & d_3 = 0.560 \text{ m}, \\ d_4 = 0.459 \text{ m}, & d_5 = 0.378 \text{ m}, & d_6 = 0.310 \text{ m}, \\ d_7 = 0.256 \text{ m}, & d_8 = 0.210 \text{ m}. & \end{array}$$

## Caracteristică

### Principiu de funcționare

### Banda de frecvențe

### Câștig (gain)

### Directivitate

### Lățime de bandă utilă

### Dimensiune

### Complexitate construcție

### Cost

### Sensibilitate la frecvență

### Aplicații tipice

### Performanță pe mai multe canale

## Antenă log-periodică

Rețea de dipoli de dimensiuni progresive, activi pe diferite frecvențe

Foarte largă (wideband)

Mediu (de obicei 6-10 dBi)

Bună, dar mai moderată

Mare (poate acoperi mai multe benzi)

De obicei mai mare

Medie spre ridicată

Mai ridicat în general

Foarte mică (stabilă pe bandă largă)

TV broadband, măsurători RF, scanare spectru

Foarte bună

## Antenă Yagi-Uda

Element activ + reflectoare + directori

Îngustă (narrowband)

Ridicat (8-20+ dBi, depinde de elemente)

Foarte bună (foarte direcțională)

Mică (optimizată pentru o frecvență sau bandă îngustă)

Mai compactă (pentru același câștig)

Medie (dar mai simplă decât log-periodica în multe cazuri)

De obicei mai ieftin

Mare (trebuie acordată precis)

TV, radioamatori, comunicații punct-la-punct

Slabă (optimizată pentru o singură zonă de frecvență)