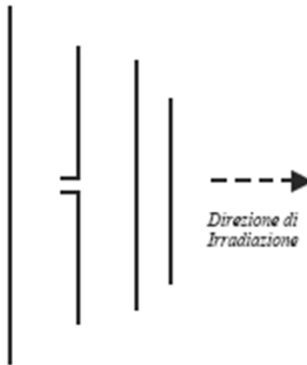


# 3° Esercitazione

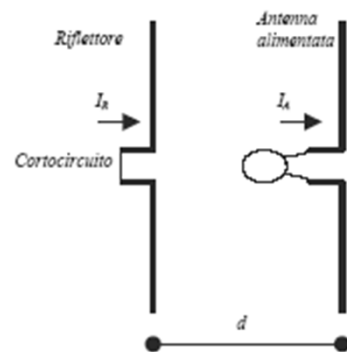
- Antenne Yagi
- Antenne Log-Periodiche
- Introduzione al Prelude
- Divisori

# Progetto YAGI

4)



Il progetto di un'antenna Yagi può risultare abbastanza complesso, tuttavia una buona prima approssimazione si può ottenere considerando un'antenna a due elementi e poi aggiungendo gli altri in un secondo momento.



Le due antenne ( riflettore in c.c. e antenna alimentata) possono essere rappresentate come un sistema due porte tramite tramite matrice di impedenza

$$V_A = Z_{AA} I_A + Z_{AR} I_R$$

$$V_R = Z_{RA} I_A + Z_{RR} I_R$$

poichè il riflettore è circuitato si ha:

$$V_R = 0 \longrightarrow I_R = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} I_A$$

Nel progetto delle antenne Yagi nota a due elementi  $I_A$  sostanzialmente ci sono tre parametri da scegliere:

- a ) la spaziatura  $d$  che fissa il valore dell'impedenza mutua  $Z_{RA}$  fra i due elementi ;
  - b ) la lunghezza del riflettore  $I_R$  ( o direttore  $I_D$  ) che permette di determinare il rapporto F/B e di imporre la larghezza di fascio a 3dB voluta ( in sostanza il guadagno)
  - c) la lunghezza dell'antenna alimentata  $I_A$  in modo che l'impedenza ai capi dell'antenna alimentata sia reale.
- a) Si sceglie una spaziatura  $d$  piccola per avere un'impedenza mutua confrontabile con l'impedenza del riflettore isolato e in modo da ottenere una corrente di c.c.  $I_R$  quanto più vicina ad  $I_A$  .

Come visto dalla teoria un valore ragionevole è pari a  $d=0.15 \lambda$

Scelgo i dati del progetto di Nec per il calcolo della mutua

$f=300 \text{ MHz}$

$\lambda=100 \text{ cm}$

Diametro=5 mm

CM  
CM NEC4WIN95 File  
CM  
CE  
Free Space  
UNITS mm  
Height 0.000  
Boundary Circular  
F 300.000  
GW 0 40 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 500.000 5.000  
GW 1 40 0.000 150.000 0.000 0.000 150.000 500.000 5.000  
S 1 20 1 0 I  
S 2 59 0 0 I  
Coax 75

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

**IMPEDANCE** = **82.97 + j 39.86** Ohms at Source 1 → **Z<sub>in</sub>**

SWR = 1.66

Voltage = 82.44 + j 39.20 at Pulse 20

Current = 0.99 - j 0.00 Amps

Power = 40.8 WATTS

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

IMPEDANCE = -10000.00 + j 0.00 Ohms at Source 2

SWR = Undefined

**Voltage** = **67.19 - j 18.11** at Pulse 59 → impedenza mutua Z<sub>RA</sub>

Current = -0.01 + j 0.00 Amps

Power = -0.24 WATTS

N.B. Calcolo il termine correttivo che fa permette di determinare il valore di reattanza pari a 40 Ohm quando l'antenna è lunga  $\lambda/2$ .

$$Z_{IN} = Z_0 - jZ_c \cot g(\beta_0 l_R + \Delta r)$$

Per calcolare  $\Delta r$  si fa in modo che la parte immaginaria dell'impedenza della  $\lambda/2$  sia reale:

$$-Z_c \cot g(\beta_0 l_R + \Delta r) \Big|_{l=\lambda/2} = -Z_c \cot g(\pi/2 + \Delta r) = \text{Im}\{Z_{IN}\}$$

$$-Z_c \cot g(\pi/2 + \Delta r) = Z_c \text{tg}(\Delta r) \cong Z_c \Delta r = \text{Im}\{Z_{IN}\} \rightarrow Z_c \Delta r = \text{Im}\{Z_{IN}\} = 40$$

$$\Delta r = \frac{\text{Im}\{Z_{IN}\}}{Z_c}$$



b) è possibile scegliere la lunghezza del riflettore  $l_R$  in modo da verificare le specifiche sul fattore di array. Dalla condizione di c.c. sul riflettore

$$\frac{I_R}{I_A} = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} = -\frac{Z_{RA}}{Z_0 \left[ 1 - j \frac{Z_c}{Z_0} \cot g(\beta_0 l_R + \Delta r) \right]} = \alpha e^{j\psi}$$

$$X = \frac{Z_c}{Z_0} \cot g(\beta_0 l_R + \Delta r)$$

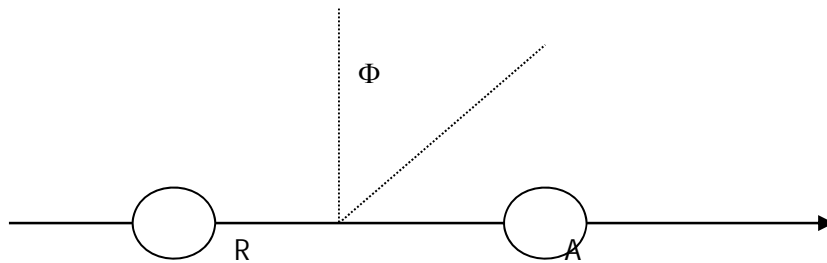
$$\alpha = \left| \frac{I_R}{I_A} \right| = \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1 + X^2}}$$

$$\psi = \left\langle \frac{I_R}{I_A} \right\rangle = \pi + \left\langle Z_{RA} + \arctg X \right\rangle$$

è possibile ricavare il fattore di array in funzione di  $X$  e dell'angolo  $\Phi$  :

$$AF_{RIFLETTORE}(\Phi, X) = 1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-ju} = 1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1 + X^2}} e^{j(\pi + \left\langle Z_{RA} + \arctg X \right\rangle - u)}$$

$$u = \beta d \sin \Phi$$



nel caso del progetto anche del direttore:

$$AF_{DIRETTORE}(\Phi, X) = 1 + \frac{I_R}{I_A} e^{ju} = 1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctg X + u)}$$

N.B. In questo modo abbiamo espresso il fattore di array in funzione del parametro  $X$  e quindi di  $l_R$ . A questo punto possiamo decidere le caratteristiche del diagramma di irradiazione dell'antenna yagi. Innanzitutto si vuole ottenere un fascio di tipo endfire

$$u(\Phi = \pm 90^\circ) = \pm \beta d \quad \text{condizione per fascio endfire}$$

inoltre si vuole determinare l'andamento del F/B ratio in funzione di  $X$ :

$$F / B_{RIFLETTORE} = \left| \frac{AF(90^\circ, X)}{AF(-90^\circ, X)} \right| = \left| \frac{1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-j\beta d}}{1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-j(-\beta d)}} \right| = \left| \frac{1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctg X - \beta d)}}{1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctg X - (-\beta d))}} \right|$$

e la LARGHEZZA DI FASCIO a 3 dB al variare di X

$$|AF(\Phi_{3dB}, X)| = \frac{\sqrt{2}}{2} |AF(90^\circ, X)|$$

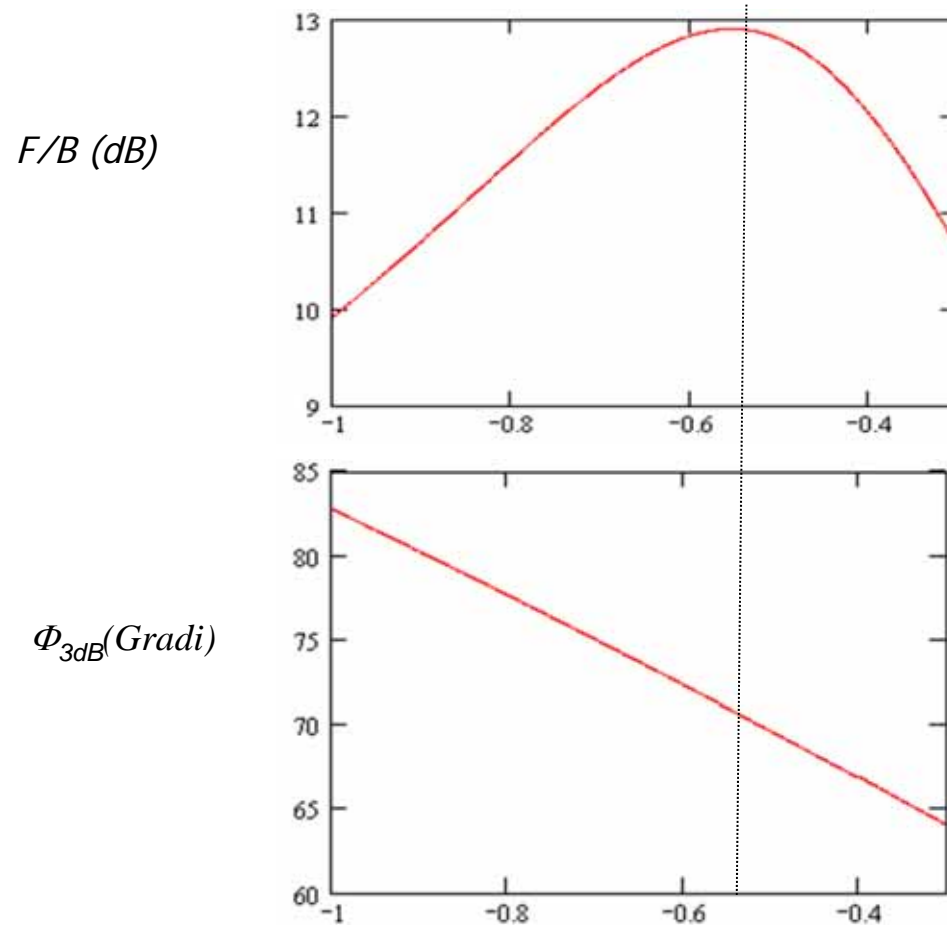
N.B. Dove l'angolo  $\Phi$  a 3 dB e la larghezza di fascio sono misurate nel piano equatoriale.

Pertanto una volta graficate F/B e la larghezza di fascio, si sceglie un X tale da darmi una buona F/B ed una decente larghezza di fascio.

Nel caso si voglia progettare anche il direttore

$$F / B_{DIRETTORE} = \left| \frac{AF(90^\circ, X)}{AF(-90^\circ, X)} \right| = \left| \frac{1 + \frac{I_R}{I_A} e^{j\beta d}}{1 + \frac{I_R}{I_A} e^{j(-\beta d)}} \right| = \left| \frac{1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctg X + \beta d)}}{1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctg X + (-\beta d))}} \right|$$

Il valore ottimale di  $X$  per ottenere un elevato rapporto  $F/B$  risulta  $X_0 = -0.55$ , con cui si ottiene  $F/B = 12.9 \text{ dB}$ ,  $\Phi_M = 71^\circ$  (anche se valori di poco più grandi in modulo possono migliorare la larghezza di fascio senza modificare troppo il rapporto  $F/B$ ).



Trovato X, posso calcolare TUTTE le grandezze che servono.  
Ricavo  $l_r/l_a$  e quindi Alfa e Psi.

Essendo

$$X = \frac{Z_c}{Z_0} \cot g(\beta_0 l_R + \Delta r) = -0.55$$

noto X ricavo subito la lunghezza del riflettore  $l_r$ :

$$l_R = \frac{\arctan\left(\frac{Z_c}{Z_0 X}\right) - \Delta r}{\beta_0} = 0.2524m \rightarrow 2l_R = 0.5048m$$

N.B. se l'arcotg è negativa, le sommerò pigreco.

c) resta ora da ottenere la lunghezza dell'antenna alimentata  $l_A$ ; per ottenerla impongo che l'impedenza di ingresso totale sia reale:

$$Z_A^{IN} = Z_{AA} + Z_{RA} \frac{I_R}{I_A} = [Z_0 - jZ_C \cot g(\beta l_A + \Delta r)] + Z_{RA} \left( -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} \right) =$$

$$= [Z_0 - jZ_C \cot g(\beta l_A + \Delta r)] + Z_{RA} \alpha e^{j\Psi}$$

E quindi la parte immaginaria di tale espressione dovrà valere zero:

$$-Z_C \cot g(\beta l_A + \Delta r) + \text{Im}\{Z_{RA} \alpha e^{j\Psi}\} = 0$$

Per cui la vale:

$$l_A = \frac{\text{arctg}\left[\frac{Z_C}{\text{Im}\{Z_{RA} \alpha e^{j\Psi}\}}\right]}{\beta} - \Delta r = 0.2234\text{m} \quad \rightarrow \quad 2l_A = 0.4468\text{m}$$

## Impedenza ingresso YAGI

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

IMPEDANCE =  $0.00 + j 0.00$  Ohms at Source 1

SWR = 2500.00

Voltage =  $0.00 + j 0.00$  at Pulse 10

Current =  $-1.33 + j 0.78$  Amps

Power = 0. WATTS

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

**IMPEDANCE =  $39.32 - j 9.15$  Ohms at Source 2**

SWR = 1.37

Voltage =  $100.00 + j 0.00$  at Pulse 29

Current =  $2.41 + j 0.56$  Amps

Power = 120.64 WATTS



N.B. Si noti che per un riflettore,  $X$  è sempre  $< 0$ , mentre per un direttore  $X$  è sempre  $> 0$ .

Un riflettore è sempre più lungo dell'antenna alimentata, un direttore sempre più corto!!

Valori previsti, dati da NEC

	Teoria	NEC
$Z_{in}$	$64+j0$	$39.32 - j 9.15$
F/B	12.9 dB	11.05 dB
Larg Fascio	$142^\circ$	$138^\circ$
Gain		6.24 dBi

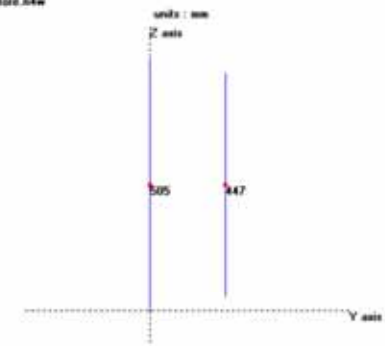
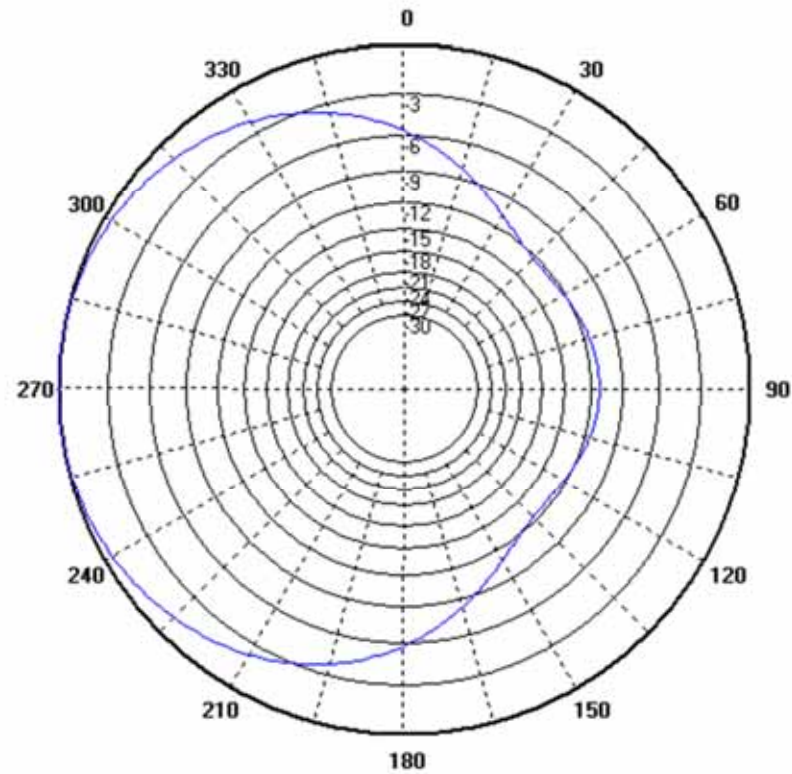
(VNB, il riflettore è in CORTO)

**YAGI\_PSW\_RIFLETTORE.N4W Azimuth Total Field**

Frequency = 300.000 MHz  
Antenna in Free Space  
Z1 = 0.00 + j 0.00 (2500.00)  
Z2 = 39.32 - j 9.15 (1.37)  
Zenith Angle = 0 deg  
Max = 6.24 dBi  
F/B = 11.05 dB  
F/B = 11.05 dB  
Lobe at : 90°  
Lobe at : 270° (BW:138°)

0 dB = 6.24 dBi

YAGI\_PSW\_Riflettore.n4w



#### d) progetto del direttore

Per un direttore, usando la stessa spaziatura (0.15 l) dell'esempio precedente, si trova  $X_0=1.2$  con  $F/B=6.15$  dB, semi-larghezza di fascio  $FM=71^\circ$ .

Le lunghezze sono:

$$L_a=0.4812 \text{ m}$$

$$L_d=0.4116 \text{ m}$$

$$Z_{in}=50.75 \text{ Ohm}$$

	Teoria	NEC
$Z_{in}$	$50.75+j0$	$53.5-j2.4$
F/B	6.15 dB	6.24 dB
Larg Fascio	$142^\circ$	$170^\circ$
Gain		4.93 dBi

## Impedenza ingresso YAGI

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

**IMPEDANCE = 53.54 - j 2.34 Ohms at Source 1**

SWR = 1.09

Voltage = 100.00 + j 0.00 at Pulse 10

Current = 1.86 + j 0.08 Amps

Power = 93.21 WATTS

Antenna in Free Space

Frequency : 300.000 MHz

Wave Length : 0.999 m (3.279 ft)

IMPEDANCE = 0.00 + j 0.00 Ohms at Source 2

SWR = 2500.00

Voltage = 0.00 + j 0.00 at Pulse 29

Current = -0.60 - j 0.69 Amps

Power = 0. WATTS

# YAGI\_PSW\_DIRETTORE.N4W Azimuth Total Field

Frequency = 300.000 MHz

Antenna in Free Space

Z1 = 53.54 + j 2.34 (1.09)

Z2 = 0.00 + j 0.00 (2500.00)

Zenith Angle = 0 deg

Max = 4.93 dBi

F/B = 6.24 dB

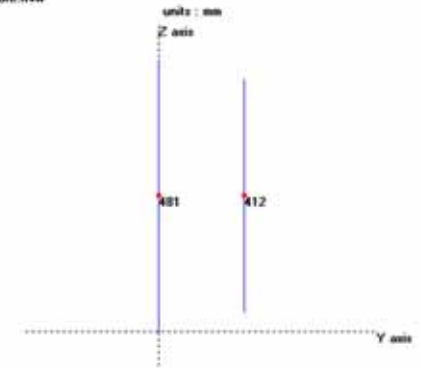
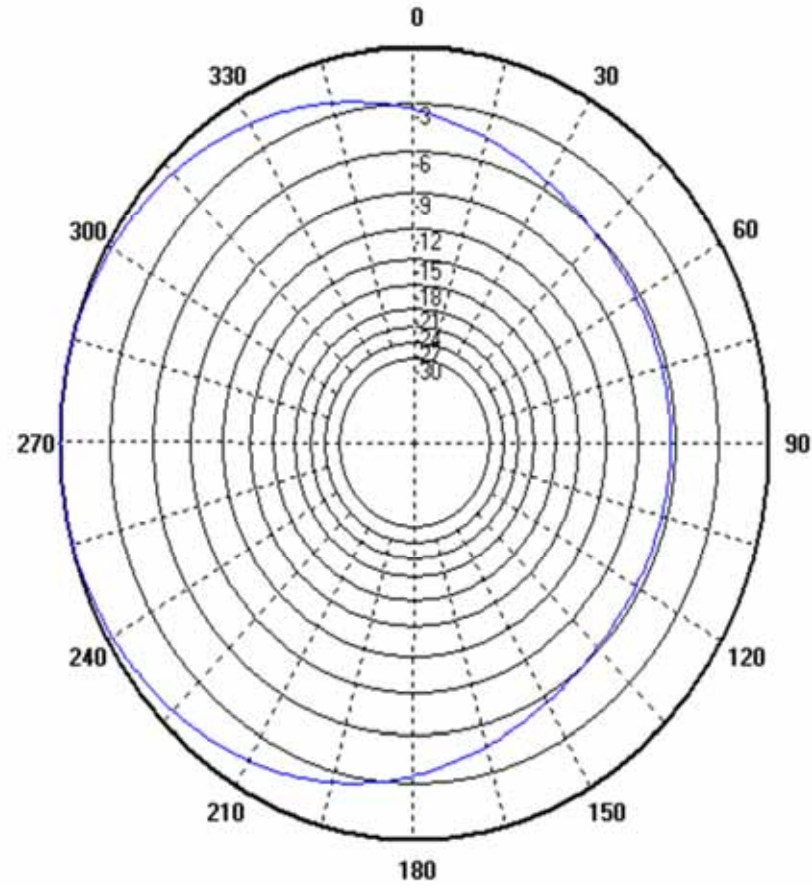
F/B = 6.24 dB

Lobe at : 90°

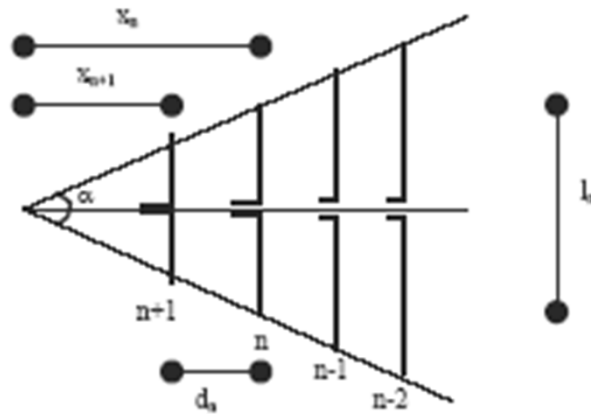
Lobe at : 270° (BW:170°)

0 dB = 4.93 dBi

YAGI\_PSW\_Direttore.n4w



# Antenne Log-Periodiche



$$\frac{x_{n+1}}{x_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{a_{n+1}}{a_n} = \tau \quad \forall n$$

I parametri della antenna log-periodica sono:

- il numero totale di antenne  $n$
- la lunghezza totale, l'angolo  $\alpha$
- il parametro  $\sigma = d_n / l_n$

Questi parametri sono sufficienti a determinare un allineamento log-periodico.

Facciamo qualche prova:

Specifiche:

**#1**

*Fmin-Fmax: 1-5 GHz*       $\rightarrow$  *sigma:0.157* , *gamma:0.865*    *n\_ant=12*

*Gain: 9 dB*

*Maximum Dipole Radius: 1 cm*

**#2**

*Fmin-Fmax: 2-4 GHz*       $\rightarrow$  *sigma:0.157* , *gamma:0.865*    *n\_ant=5*

*Gain: 9 dB*

*Maximum Dipole Radius: 1 cm*

**#3**

*Fmin-Fmax: 1-5 GHz*       $\rightarrow$  *sigma:0.139* ,

*gamma:0.782*    *n\_ant=8*

*Gain: 8 dB*

*Maximum Dipole Radius: 1 cm*

**#4**

*Fmin-Fmax: 1-5 GHz*       $\rightarrow$  *sigma:0.157* , *gamma:0.865*    *n\_ant=11*

**Gain: 9 dB**

*Maximum Dipole Radius: 2 cm*



Specifiche:

**#1**

*Fmin-Fmax: 1-5 GHz       $\rightarrow$   $\sigma:0.157$  ,  $\gamma:0.865$      $n_{ant}=12$*

*Gain: 9 dB*

*Maximum Dipole Radius: 1 cm*

**#4**

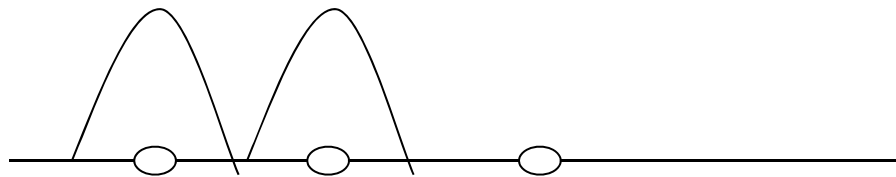
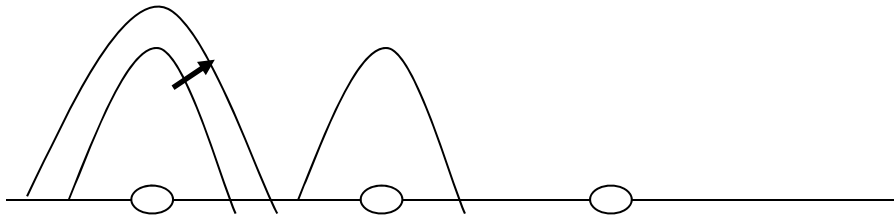
*Fmin-Fmax: 1-5 GHz       $\rightarrow$   $\sigma:0.157$  ,  $\gamma:0.865$      $n_{ant}=11$*

**Gain: 9 dB**

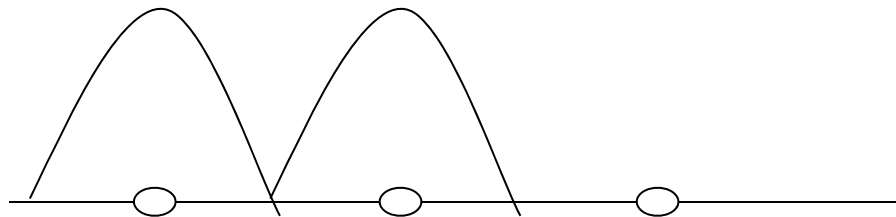
*Maximum Dipole Radius: 2 cm*

Se aumenta il raggio dell'antenna, e quindi il suo diametro, aumenta la sua banda (si ricordi il discorso di energia immagazzinata-diametro-fattore di merito-banda).

Quindi mi servono meno antenne per ricoprire una certa banda:



Con un certo diametro  $d$ , la distanza fra le antenne per ricoprire la banda è  $l$



Se il diametro  $d$  aumenta, la distanza fra le antenne per ricoprire la banda può essere maggiore di  $l$

Se devo mettere due antenne ad una certa distanza  $d$  per ricoprire una banda, allora se aumento il diametro delle antenne aumenta la loro banda, e quindi per ricoprire la banda posso aumentare la distanza  $d$  fra le antenne → mi servono meno antenne.

Ad es. notare da caso #1 a caso #4 dato che in 4 il diametro è doppio, mi serve un'antenna in meno!

# **ANTENNE IN MICROSTRISCIA**

# PRELUDE

- ◉ Prelude ha un interfaccia molto semplice da usare per disegnare la geometria di una o più antenne stampante e simulare la loro risposta mediante un simulatore elettromagnetico full wave.

- ◉ Prelude analizza la struttura a miscostriscia scegliendo un opportuna **discretizzazione**, risolve il problema elettromagnetico mediante un approccio basato sul metodo dei momenti.
- ◉ Prelude per la **discretizzazione** utilizza funzioni a sottodominio triangolari o quadrate.

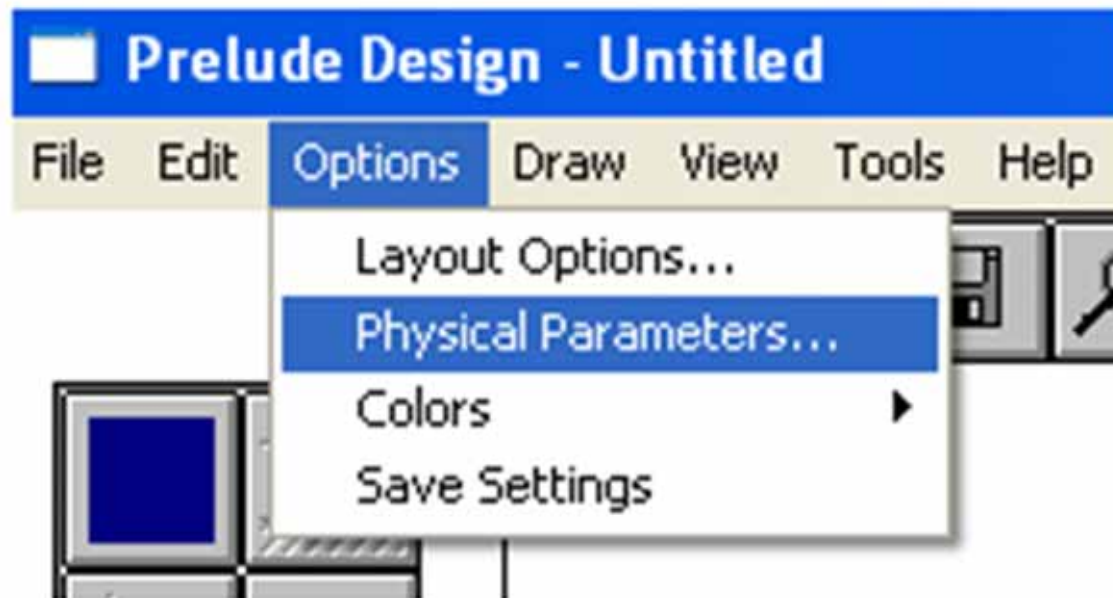
$$E = \int I \cdot G \cdot dr$$

Divisore di potenza

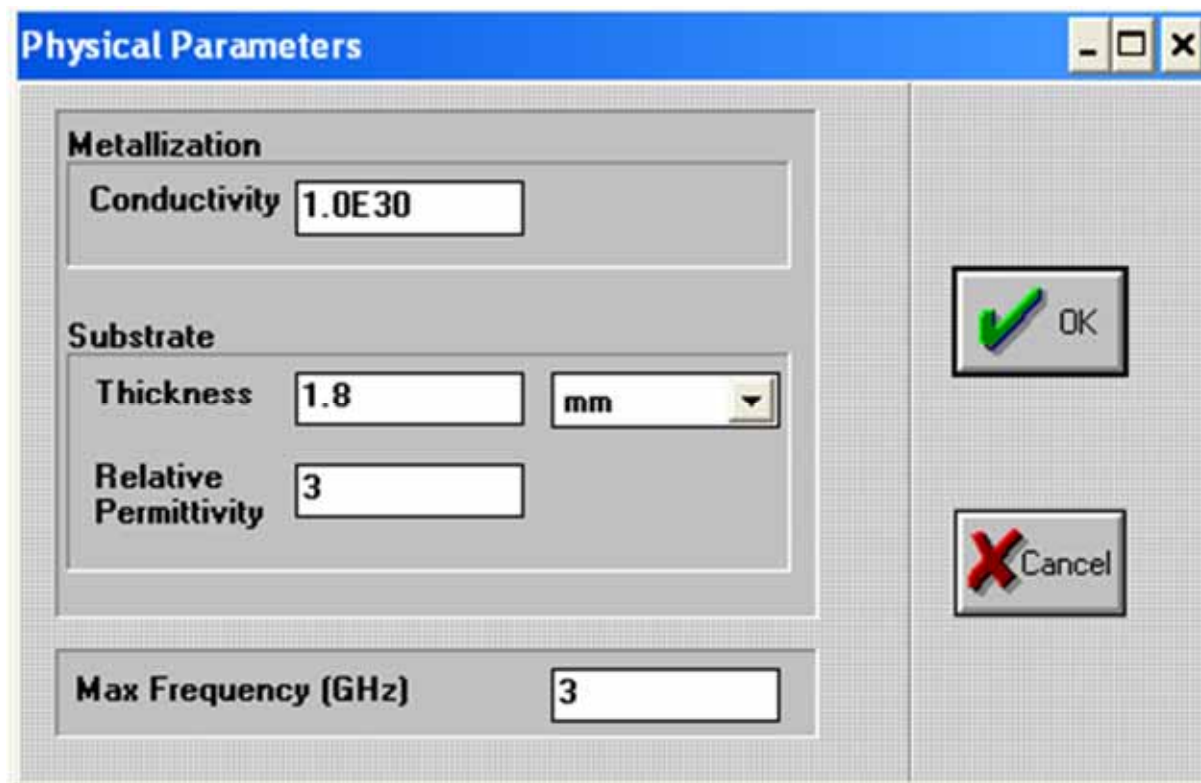
- ◉ Progettiamo un circuito a microstriscia che generi due segnali uguali in ampiezza e fase.
- ◉ I dati sono i seguenti  $\text{CEP}=1.030 \text{ S/m}$ ,  
 $h=1.8 \text{ mm}$ ,  $\text{espr} = 3$ ,  $\text{freq}=2 \text{ GHz}$ ,  
linee a  $50 \text{ Ohm}$



- Apriamo Prelude e clicchiamo su:



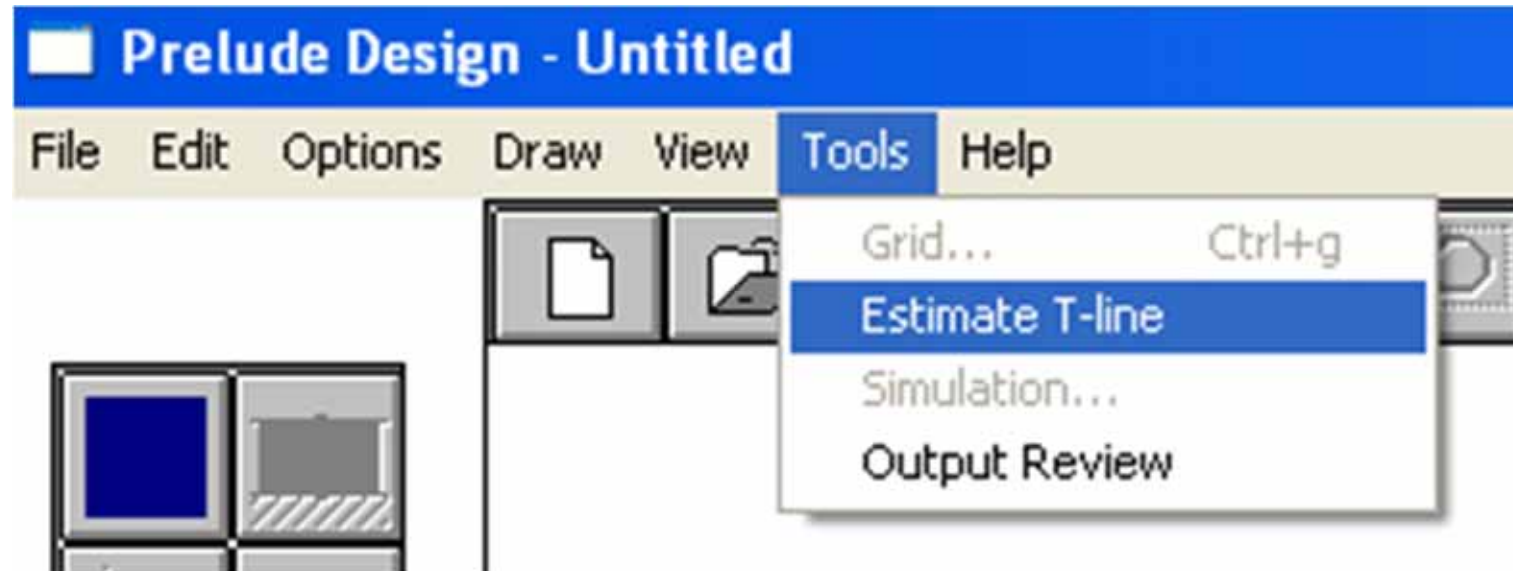
- Ora inseriamo i parametri di progetto:



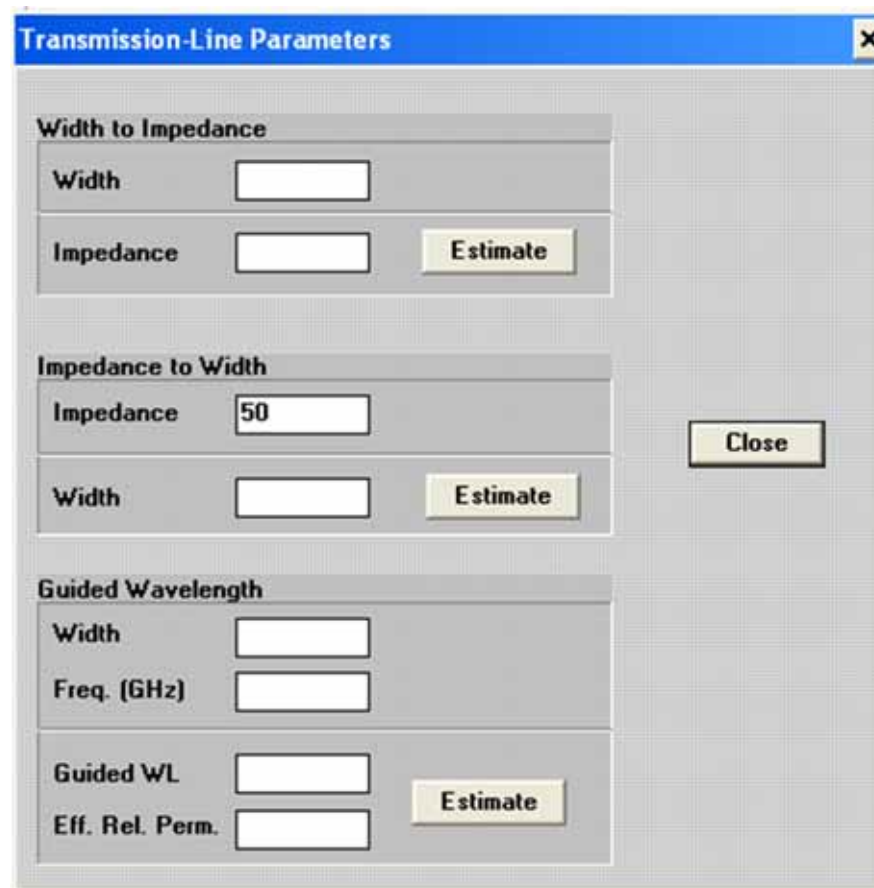
The image shows a software dialog box titled "Physical Parameters". It contains three main sections for input: "Metallization" with a "Conductivity" field set to "1.0E30"; "Substrate" with "Thickness" set to "1.8" and units set to "mm", and "Relative Permittivity" set to "3"; and "Max Frequency (GHz)" set to "3". On the right side of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons. The "OK" button features a green checkmark icon, and the "Cancel" button features a red X icon.

Section	Parameter	Value	Units
Metallization	Conductivity	1.0E30	
Substrate	Thickness	1.8	mm
	Relative Permittivity	3	
Max Frequency (GHz)		3	

Ora clicchiamo su:



Su Impedance scriviamo 50 e clicchiamo su estimate

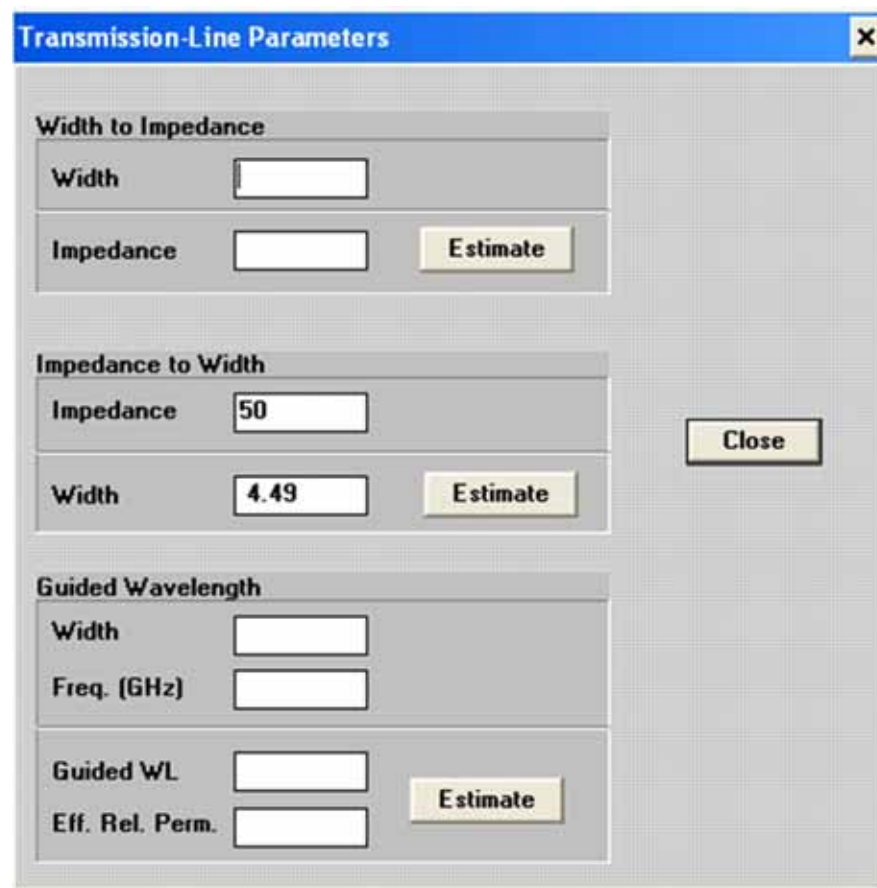


The image shows a software dialog box titled "Transmission-Line Parameters". It contains three main sections for calculation:

- Width to Impedance:** Includes input fields for "Width" and "Impedance", and an "Estimate" button.
- Impedance to Width:** Includes an input field for "Impedance" (containing the value "50"), an input field for "Width", and an "Estimate" button.
- Guided Wavelength:** Includes input fields for "Width", "Freq. (GHz)", "Guided WL", and "Eff. Rel. Perm.", along with an "Estimate" button.

A "Close" button is located to the right of the "Impedance to Width" section.

Su Impedance scriviamo 50 e clicchiamo su estimate



The image shows a software dialog box titled "Transmission-Line Parameters". It contains three sections for calculating transmission line parameters. The "Impedance to Width" section is active, showing an impedance of 50 and a calculated width of 4.49. The "Width to Impedance" and "Guided Wavelength" sections are also visible but have empty input fields. A "Close" button is located to the right of the "Impedance to Width" section.

Width to Impedance	
Width	<input type="text"/>
Impedance	<input type="text"/>
<input type="button" value="Estimate"/>	

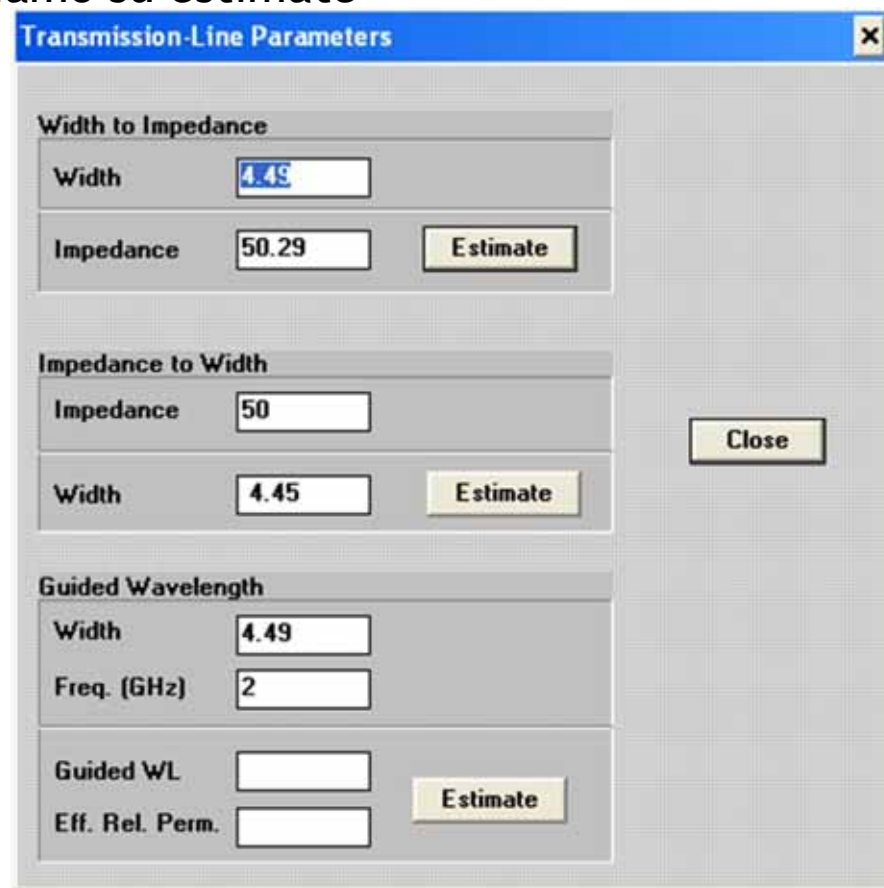
  

Impedance to Width	
Impedance	<input type="text" value="50"/>
Width	<input type="text" value="4.49"/>
<input type="button" value="Estimate"/>	

Guided Wavelength	
Width	<input type="text"/>
Freq. (GHz)	<input type="text"/>
Guided WL	<input type="text"/>
Eff. Rel. Perm.	<input type="text"/>
<input type="button" value="Estimate"/>	

Su Guided Wavelength scriviamo su Width 4.49 e su freq “2  
clicchiamo su estimate



The image shows a software dialog box titled "Transmission-Line Parameters". It contains three main sections for calculating transmission line parameters. The first section, "Width to Impedance", has a "Width" field with the value 4.49 and an "Impedance" field with the value 50.29, followed by an "Estimate" button. The second section, "Impedance to Width", has an "Impedance" field with the value 50 and a "Width" field with the value 4.45, followed by an "Estimate" button. The third section, "Guided Wavelength", has a "Width" field with the value 4.49, a "Freq. (GHz)" field with the value 2, and empty fields for "Guided WL" and "Eff. Rel. Perm.", followed by an "Estimate" button. A "Close" button is located to the right of the "Impedance to Width" section.

Width to Impedance	
Width	4.49
Impedance	50.29
<input type="button" value="Estimate"/>	

Impedance to Width	
Impedance	50
Width	4.45
<input type="button" value="Estimate"/>	

Guided Wavelength	
Width	4.49
Freq. (GHz)	2
Guided WL	
Eff. Rel. Perm.	
<input type="button" value="Estimate"/>	

Su Guided Wavelength scriviamo su Width 4.49 e su freq “2  
clicchiamo su estimate

**Transmission-Line Parameters**

**Width to Impedance**

Width: 4.49

Impedance: 50.29 **Estimate**

**Impedance to Width**

Impedance: 50

Width: 4.45 **Estimate**

**Close**

**Guided Wavelength**

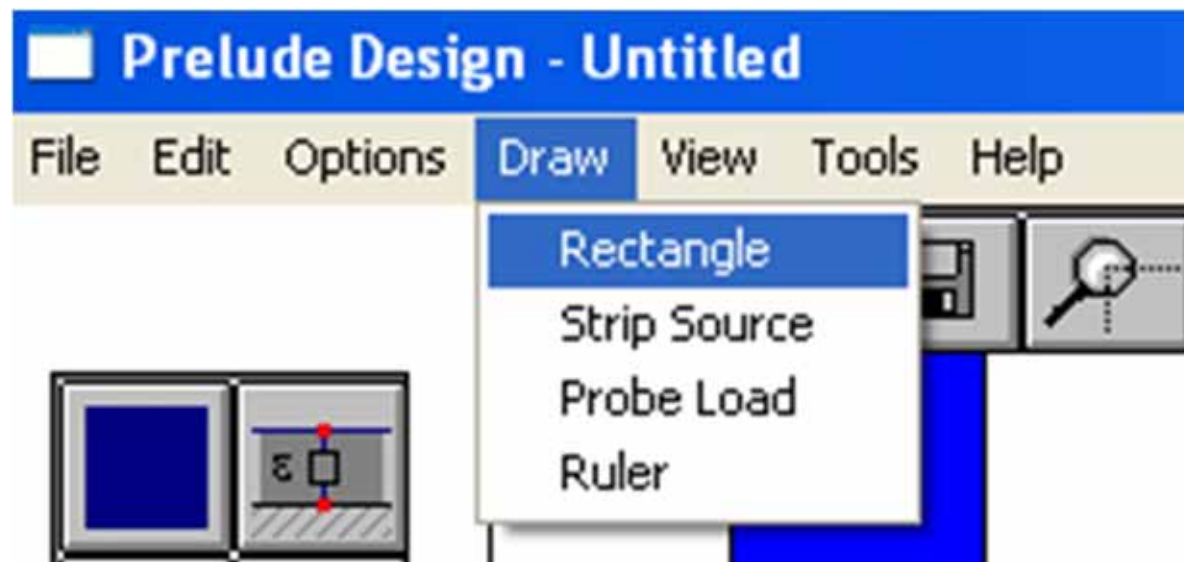
Width: 4.49

Freq. (GHz): 2

Guided WL: 96.36

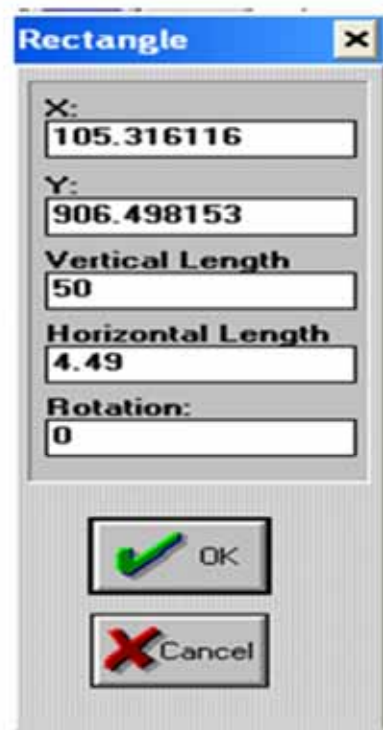
Eff. Rel. Perm.: 2.42 **Estimate**

Ora clicchiamo su Draw -> rectangle





Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:

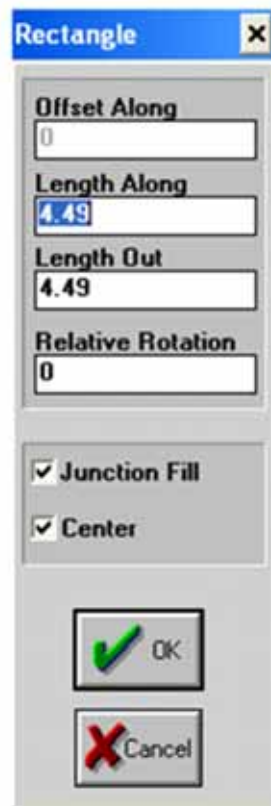


A dialog box titled "Rectangle" with a close button (X) in the top right corner. It contains five input fields with the following values: X: 105.316116, Y: 906.498153, Vertical Length: 50, Horizontal Length: 4.49, and Rotation: 0. At the bottom, there are two buttons: "OK" with a green checkmark icon and "Cancel" with a red X icon.

Property	Value
X:	105.316116
Y:	906.498153
Vertical Length	50
Horizontal Length	4.49
Rotation:	0



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



Rectangle

Offset Along  
0

Length Along  
4.49

Length Out  
4.49

Relative Rotation  
0

☒ Junction Fill

☒ Center

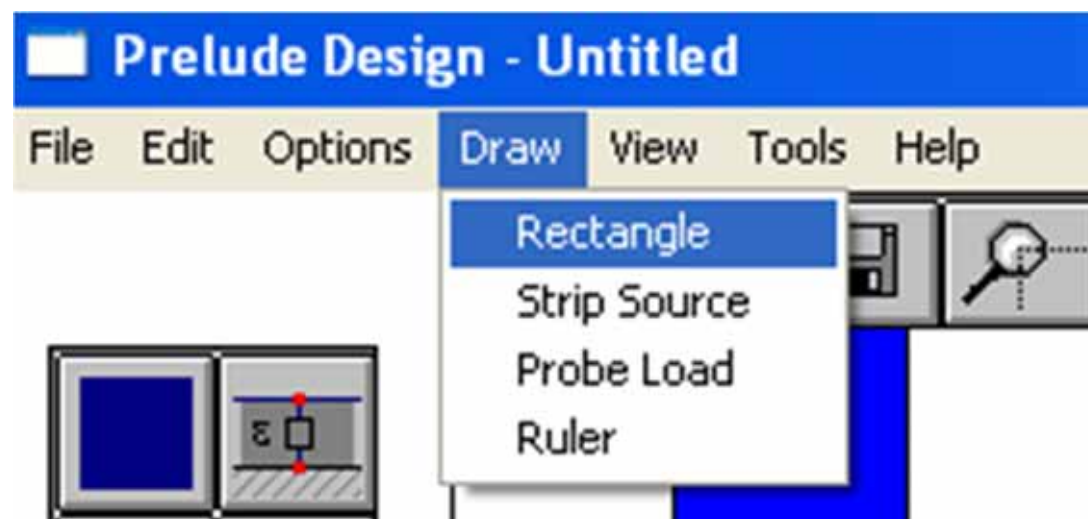
OK

Cancel



Facendo così  
inseriamo un  
quadrato di lato  
4.49 mm per  
migliorare la  
connessione tra  
linee diverse e  
ridurre il numero di  
triangoli della  
discretizzazione;

Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:

Rectangle

Offset Along  
0

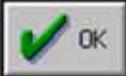
Length Along  
4.49


Length Out  
50

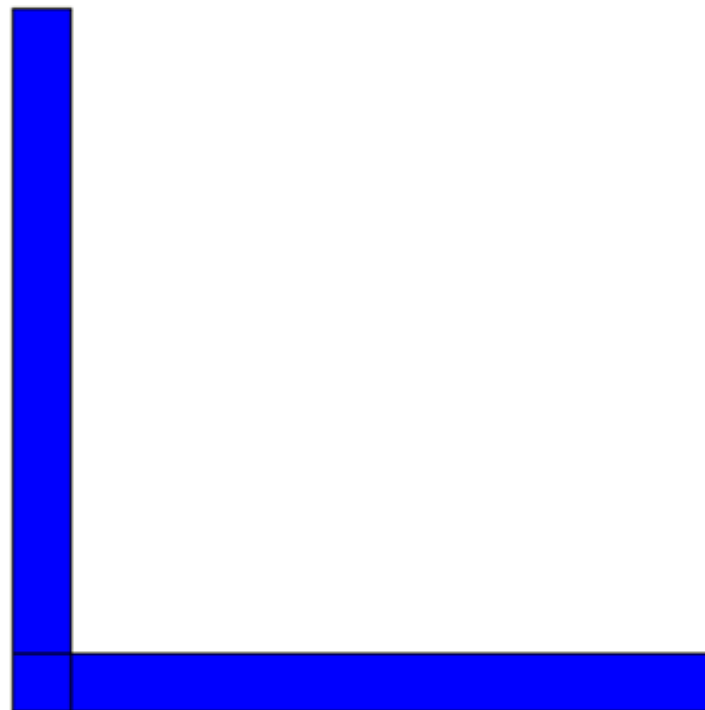
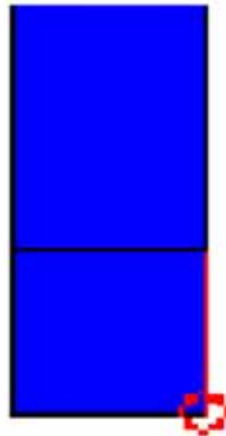
Relative Rotation  
0

☒ Junction Fill

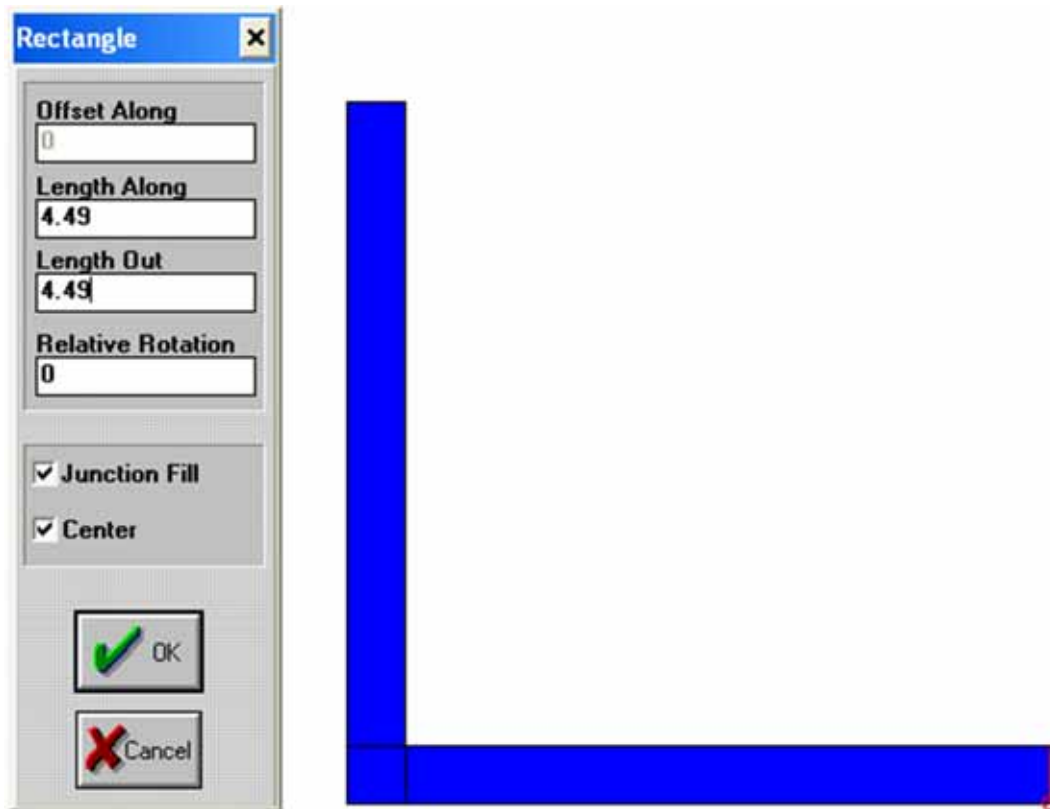
☒ Center

 OK

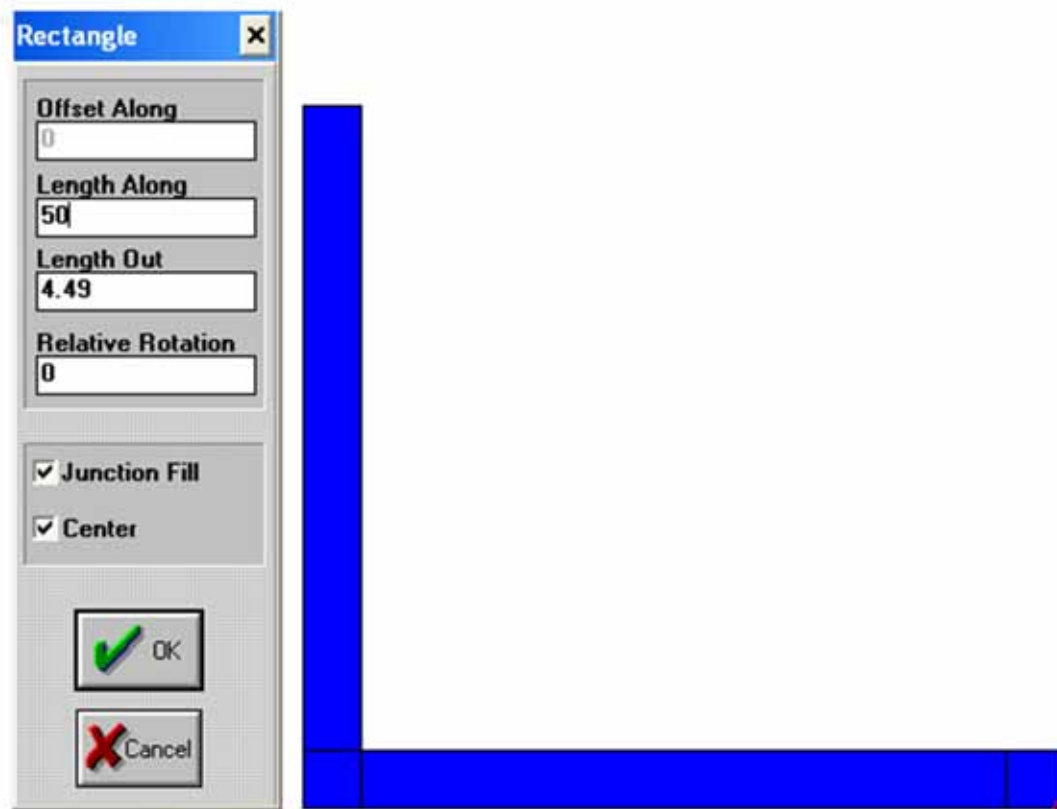
 Cancel



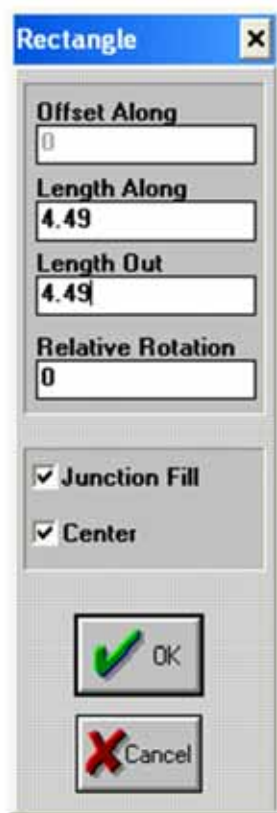
Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



A screenshot of a 'Rectangle' dialog box. The dialog has a title bar with 'Rectangle' and a close button. It contains four input fields: 'Offset Along' with value '0', 'Length Along' with value '4.49', 'Length Out' with value '4.49', and 'Relative Rotation' with value '0'. Below these are two checked checkboxes: 'Junction Fill' and 'Center'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons with green and red icons respectively.

Property	Value
Offset Along	0
Length Along	4.49
Length Out	4.49
Relative Rotation	0

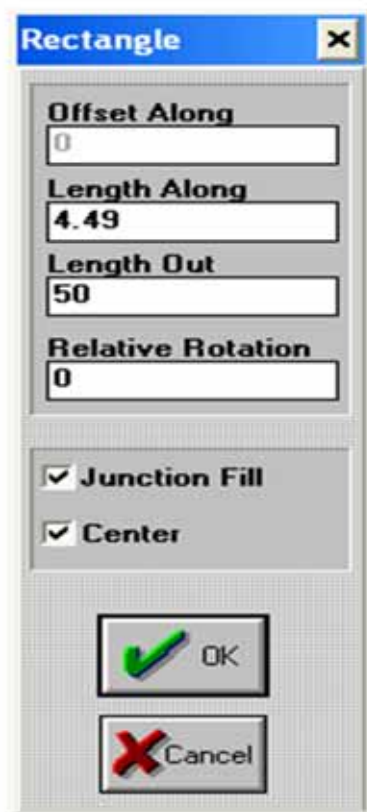
☒ Junction Fill

☒ Center

OK Cancel



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



A screenshot of a 'Rectangle' dialog box. The dialog has a title bar with 'Rectangle' and a close button. It contains four input fields: 'Offset Along' with value '0', 'Length Along' with value '4.49', 'Length Out' with value '50', and 'Relative Rotation' with value '0'. Below these are two checked checkboxes: 'Junction Fill' and 'Center'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons with green and red checkmarks respectively.

Property	Value
Offset Along	0
Length Along	4.49
Length Out	50
Relative Rotation	0

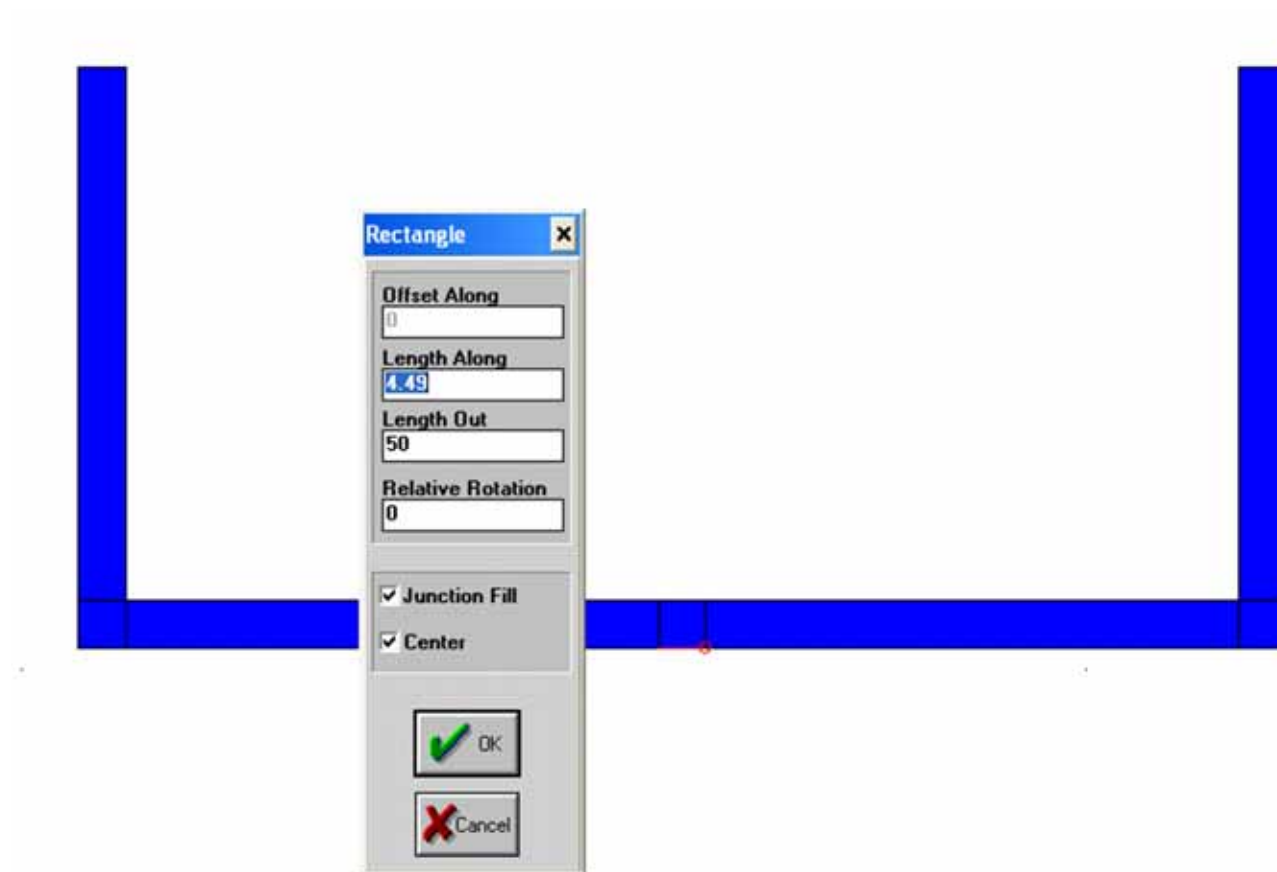
☒ Junction Fill  
☒ Center

OK Cancel





Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:



Ora clicchiamo su Draw -> rectangle e scriviamo:

**Strip Source** [X]


Offset Along  
0


Length Along  
4.490000

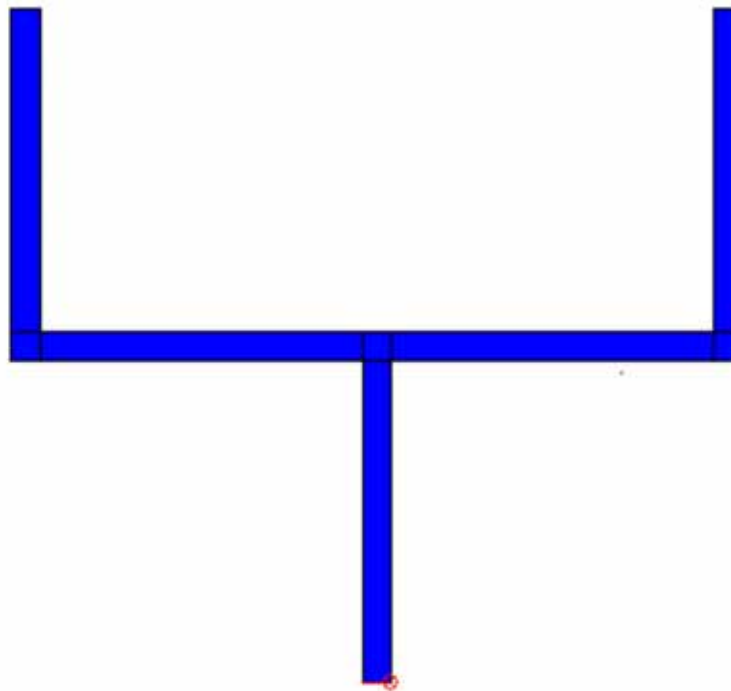
☐ Center

Source  
Amplitude  
1

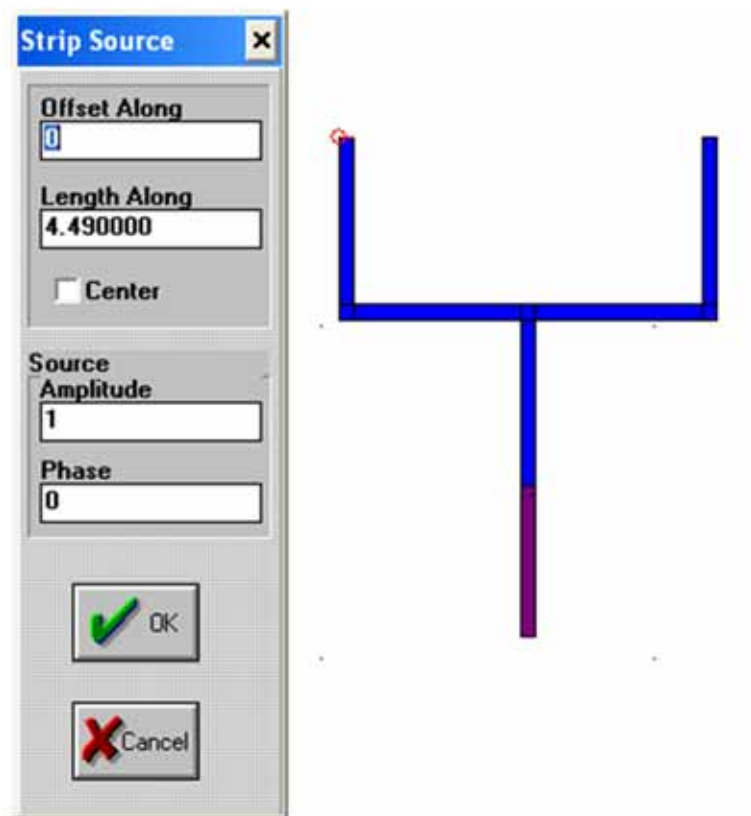
Phase  
0

 OK

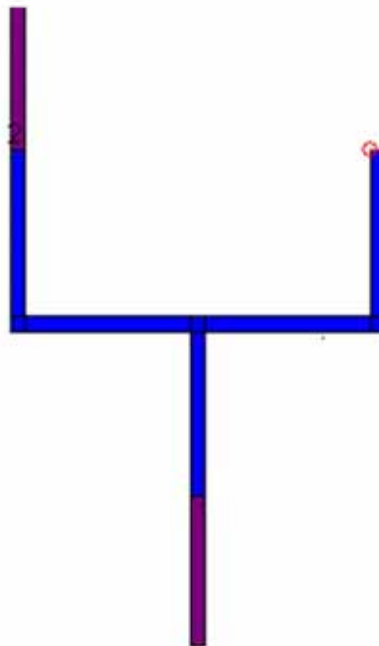
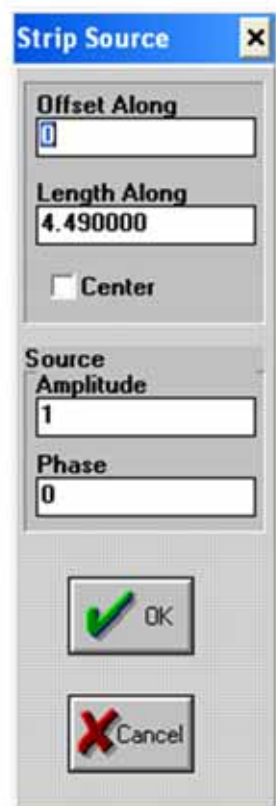
 Cancel



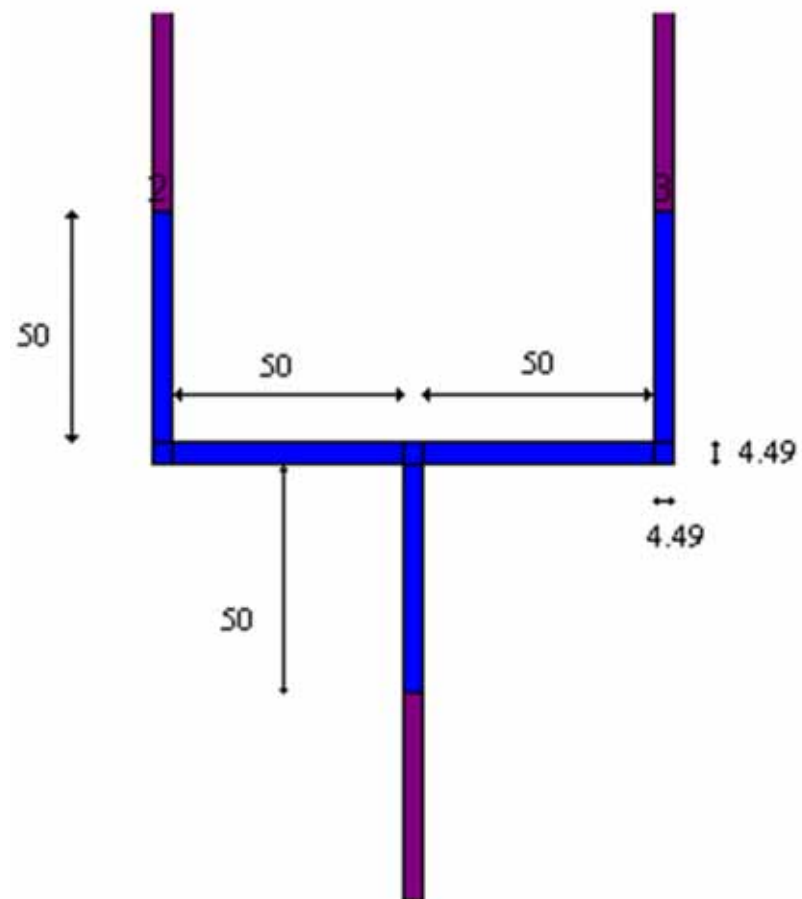
Ora allo stesso modo inseriamo l'alimentazione su ogni porta:



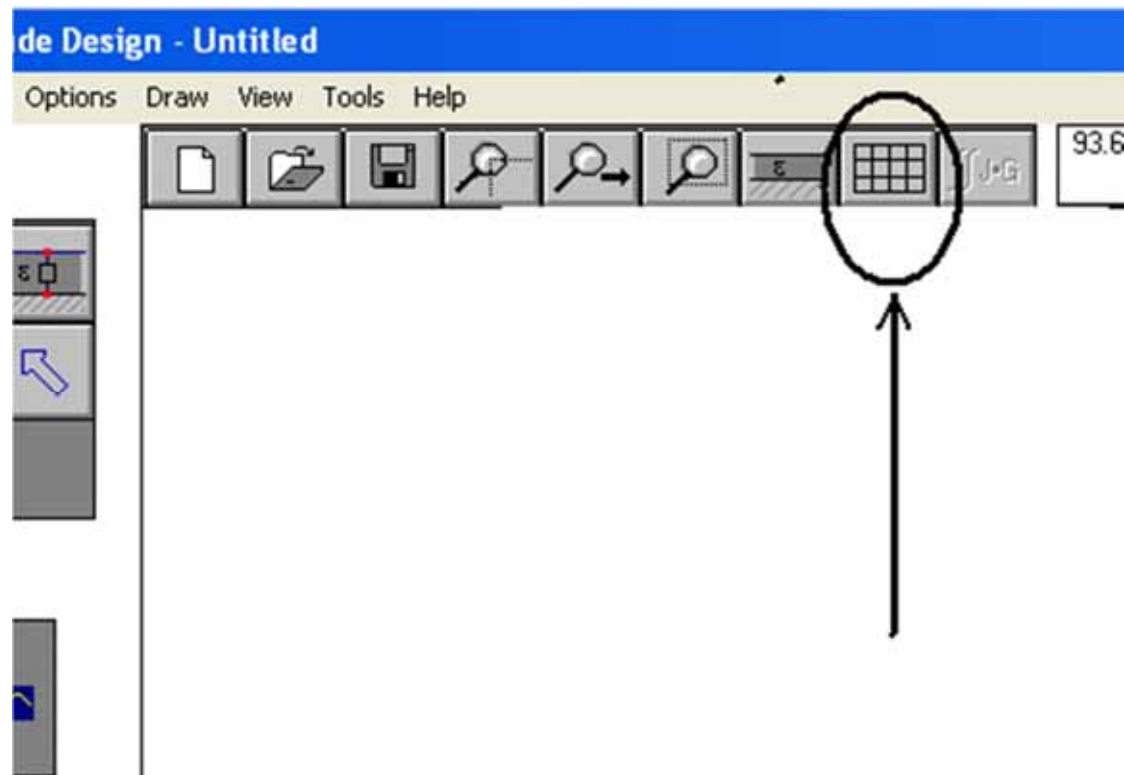
Ora allo stesso modo inseriamo l'alimentazione su ogni porta:



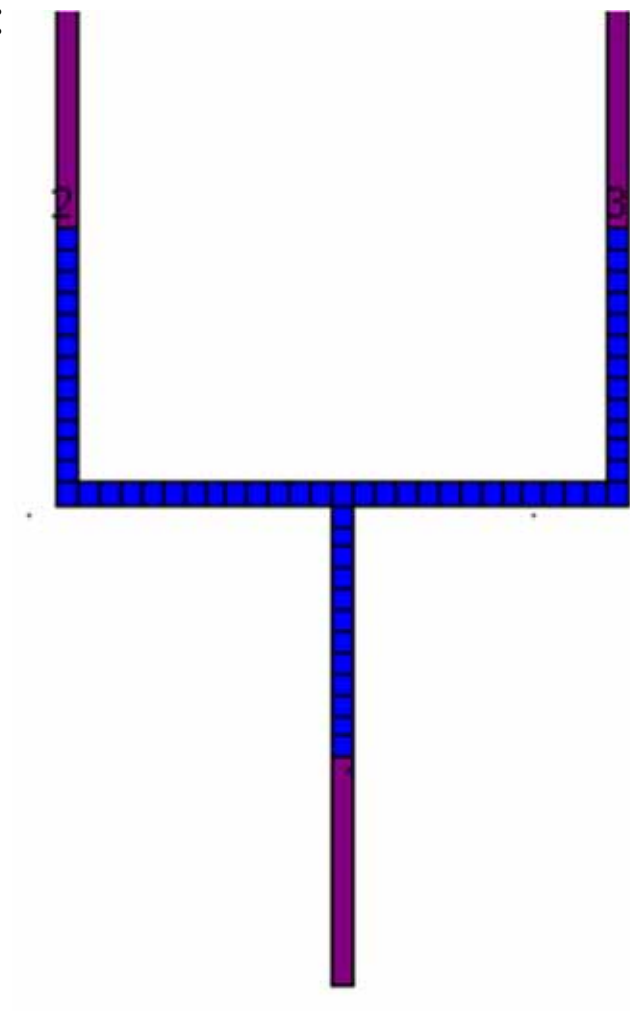
Ora allo stesso modo inseriamo l'alimentazione su ogni porta:



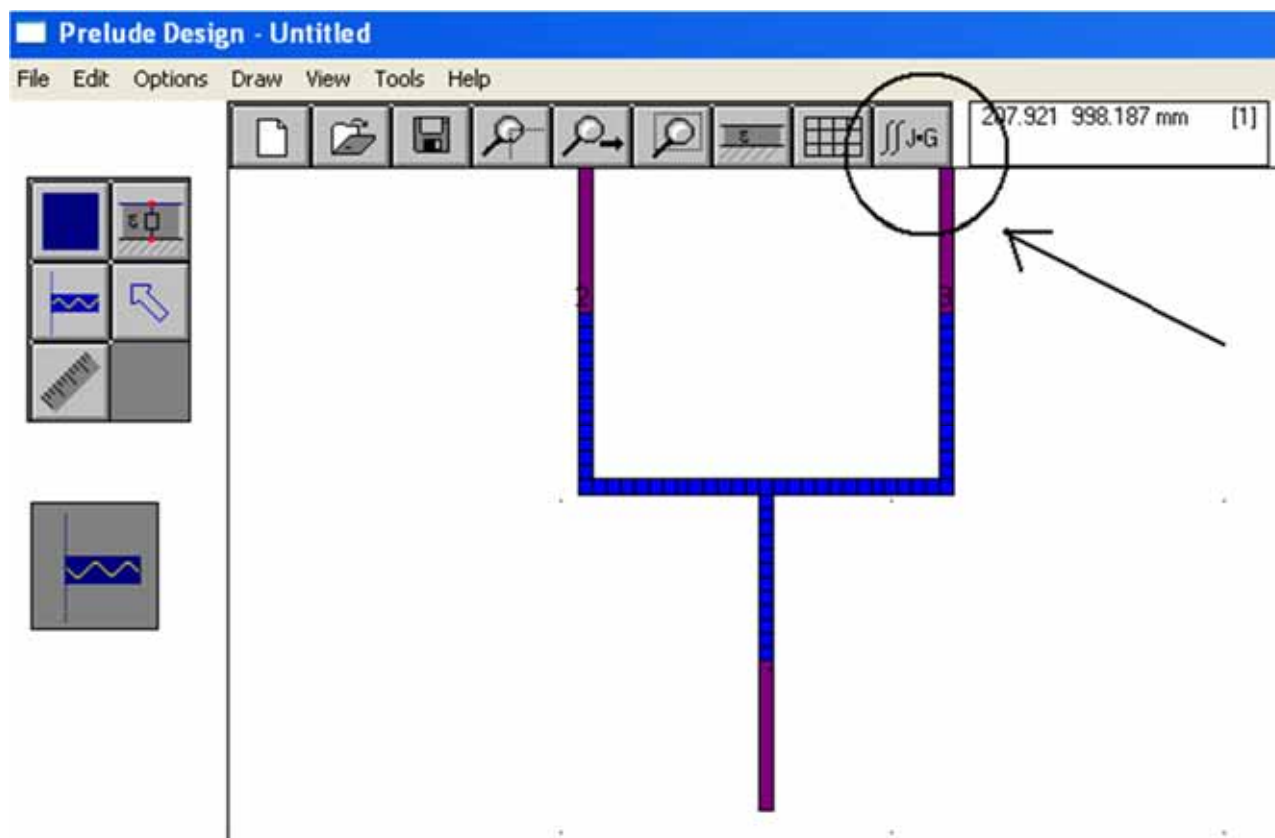
Ora clicchiamo sul grigliato e scegliamo il passo di discretizzazione:



Ora clicchiamo sul grigliato e scegliamo il passo di discretizzazione:

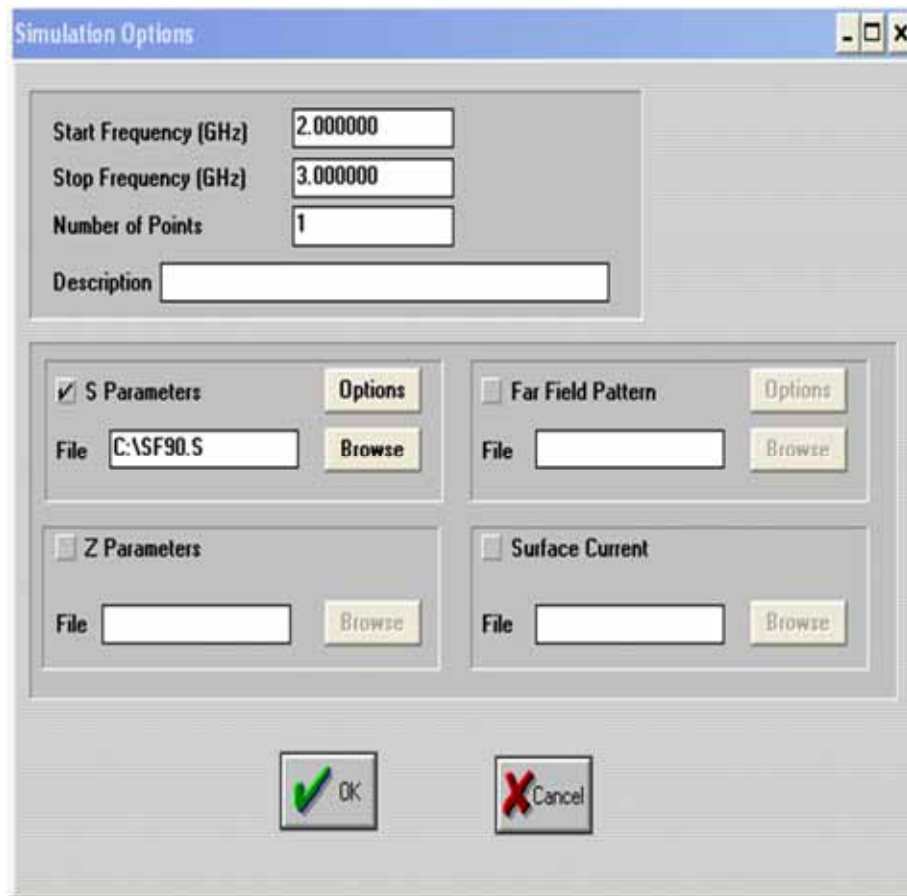


Ora clicchiamo sul tasto integrale :





Ora selezioniamo S parameters e il nome del file su cui vogliamo salvare i parametri e pigiamo ok:



Simulation Options

Start Frequency (GHz)

Stop Frequency (GHz)

Number of Points

Description

☒ S Parameters

File

☐ Far Field Pattern

File

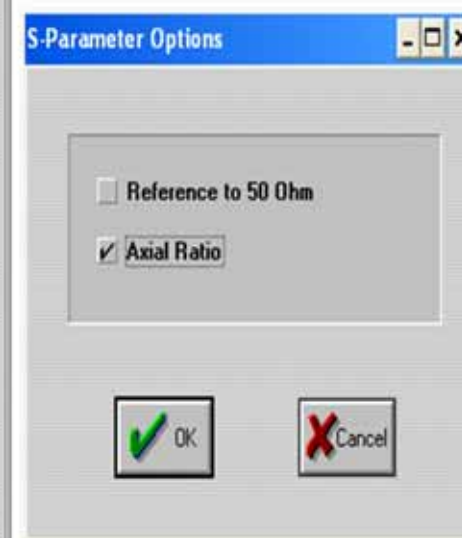
☐ Z Parameters

File

☐ Surface Current

File

☒ OK ☒ Cancel



S-Parameter Options

☐ Reference to 50 Ohm

☒ Axial Ratio

☒ OK ☒ Cancel

Apriendo il file “div\_fas.s” vediamo:

=====

Freq: 2.00000 (GHz)

=====

	Eff.Perm.	Propagation Constant	Port Impedance (ohms)
Port 1:	2.43684	(0.29462E-01+j0.65437E+02)	50.1543
Port 2:	2.43839	(0.63026E-02+j0.65458E+02)	50.1383
Port 3:	2.43845	(0.62398E-02+j0.65459E+02)	50.1377

[S] matrix:

i	j	Re(S <sub>ij</sub> )	Im(S <sub>ij</sub> )	Magnitude	Phase	Mag. in dB
1	1	-0.39226	0.66207E-01	0.39781	170.4198(deg.)	-8.0065
2	1	-0.47051	0.43842	0.64311	<b>137.0223(deg.)</b>	-3.8343
3	1	-0.47060	0.43836	0.64314	<b>137.0318(deg.)</b>	-3.8339
2	2	-0.16932	0.26174	0.31173	122.8979(deg.)	-10.1243
3	2	0.25320	-0.64055	0.68877	-68.4318(deg.)	-3.2385
3	3	-0.16922	0.26174	0.31167	122.8835(deg.)	-10.1260

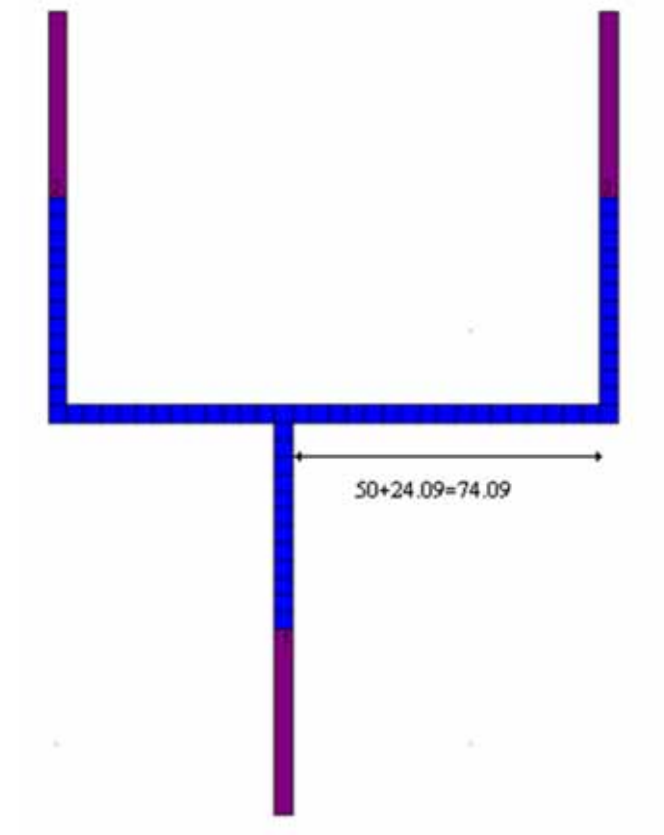
On-Axis Axial Ratio: 0.9017E+02 dB

- ◉ Divisore di potenza
- ◉ Progettiamo un circuito a microstriscia che generi due segnali sfasati di 90 gradi
- ◉ I dati sono i seguenti  $\text{CEP}=1.030 \text{ S/m}$ ,  $h=1.8 \text{ mm}$ ,  $\text{espr} = 3$ ,  $\text{freq}=2 \text{ GHz}$ , linee a  $50 \text{ Ohm}$
- ◉ Essendo  $\lambda_{\text{dag}}=96.36 \text{ mm}$  si ha che il tratto di alimentazione di una delle due porte dovrà essere più lungo di:
- ◉  $\lambda_{\text{dag}}/4=96.36/4=24.09$

◉ Si ha quindi che :

$$e^{-j\beta z} = e^{-j\frac{2\cdot\pi\cdot\lambda}{\lambda\cdot 4}} = e^{-j\frac{\pi}{2}} \Rightarrow \text{phase} = -\frac{\pi}{2}$$

- ◉ DIVISORE CON USCITE SFASATE -  
ALLUNGAMENTO DEL BRACCIO ORIZZONTALE



Apriendo il file “div\_sfas.s” vediamo:

```
=====
Freq: 2.00000 (GHz)
=====
```

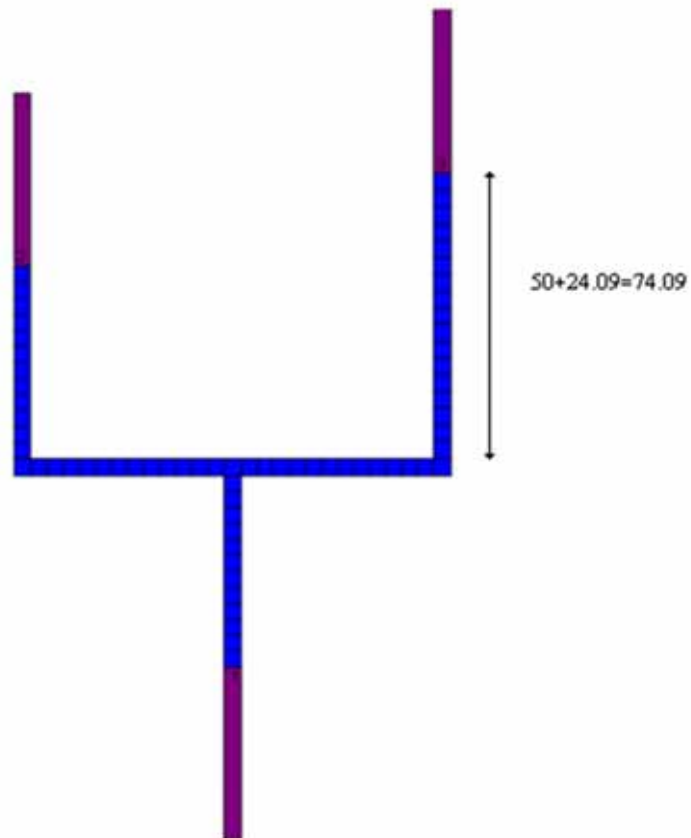
	Eff.Perm.	Propagation Constant	Port Impedance (ohms)
Port 1:	2.43737	(0.28599E-01+j0.65445E+02)	50.1487
Port 2:	2.43857	(0.53663E-01+j0.65461E+02)	50.1364
Port 3:	2.44203	(-0.24637E-01+j0.65507E+02)	50.1009

[S] matrix:

i	j	Re(S_ij)	Im(S_ij)	Magnitude	Phase	Mag. in dB
1	1	-0.33698	0.92455E-01	0.34943	164.6575(deg.)	-9.1328
2	1	-0.53842	0.43762	0.69383	<b>140.8961(deg.)</b>	-3.1749
3	1	0.44425	0.43593	0.62241	<b>44.4588(deg.)</b>	-4.1185
2	2	-0.10401	0.23357	0.25568	114.0032(deg.)	-11.8461
3	2	-0.62908	-0.21777	0.66571	-160.9060(deg.)	-3.5343
3	3	0.76820E-01	-0.38419	0.39180	-78.6928(deg.)	-8.1387

On-Axis Axial Ratio: 0.3722E+02 dB

- DIVISORE CON USCITE SFASATE -  
ALLUNGAMENTO DEL BRACCIO VERTICALE



Aprendo il file “div\_sfasv.s” vediamo:

```
=====
Freq: 2.00000 (GHz)
=====
```

	Eff.Perm.	Propagation Constant	Port Impedance (ohms)
Port 1:	2.43789	(0.33315E-01+j0.65452E+02)	50.1434
Port 2:	2.43776	(0.53873E-01+j0.65450E+02)	50.1447
Port 3:	2.43705	(0.59338E-01+j0.65440E+02)	50.1520

[S] matrix:

i	j	Re(S_ij)	Im(S_ij)	Magnitude	Phase	Mag. in dB
1	1	-0.39292	0.65377E-01	0.39832	170.5533(deg.)	-7.9953
2	1	-0.47180	0.43866	0.64421	<b>137.0846(deg.)</b>	-3.8194
3	1	0.44302	0.46913	0.64525	<b>46.6398(deg.)</b>	-3.8055
2	2	-0.16910	0.26318	0.31282	122.7214(deg.)	-10.0941
3	2	-0.64530	-0.25030	0.69215	-158.8001(deg.)	-3.1960
3	3	0.16687	-0.26441	0.31266	-57.7448(deg.)	-10.0985

On-Axis Axial Ratio: 0.5953E+02 dB

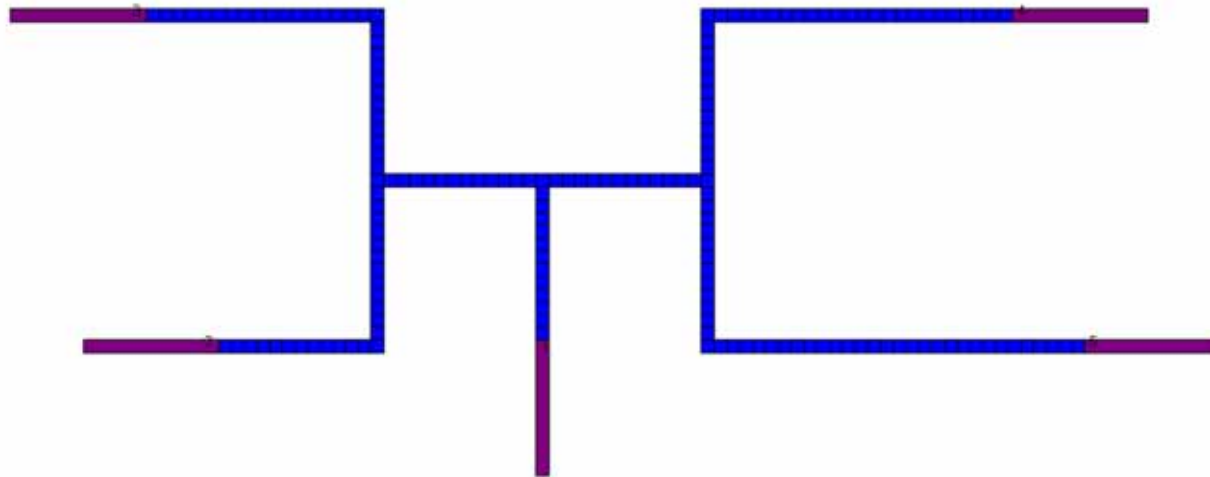
N.B: Come si può vedere l'interazione fra le linee di alimentazione è diversa nei due casi-



- ◉ Divisore di potenza
- ◉ Progettiamo un circuito a microstriscia che generi quattro segnali sfasati di 90 gradi l'uno rispetto all'altro.
- ◉ I dati sono i seguenti  $CEP=1.030 \text{ S/m}$ ,  
 $h=1.8 \text{ mm}$ ,  $espr = 3$ ,  $freq=2 \text{ GHz}$ ,  
linee a  $50 \text{ Ohm}$
- ◉ Essendo  $\lambda_{dag}=96.36 \text{ mm}$  si ha che il tratto di alimentazione di una delle due porte dovrà essere più lungo di:

- ◉ Essendo  $\text{Lambdag}/4=96.36/4=24.09$
- ◉ il tratto di alimentazione della terza porta dovrà essere più lungo di 24.09mm quindi il tratto di linea sarà lungo  $(24.09)+50=74.09\text{mm}$
- ◉ il tratto di alimentazione della quarta porta dovrà essere più lungo di  $(2*24.09)\text{mm}$  quindi il tratto di linea sarà lungo  $(2*24.09)+50=98.18\text{mm}$
- ◉ il tratto di alimentazione della quinta porta dovrà essere più lungo di  $(3*24.09)\text{mm}$  quindi il tratto di linea complessivo sarà lungo  $(3*24.09)+50=122.27\text{mm}$

- ◉ DIVISORE CON 4 USCITE SFASATE DI 90 GRADI  
L'UNA RISPETTO ALL'ALTRA



⊙ Per la prima porta si ha:  $phase \Rightarrow 0^\circ$

⊙ Per la terza porta si ha:

$$e^{-jk\left(z + \frac{lmd}{4}\right)} \Rightarrow phase = -\frac{\pi}{2}$$

⊙ Per la quarta porta si ha:

$$e^{-jk\left(z + 2 \cdot \frac{lmd}{4}\right)} \Rightarrow phase = -\pi$$

⊙ Per la quinta porta si ha:

$$e^{-jk\left(z + 3 \cdot \frac{lmd}{4}\right)} = phase = -\frac{3}{2}\pi$$

Aprendo il file “DIV\_SFAS.s” vediamo:

```
=====
Freq: 2.00000 (GHz)
=====
```

	Eff.Perm.	Propagation Constant	Port Impedance (ohms)
Port 1:	2.43629	(0.43295E-01+j0.65430E+02)	50.1599
Port 2:	2.43413	(0.42069E-01+j0.65401E+02)	50.1822
Port 3:	2.42708	(-.61690E-01+j0.65306E+02)	50.2550
Port 4:	2.43558	(0.34318E-01+j0.65420E+02)	50.1672
Port 5:	2.43698	(0.99049E-02+j0.65439E+02)	50.1528

[S] matrix:

i	j	Re(S <sub>ij</sub> )	Im(S <sub>ij</sub> )	Magnitude	Phase	Mag. in dB
1	1	-0.58309	0.28285	0.64807	154.1228(deg.)	-3.7675
2	1	0.21761	-0.30828	0.37735	<b>-54.7823(deg.)</b>	-8.4652
3	1	-0.30573	-0.21584	0.37425	<b>-144.7792(deg.)</b>	-8.5369
4	1	-0.21526	0.30932	0.37685	<b>124.8346(deg.)</b>	-8.4767
5	1	0.31354	0.21134	0.37812	<b>33.9825(deg.)</b>	-8.4475
2	2	-0.25754E-01	0.47101	0.47171	93.1297(deg.)	-6.5264
3	2	-0.43620	-0.38689	0.58305	-138.4286(deg.)	-4.6859
4	2	0.16076	0.33297	0.36974	64.2283(deg.)	-8.6420
5	2	0.33387	-0.16329	0.37167	-26.0623(deg.)	-8.5970
3	3	0.17265E-01	-0.47091	0.47122	-87.9002(deg.)	-6.5355
4	3	0.32934	-0.16384	0.36784	-26.4494(deg.)	-8.6868
5	3	-0.16542	-0.33014	0.36927	-116.6140(deg.)	-8.6532
4	4	-0.18491E-01	0.47247	0.47283	92.2413(deg.)	-6.5058
5	4	-0.44572	-0.38052	0.58606	-139.5123(deg.)	-4.6412
5	5	0.12961E-01	-0.47006	0.47024	-88.4206(deg.)	-6.5537

On-Axis Axial Ratio: 0.3884E+02 dB