

Cap. 2

**Antenne Yagi**

**2.1 - Programma in ambiente Matlab per il calcolo della mutua impedenza fra antenne rettilinee**

Preliminarmente scriviamo il programma per il calcolo fra due antenne rettilinee che verrà richiamato quando bisogna graficare il diagramma di radiazione di un'antenna Yagi.

**Impedance.m**

```

001 - delete(get(0,'children'));
002 - clear all;
003 - function[Z_12]=impedance(l_1,l_2,D)
004 - %l_1=0.1;
005 - %l_2=0.1;
006 - %D=0.2;
007 - %Costanti fondamentali
008 - mu_0=4*pi*1e-7;%H/m
009 - epsilon_0=8.854e-12;%F/m
010 - %Permeabilita' magnetica relativa del mezzo
011 - mu_r=1;
012 - %Costante dielettrica relativa del mezzo
013 - epsilon_r=1;
014 - %Parametri del mezzo
015 - mu=mu_0*mu_r; epsilon=epsilon_0*epsilon_r;
016 - %Definizione delle grandezze ausiliarie
017 - u_0=(2*pi)*D;
018 - u_11=(2*pi)*(sqrt((l_1).^2+(D).^2)-l_1);
019 - u_12=(2*pi)*(sqrt((l_1).^2+(D).^2)+l_1);
020 - u_13=(2*pi)*(sqrt((l_2-l_1).^2+(D).^2)-l_2+l_1);
021 - u_14=(2*pi)*(sqrt((l_2-l_1).^2+(D).^2)+l_2-l_1);
022 - v_11=(2*pi)*(sqrt((l_2).^2+(D).^2)-l_2);
023 - v_12=(2*pi)*(sqrt((l_2).^2+(D).^2)+l_2);
024 - v_13=(2*pi)*(sqrt((l_2+l_1).^2+(D).^2)+l_2+l_1);
025 - v_14=(2*pi)*(sqrt((l_2+l_1).^2+(D).^2)-l_2-l_1);
026 - %Calcolo della resistenza mutua
027 - R_12=(((sqrt((mu)/(epsilon)))/((4*pi)*(sin(2*pi*l_1))*(sin(2*pi*l_2))))*(...
028 - ((cos(2*pi*(l_2-l_1)))*(cosint(u_13)+cosint(u_14)+2*cosint(u_0)-...
029 - cosint(u_12)-cosint(u_11)-cosint(v_11)-cosint(v_12)))+...
030 - ((cos(2*pi*(l_2+l_1)))*(cosint(v_14)+cosint(v_13)+2*cosint(u_0)-...
031 - cosint(u_12)-cosint(u_11)-cosint(v_12)-cosint(v_11)))+...
032 - ((sin(2*pi*(l_2-l_1)))*(sinint(u_14)-sinint(u_13)+sinint(v_11)-...
033 - sinint(v_12)+sinint(u_12)-sinint(u_11)))+...

```

```
034 - ((sin(2*pi*(l2+l1)))*(sinint(v_13)-sinint(v_14)+sinint(u_11)-...
035 - sinint(u_12)+sinint(v_11)-sinint(v_12))));
036 - %Calcolo della reattanza mutua
037 - X_12=(((sqrt((mu)/(epsilon)))/((4*pi)*(sin(2*pi*l1))*(sin(2*pi*l2))))*(...
038 - ((cos(2*pi*(l2-l1)))*(sinint(u_13)-sinint(u_12)-sinint(v_11)+...
039 - 2*sinint(u_0)+sinint(u_14)-sinint(u_11)-sinint(v_12)))+...
040 - ((cos(2*pi*(l2+l1)))*(sinint(v_14)-sinint(u_11)-sinint(v_11)+...
041 - 2*sinint(u_0)+sinint(v_13)-sinint(u_12)-sinint(v_12)))+...
042 - ((sin(2*pi*(l2-l1)))*(-cosint(u_12)+cosint(u_13)-cosint(v_11)+...
043 - cosint(u_11)-cosint(u_14)+cosint(v_12)))+...
044 - ((sin(2*pi*(l2+l1)))*(-cosint(u_11)+cosint(v_14)-cosint(v_11)+...
045 - cosint(u_12)-cosint(v_13)+cosint(v_12))));
046 - %Impedenza mutua
047 - Z_12=R_12+i*X_12;
```

## 2.2 - Antenna Yagi a cinque elementi

Consideriamo un'antenna Yagi a cinque elementi:

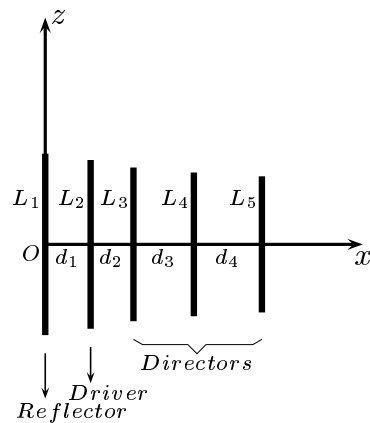


fig.2.2-1

Le dimensioni reali dell'antenna, raffigurate in scala in fig.2.2-1, sono:

$L_1 = 7.2 \text{ cm}$	Lunghezza del riflettore
$L_2 = 6.7 \text{ cm}$	Lunghezza del driver
$L_3 = 6.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_4 = 5.7 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_5 = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$d_1 = 1.8 \text{ cm}$	
$d_2 = 1.7 \text{ cm}$	
$d_3 = 2.4 \text{ cm}$	
$d_4 = 2.7 \text{ cm}$	

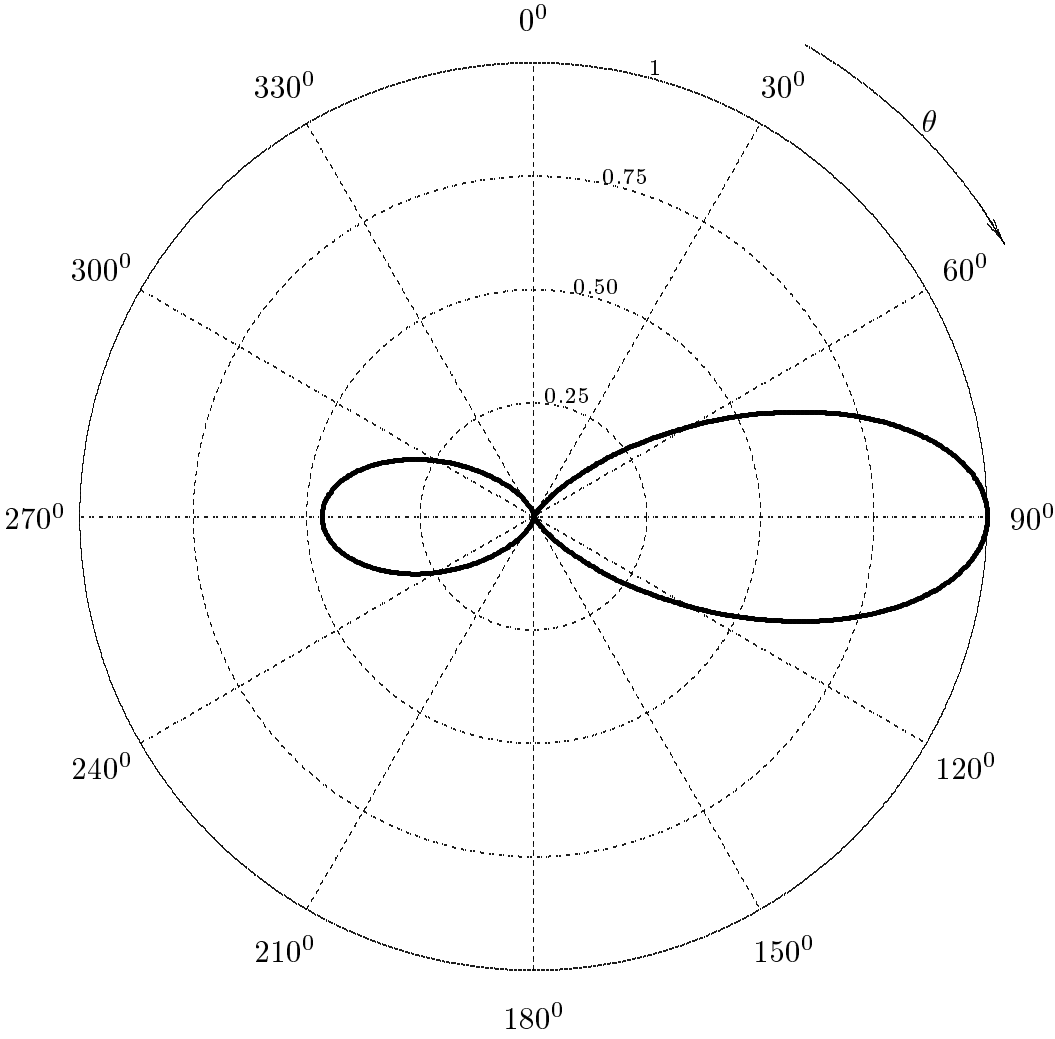
La frequenza rispetto alla quale l'antenna é stata ottimizzata é  $\nu = 2.4 \text{ GHz}$  a cui corrisponde una lunghezza d'onda relativa al vuoto  $\lambda = 12.5 \text{ cm}$ . Pertanto le dimensioni in unità di lunghezza d'onda sono:

$L_1/\lambda = 0.576$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_2/\lambda = 0.536$	Lunghezza del driver in unità $\lambda$
$L_3/\lambda = 0.488$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_4/\lambda = 0.456$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_5/\lambda = 0.432$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$d_1/\lambda = 0.144$	
$d_2/\lambda = 0.136$	
$d_3/\lambda = 0.192$	
$d_4/\lambda = 0.216$	

2.3 - Diagrammi di radiazione

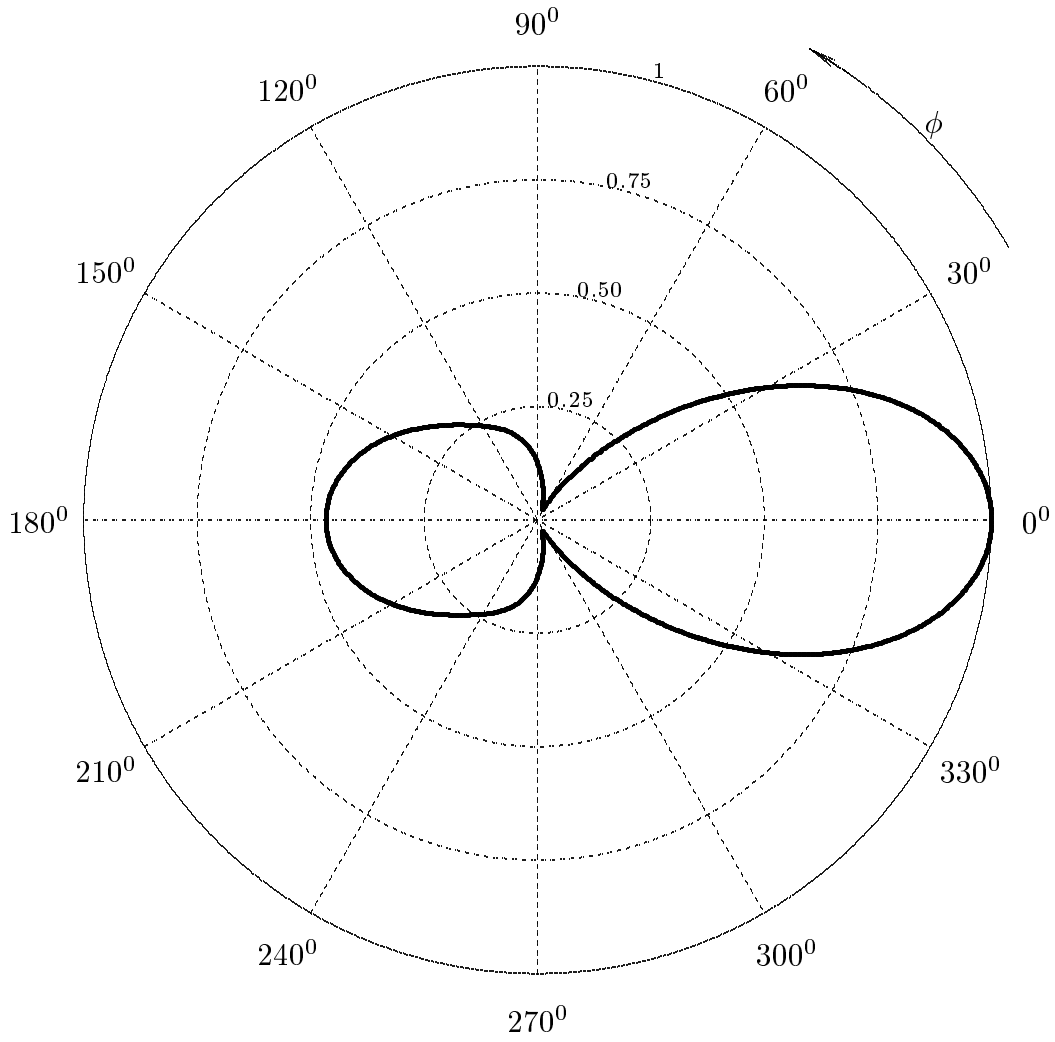
Antenna Yagi a 5 elementi

PIANO E



### Antenna Yagi a 5 elementi

#### PIANO H



## 2.4 - Programma in ambiente Matlab per antenne Yagi a cinque elementi

### Yagi5.m

```
001 - delete(get(0,'children')) clear all
002 - %%%Le antenne sono disposte dal riflettore all'ultimo direttore e numerate
003 - %%%con lo stesso ordine da 1 (riflettore) a N (ultimo direttore).
004 - %%%La lunghezza dell'antenna e' indicata con  $L$  e la semilunghezza con
005 - %%% $l$ . Esse sono espresse in cm.
006 - %Dimensioni caratteristiche in unita' di lunghezze d'onda
007 - c=3e8;
008 - freq=2.4e9;
009 - lambdam=c/freq;%lunghezza d'onda in metri
010 - lambda=lambdam*100;%lunghezza d'onda in centimetri
011 - %Semilunghezza del primo elemento (Reflector)
012 - l1=(7.2/2)/lambda;
012 - %Semilunghezza del secondo elemento (Driver)
013 - l2=(6.7/2)/lambda;
014 - %Semilunghezza del terzo elemento (Director)
015 - l3=(6.1/2)/lambda;
016 - %Semilunghezza del quarto elemento (Director)
017 - l4=(5.7/2)/lambda;
018 - %Semilunghezza del quinto elemento (Director)
019 - l5=(5.4/2)/lambda;
020 - %Distanza fra l'antenna 1 (Reflector) e l'antenna 2 (Driver)
021 - d1=1.8/lambda;
022 - %Distanza fra l'antenna 2 (Director) e l'antenna 3 (Director)
023 - d2=1.7/lambda;
024 - %Distanza fra l'antenna 3 (Director) e l'antenna 4 (Director)
025 - d3=2.4/lambda;
026 - %Distanza fra l'antenna 4 (Director) e l'antenna 5 (Director)
027 - d4=2.7/lambda;
028 - %Posizioni delle antenne sull'asse x
029 - x1=0;%Posizione riflettore
030 - x2=x1+d1;%Posizione driver
031 - x3=x2+d2;%Posizione antenna 3
032 - x4=x3+d3;%Posizione antenna 4
033 - x5=x4+d4;%Posizione antenna 5
034 - l=[l1 l2 l3 l4 l5];
035 - d=[d1 d2 d3 d4 ];
036 - x=[x1 x2 x3 x4 x5];
037 - n = length(l);
038 - %Calcolo delle impedenze
039 - for j=1:n;
040 - for h=1:n;
```

```

041 - if h==j;
042 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),0.0001);
043 - else
044 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),abs(x(j)-x(h)));
045 - end
046 - end
047 - end
048 - [Z];
049 - V = [0; 1; 0; 0; 0];
050 - I = Z \ V; % Risolve l'equazione V=Z*I; il simbolo \ divide per la matrice Z
051 - k=2*pi;
052 - thetag=90;
053 - theta=thetag*pi/180;
054 - phig=0.0001:5:360;
054 - phi=phig*pi/180;
055 - NTHETA=2./(k./lambdam.*sin(theta)).*(I(1).*...
056 - (cos(k.*l_1.*cos(theta))-cos(k.*l_1))./sin(k.*l_1)+...
057 - I(2).*exp(-i.*k.*x_1.*sin(theta).*cos(phi)).*...
058 - (cos(k.*l_2.*cos(theta))-cos(k.*l_2))./sin(k.*l_2)+...
059 - I(3).*exp(-i.*k.*x_2.*sin(theta).*cos(phi)).*...
060 - (cos(k.*l_3.*cos(theta))-cos(k.*l_3))./sin(k.*l_3)+...
061 - I(4).*exp(-i.*k.*x_3.*sin(theta).*cos(phi)).*...
062 - (cos(k.*l_4.*cos(theta))-cos(k.*l_4))./sin(k.*l_4)+...
063 - I(5).*exp(-i.*k.*x_4.*sin(theta).*cos(phi)).*...
064 - (cos(k.*l_5.*cos(theta))-cos(k.*l_5))./sin(k.*l_5));
065 - NTHETAMAX=max(abs(NTHETA)); polar(phi,
066 - (abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2)
067 - zoom
068 - %Istruzioni per inserire i risultati in un file TEX
069 - x=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*cos(phi);
070 - y=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*sin(phi);
071 - B=[x;y];
072 - fid=fopen('lab2.tex','w');
073 - fprintf(fid,'Yagi \n');
074 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f \n',B);
075 - fclose(fid);

```

## 2.5 - Antenna Yagi a nove elementi

Consideriamo un'antenna Yagi a nove elementi:

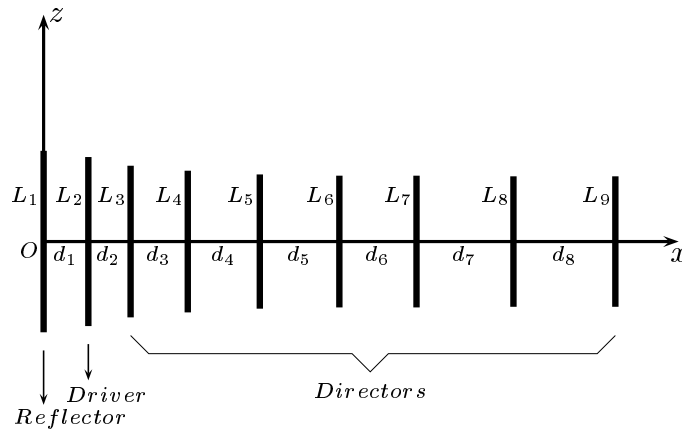


fig.2.5-1

Le dimensioni reali dell'antenna, raffigurate in scala in fig.2.5-1, sono:

$L_1 = 7.3 \text{ cm}$	Lunghezza del riflettore
$L_2 = 6.8 \text{ cm}$	Lunghezza del driver
$L_3 = 6.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_4 = 5.7 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_5 = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_6 = 5.3 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_7 = 5.25 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_8 = 5.25 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$d_1 = 1.8 \text{ cm}$	
$d_2 = 1.7 \text{ cm}$	
$d_3 = 2.3 \text{ cm}$	
$d_4 = 2.9 \text{ cm}$	
$d_5 = 3.2 \text{ cm}$	
$d_6 = 3.1 \text{ cm}$	
$d_7 = 3.9 \text{ cm}$	
$d_8 = 4.1 \text{ cm}$	

La frequenza rispetto alla quale l'antenna é stata ottimizzata é  $\nu = 2.4 \text{ GHz}$  a cui corrisponde una lunghezza d'onda relativa al vuoto  $\lambda = 12.5 \text{ cm}$ . Pertanto le dimensioni



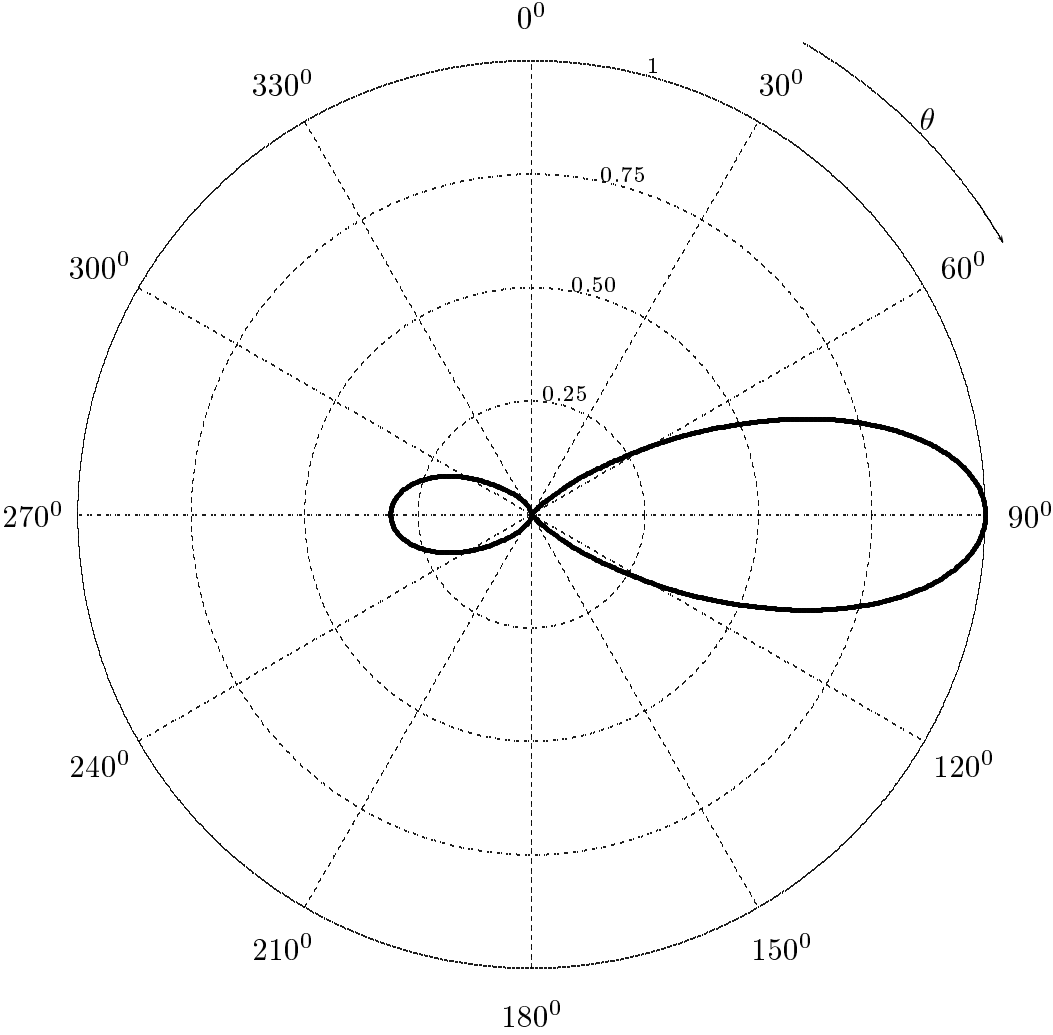
in unità di lunghezza d'onda sono:

$L_1/\lambda = 0.584$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_2/\lambda = 0.544$	Lunghezza del driver in unità $\lambda$
$L_3/\lambda = 0.488$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_4/\lambda = 0.456$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_5/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_6/\lambda = 0.424$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_7/\lambda = 0.424$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_8/\lambda = 0.42$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_9/\lambda = 0.42$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$d_1/\lambda = 0.144$	
$d_2/\lambda = 0.136$	
$d_3/\lambda = 0.184$	
$d_4/\lambda = 0.232$	
$d_5/\lambda = 0.256$	
$d_6/\lambda = 0.248$	
$d_7/\lambda = 0.312$	
$d_8/\lambda = 0.328$	

2.6 - Diagrammi di radiazione

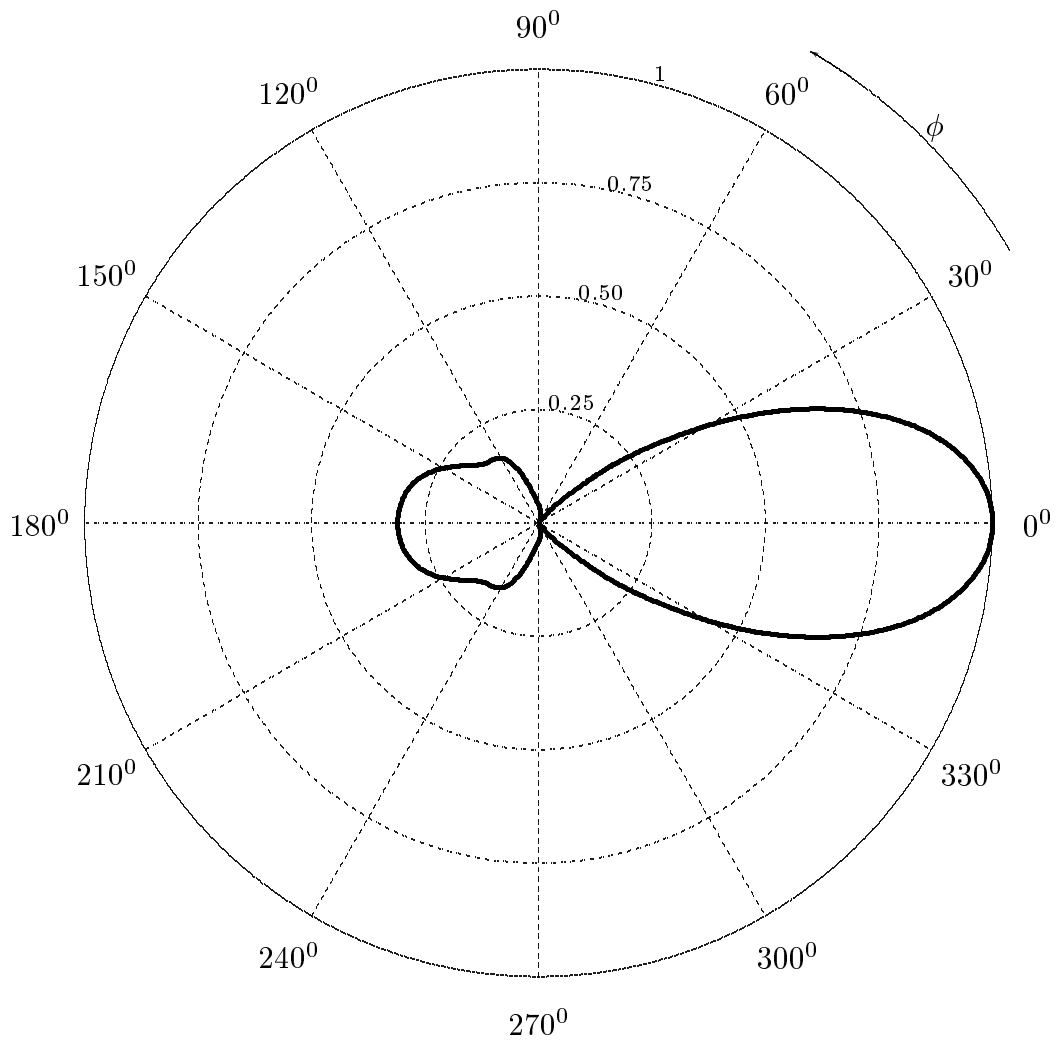
Antenna Yagi a 9 elementi

PIANO E



### Antenna Yagi a 9 elementi

#### PIANO H



## 2.7 - Programma in ambiente Matlab per antenne Yagi a nove elementi

### Yagi9.m

```
001 - delete(get(0,'children')) clear all
002 - %%%Le antenne sono disposte dal riflettore all'ultimo direttore e numerate
003 - %%%con lo stesso ordine da 1 (riflettore) a N (ultimo direttore).
004 - %%%La lunghezza dell'antenna e' indicata con  $L$  e la semilunghezza con
005 - %%% $l$ . Esse sono espresse in cm.
006 - %Dimensioni caratteristiche in unita' di lunghezze d'onda
007 - c=3e8; freq=2.4e9;
008 - lambdam=c/freq;%lunghezza d'onda in metri
009 - lambda=lambdam*100;%lunghezza d'onda in centimetri
010 - %Semilunghezza del primo elemento (Reflector)
011 - L1=(7.3/2)/lambda;
012 - %Semilunghezza del secondo elemento (Driver)
013 - L2=(6.8/2)/lambda;
014 - %Semilunghezza del terzo elemento (Director)
015 - L3=(6.1/2)/lambda;
016 - %Semilunghezza del quarto elemento (Director)
017 - L4=(5.7/2)/lambda;
018 - %Semilunghezza del quinto elemento (Director)
019 - L5=(5.4/2)/lambda;
020 - %Semilunghezza del sesto elemento (Director)
021 - L6=(5.3/2)/lambda;
022 - %Semilunghezza del settimo elemento (Director)
023 - L7=(5.3/2)/lambda;
024 - %Semilunghezza dell'ottavo elemento (Director)
025 - L8=(5.25/2)/lambda;
026 - %Semilunghezza del nono elemento (Director)
027 - L9=(5.25/2)/lambda;
028 - %Distanza fra l'antenna 1 (Reflector) e l'antenna 2 (Driver)
029 - d_1=1.8/lambda;
030 - %Distanza fra l'antenna 2 (Director) e l'antenna 3 (Director)
031 - d_2=1.7/lambda;
032 - %Distanza fra l'antenna 3 (Director) e l'antenna 4 (Director)
033 - d_3=2.3/lambda;
034 - %Distanza fra l'antenna 4 (Director) e l'antenna 5 (Director)
035 - d_4=2.9/lambda;
036 - %Distanza fra l'antenna 5 (Director) e l'antenna 6 (Director)
037 - d_5=3.2/lambda;
038 -
039 - d_6=3.1/lambda;
040 - %Distanza fra l'antenna 7 (Director) e l'antenna 8 (Director)
041 - d_7=3.9/lambda;
```

```

042 - %Distanza fra l'antenna 8 (Director) e l'antenna 9 (Director)
043 - d_8=4.1/lambda;
044 - %Posizioni delle antenne sull'asse x
045 - x_1=0;%Posizione riflettore
046 - x_2=x_1+d_1;%Posizione driver
047 - x_3=x_2+d_2;%Posizione antenna 3
048 - x_4=x_3+d_3;%Posizione antenna 4
049 - x_5=x_4+d_4;%Posizione antenna 5
050 - x_6=x_5+d_5;%Posizione antenna 6
051 - x_7=x_6+d_6;%Posizione antenna 7
052 - x_8=x_7+d_7;%Posizione antenna 8
053 - x_9=x_8+d_8;%Posizione antenna 9
054 - l=[l_1 l_2 l_3 l_4 l_5 l_6 l_7 l_8 l_9];
055 - d=[d_1 d_2 d_3 d_4 d_5 d_6 d_7 d_8];
056 - x=[x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7 x_8 x_9];
057 - n =length(l);
058 - for j=1:n;
059 - for h=1:n;
060 - if h==j;
061 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),0.0001);
062 - else
063 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),abs(x(j)-x(h)));
064 - end
065 - end
066 - end
067 - [Z];
068 - V = [0; 1; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0];
069 - I = Z \ V; % Risolve l'equazione V=Z*I; il simbolo \ divide per la matrice Z
070 - lambda=1;
071 - k=2*pi;
072 - thetag=0.0001:5:360;
073 - theta=thetag*pi/180;
074 - phig=0;
075 - phi=phig*pi/180;
076 - NTHETA=2./(k./lambdam.*sin(theta)).*(...
077 - I(1).*exp(-i.*k.*x_1.*sin(theta).*cos(phi)).*...
078 - (cos(k.*l_1.*cos(theta))-cos(k.*l_1))./sin(k.*l_1)+...
079 - I(2).*exp(-i.*k.*x_2.*sin(theta).*cos(phi)).*...
080 - (cos(k.*l_2.*cos(theta))-cos(k.*l_2))./sin(k.*l_2)+...
081 - I(3).*exp(-i.*k.*x_3.*sin(theta).*cos(phi)).*...
082 - (cos(k.*l_3.*cos(theta))-cos(k.*l_3))./sin(k.*l_3)+...
083 - I(4).*exp(-i.*k.*x_4.*sin(theta).*cos(phi)).*...
084 - (cos(k.*l_4.*cos(theta))-cos(k.*l_4))./sin(k.*l_4)+...
085 - I(5).*exp(-i.*k.*x_5.*sin(theta).*cos(phi)).*...

```

```
086 - (cos(k.*1_5.*cos(theta))-cos(k.*1_5))./sin(k.*1_5)+...
087 - I(6).*exp(-i.*k.*x_6.*sin(theta).*cos(phi)).*...
088 - (cos(k.*1_6.*cos(theta))-cos(k.*1_6))./sin(k.*1_6)+...
089 - I(7).*exp(-i.*k.*x_7.*sin(theta).*cos(phi)).*...
090 - (cos(k.*1_7.*cos(theta))-cos(k.*1_7))./sin(k.*1_7)+...
091 - I(8).*exp(-i.*k.*x_8.*sin(theta).*cos(phi)).*...
092 - (cos(k.*1_8.*cos(theta))-cos(k.*1_8))./sin(k.*1_8)+...
092 - I(9).*exp(-i.*k.*x_9.*sin(theta).*cos(phi)).*...
093 - (cos(k.*1_9.*cos(theta))-cos(k.*1_9))./sin(k.*1_9));
093 - NTHETAMAX=max(abs(NTHETA));
094 - polar(theta,(abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*sin(theta)
095 - zoom
096 - %Istruzioni per inserire i risultati in un file TEX
097 - x=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*sin(theta);
098 - y=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*cos(theta);
099 - B=[x;y];
100 - fid=fopen('lab2.tex','w'); fprintf(fid,'\n');
101 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f\n',B);
102 - fclose(fid);
```

## 2.8 - Antenna Yagi a diciassette elementi

Consideriamo un'antenna Yagi a diciassette elementi:

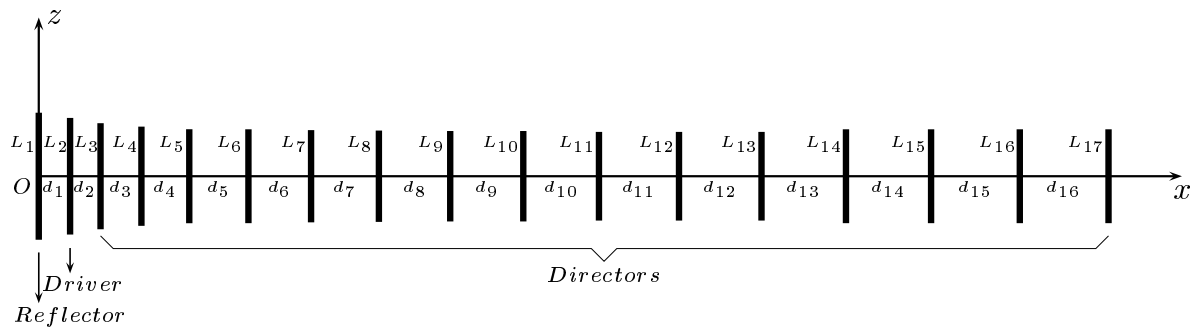


fig.2.8-1

Le dimensioni reali dell'antenna, raffigurate in scala in fig.2.8-1, sono:

$L_1 = 7.3 \text{ cm}$	Lunghezza del riflettore
$L_2 = 6.7 \text{ cm}$	Lunghezza del driver
$L_3 = 6.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_4 = 5.7 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_5 = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_6 = 5.35 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_7 = 5.3 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_8 = 5.25 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_9 = 5.2 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{10} = 5.2 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{11} = 5.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{12} = 5.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{13} = 5.1 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{14} = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{15} = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{16} = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore
$L_{17} = 5.4 \text{ cm}$	Lunghezza del direttore

$$d_1 = 1.8 \text{ cm}$$

$$d_2 = 1.75 \text{ cm}$$

$$d_3 = 2.35 \text{ cm}$$

$$d_4 = 2.75 \text{ cm}$$

$$d_5 = 3.4 \text{ cm}$$

$$d_6 = 3.6 \text{ cm}$$

$$d_7 = 3.9 \text{ cm}$$

$$d_8 = 4.1 \text{ cm}$$

$$d_9 = 4.2 \text{ cm}$$

$$d_{10} = 4.35 \text{ cm}$$

$$d_{11} = 4.6 \text{ cm}$$

$$d_{12} = 4.75 \text{ cm}$$

$$d_{13} = 4.85 \text{ cm}$$

$$d_{14} = 4.9 \text{ cm}$$

$$d_{15} = 5.1 \text{ cm}$$

$$d_{16} = 5.1 \text{ cm}$$



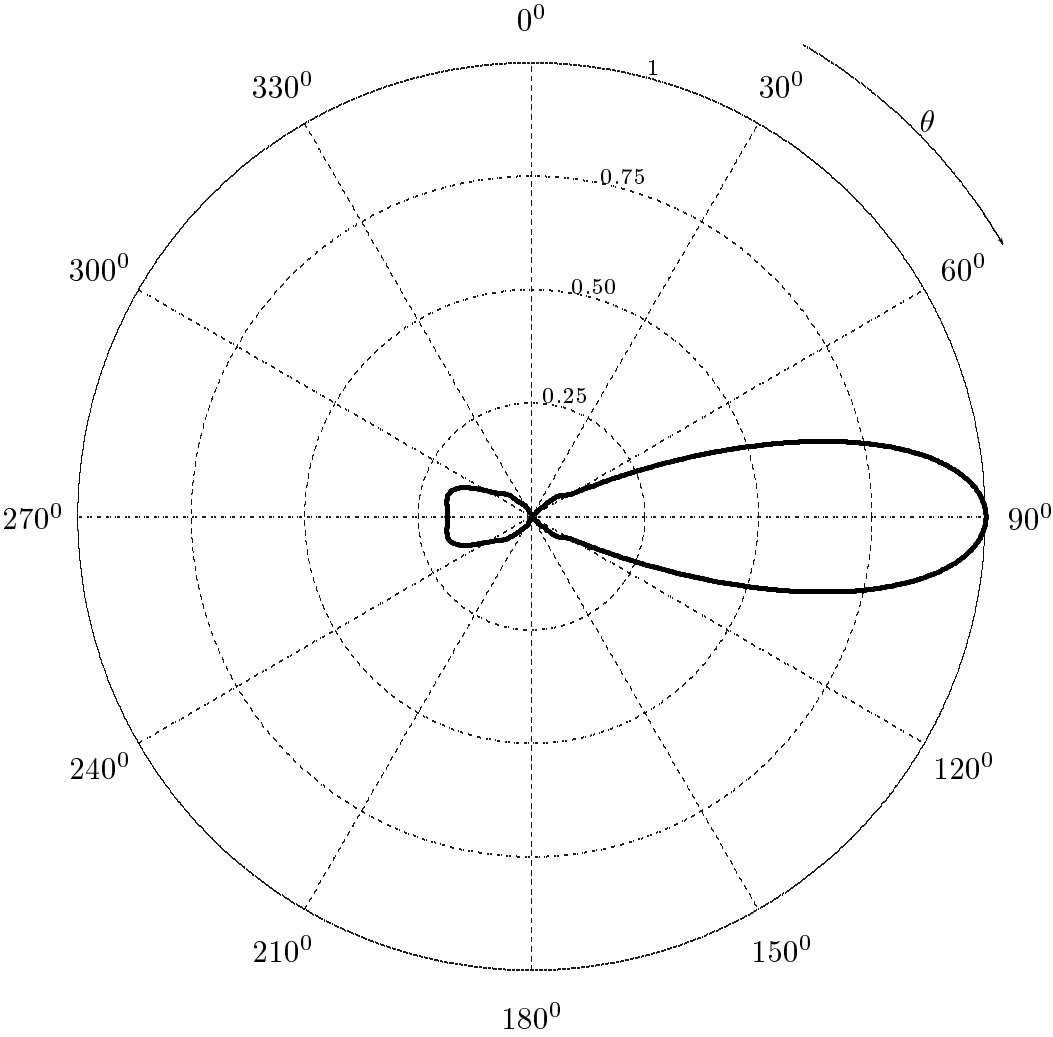
La frequenza rispetto alla quale l'antenna é stata ottimizzata é  $\nu = 2.4 \text{ GHz}$  a cui corrisponde una lunghezza d'onda relativa al vuoto  $\lambda = 12.5 \text{ cm}$ . Pertanto le dimensioni in unità di lunghezza d'onda sono:

$L_1/\lambda = 0.584$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_2/\lambda = 0.536$	Lunghezza del driver in unità $\lambda$
$L_3/\lambda = 0.488$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_4/\lambda = 0.456$	Lunghezza del direttore in unità $\lambda$
$L_5/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_6/\lambda = 0.428$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_7/\lambda = 0.424$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_8/\lambda = 0.42$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_9/\lambda = 0.416$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{10}/\lambda = 0.416$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{11}/\lambda = 0.408$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{12}/\lambda = 0.408$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{13}/\lambda = 0.408$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{14}/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{15}/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{16}/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$L_{17}/\lambda = 0.432$	Lunghezza del riflettore in unità $\lambda$
$d_1/\lambda = 0.144$	
$d_2/\lambda = 0.14$	
$d_3/\lambda = 0.188$	
$d_4/\lambda = 0.22$	
$d_5/\lambda = 0.272$	
$d_6/\lambda = 0.288$	
$d_7/\lambda = 0.312$	
$d_8/\lambda = 0.328$	
$d_9/\lambda = 0.336$	
$d_{10}/\lambda = 0.348$	
$d_{11}/\lambda = 0.368$	
$d_{12}/\lambda = 0.38$	
$d_{13}/\lambda = 0.388$	
$d_{14}/\lambda = 0.392$	
$d_{15}/\lambda = 0.408$	
$d_{16}/\lambda = 0.408$	

2.9 - Diagrammi di radiazione

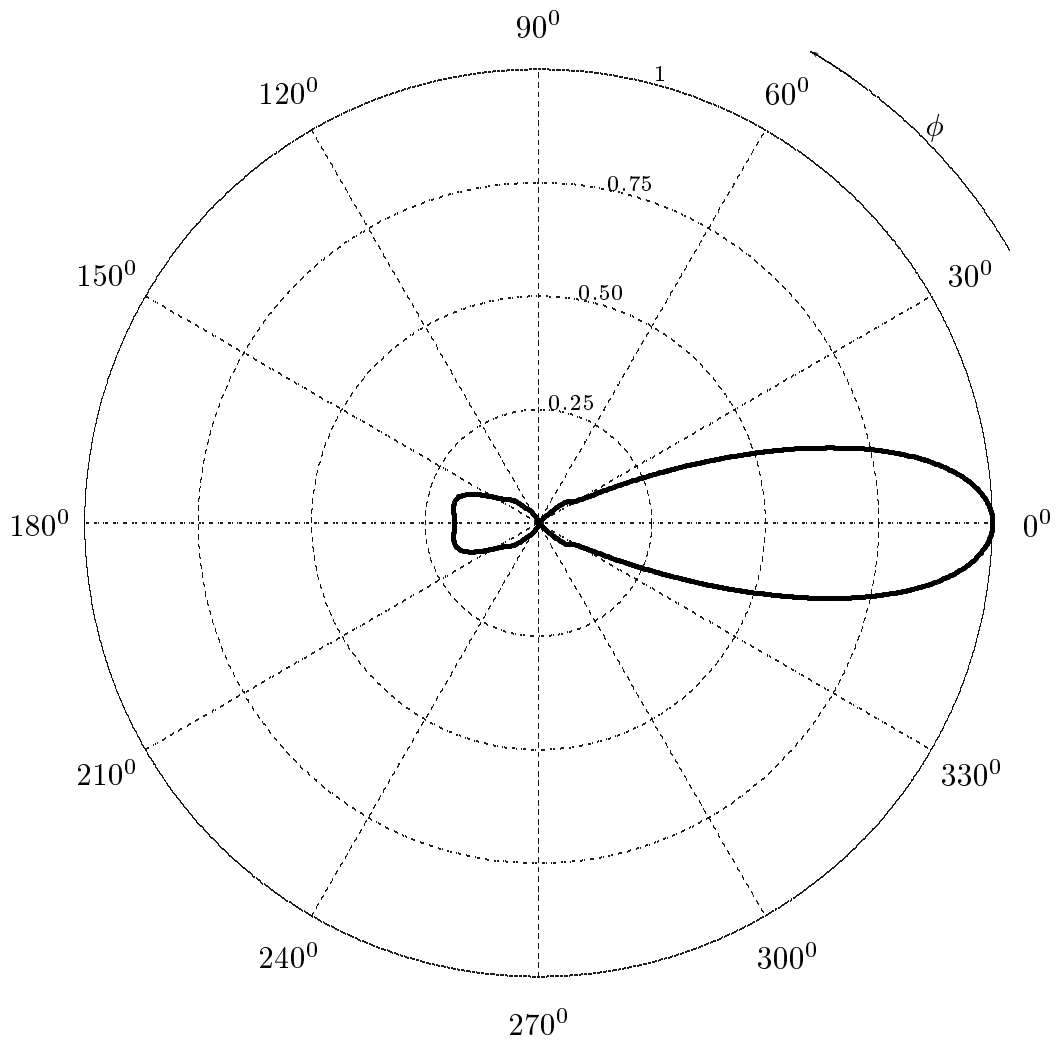
Antenna Yagi a 17 elementi

PIANO E



### Antenna Yagi a 17 elementi

#### PIANO H



## 2.10 - Programma in ambiente Matlab per antenne Yagi a diciassette elementi

### Yagi17.m

```
001 - delete(get(0,'children'))
002 - clear all
002 - %%%Le antenne sono disposte dal riflettore all'ultimo direttore e numerate
003 - %%%con lo stesso ordine da 1 (riflettore) a N (ultimo direttore).
004 - %%%La lunghezza dell'antenna e' indicata con  $L$  e la semilunghezza con
005 - %%% $l$ . Esse sono espresse in cm.
006 - %Dimensioni caratteristiche in unita' di lunghezze d'onda
007 - c=3e8; freq=2.4e9;
008 - lambdam=c/freq;%lunghezza d'onda in metri
009 - lambda=lambdam*100;%lunghezza d'onda in centimetri
010 - %Semilunghezza del primo elemento (Reflector)
011 - L1=(7.3/2)/lambda;
012 - %Semilunghezza del secondo elemento (Driver)
013 - L2=(6.7/2)/lambda;
014 - %Semilunghezza del terzo elemento (Director)
015 - L3=(6.1/2)/lambda;
016 - %Semilunghezza del quarto elemento (Director)
017 - L4=(5.7/2)/lambda;
018 - %Semilunghezza del quinto elemento (Director)
019 - L5=(5.4/2)/lambda;
020 - %Semilunghezza del sesto elemento (Director)
021 - L6=(5.35/2)/lambda;
022 - %Semilunghezza del settimo elemento (Director)
023 - L7=(5.3/2)/lambda;
024 - %Semilunghezza dell'ottavo elemento (Director)
025 - L8=(5.25/2)/lambda;
026 - %Semilunghezza del nono elemento (Director)
027 - L9=(5.2/2)/lambda;
028 - %Semilunghezza del decimo elemento (Director)
029 - L10=(5.2/2)/lambda;
030 - %Semilunghezza dell'undicesimo elemento (Director)
031 - L11=(5.1/2)/lambda;
032 - %Semilunghezza del dodicesimo elemento (Director)
033 - L12=(5.1/2)/lambda;
034 - %Semilunghezza del tredicesimo elemento (Director)
035 - L13=(5*1/2)/lambda;
036 - %Semilunghezza del quattordicesimo elemento (Director)
037 - L14=(5.4/2)/lambda;
038 - %Semilunghezza del quindicesimo elemento (Director)
039 - L15=(5.4/2)/lambda;
```

040 - %Semilunghezza del sedicesimo elemento (Director)  
041 -  $l_{16}=(5.4/2)/\lambda$ ;  
042 - %Semilunghezza del diciassettesimo elemento (Director)  
043 -  $l_{17}=(5.4/2)/\lambda$ ;  
044 - %Distanza fra l'antenna 1 (Reflector) e l'antenna 2 (Driver)  
045 -  $d_1=1.8/\lambda$ ;  
046 - %Distanza fra l'antenna 2 (Driver) e l'antenna 3 (Director)  
047 -  $d_2=1.75/\lambda$ ;  
048 - %Distanza fra l'antenna 3 (Director) e l'antenna 4 (Director)  
049 -  $d_3=2.35/\lambda$ ;  
050 - %Distanza fra l'antenna 4 (Director) e l'antenna 5 (Director)  
051 -  $d_4=2.7/\lambda$ ;  
052 - %Distanza fra l'antenna 5 (Director) e l'antenna 6 (Director)  
053 -  $d_5=3.4/\lambda$ ;  
054 - %Distanza fra l'antenna 6 (Director) e l'antenna 7 (Director)  
055 -  $d_6=3.6/\lambda$ ;  
056 - %Distanza fra l'antenna 7 (Director) e l'antenna 8 (Director)  
057 -  $d_7=3.9/\lambda$ ;  
058 - %Distanza fra l'antenna 8 (Director) e l'antenna 9 (Director)  
059 -  $d_8=4.1/\lambda$ ;  
060 - %Distanza fra l'antenna 9 (Director) e l'antenna 10 (Director)  
061 -  $d_9=4.2/\lambda$ ;  
062 - %Distanza fra l'antenna 10 (Director) e l'antenna 11 (Director)  
063 -  $d_{10}=4.35/\lambda$ ;  
064 - %Distanza fra l'antenna 11 (Director) e l'antenna 12 (Director)  
065 -  $d_{11}=4.6/\lambda$ ;  
066 - %Distanza fra l'antenna 12 (Director) e l'antenna 13 (Director)  
067 -  $d_{12}=4.75/\lambda$ ;  
068 - %Distanza fra l'antenna 13 (Director) e l'antenna 14 (Director)  
069 -  $d_{13}=4.85/\lambda$ ;  
070 - %Distanza fra l'antenna 14 (Director) e l'antenna 15 (Director)  
071 -  $d_{14}=4.9/\lambda$ ;  
072 - %Distanza fra l'antenna 15 (Director) e l'antenna 16 (Director)  
073 -  $d_{15}=5.1/\lambda$ ;  
074 - %Distanza fra l'antenna 16 (Director) e l'antenna 17 (Director)  
075 -  $d_{16}=5.1/\lambda$ ;  
076 - %Posizioni delle antenne sull'asse x  
077 -  $x_1=0$ ; %Posizione riflettore  
078 -  $x_2=x_1+d_1$ ; %Posizione driver  
079 -  $x_3=x_2+d_2$ ; %Posizione antenna 3  
080 -  $x_4=x_3+d_3$ ; %Posizione antenna 4  
081 -  $x_5=x_4+d_4$ ; %Posizione antenna 5  
082 -  $x_6=x_5+d_5$ ; %Posizione antenna 6  
083 -  $x_7=x_6+d_6$ ; %Posizione antenna 7

```

084 - x_8=x_7+d_7;%Posizione antenna 8
085 - x_9=x_8+d_8;%Posizione antenna 9
086 - x_10=x_9+d_9;%Posizione antenna 10
087 - x_11=x_10+d_10;%Posizione antenna 11
088 - x_12=x_11+d_11;%Posizione antenna 12
089 - x_13=x_12+d_12;%Posizione antenna 13
090 - x_14=x_13+d_13;%Posizione antenna 14
091 - x_15=x_14+d_14;%Posizione antenna 15
092 - x_16=x_15+d_15;%Posizione antenna 16
093 - x_17=x_16+d_16;%Posizione antenna 17
094 - l=[l_1 l_2 l_3 l_4 l_5 l_6 l_7 l_8 l_9 l_10 l_11 l_12 l_13 l_14 l_15 l_16 l_17];
095 - d=[d_1 d_2 d_3 d_4 d_5 d_6 d_7 d_8 d_9 d_10 d_11 d_12 d_13 d_14 d_15 d_16];
096 - x=[x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7 x_8 x_9 x_10 x_11 x_12 x_13 x_14 x_15 x_16 x_17];
097 - %Calcolo delle impedenze
098 - n= length(l);
099 - for j=1:n;
100 - for h=1:n;
101 - if h==j;
102 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),0.0001);
103 - else
104 - Z(j,h)=feval('impedance',l(j),l(h),abs(x(j)-x(h)));
105 - end
106 - end
107 - end
108 - V = [0; 1; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0];
109 - I = Z \ V; % Risolve l'equazione V=Z*I; il simbolo \ divide per la matrice Z
110 - k=2*pi;
111 - thetag=0.5:1:359.5;
112 - theta=thetag*pi/180;
113 - phig=0;
114 - phi=phig*pi/180;
115 - epsilon=0.1;%per evitare divergenze
116 - NTHETA=2./(2.*pi./lambdam.*sin(theta)).*(...
117 - I(1).*exp(-i.*k.*x_1.*sin(theta).*cos(phi)).*...
118 - (cos(k.*l_1.*cos(theta))-cos(k.*l_1))./sin(k.*l_1)+...
119 - I(2).*exp(-i.*k.*x_2.*sin(theta).*cos(phi)).*...
120 - (cos(k.*l_2.*cos(theta))-cos(k.*l_2))./sin(k.*l_2)+...
121 - I(3).*exp(-i.*k.*x_3.*sin(theta).*cos(phi)).*...
122 - (cos(k.*l_3.*cos(theta))-cos(k.*l_3))./sin(k.*l_3)+...
123 - I(4).*exp(-i.*k.*x_4.*sin(theta).*cos(phi)).*...
124 - (cos(k.*l_4.*cos(theta))-cos(k.*l_4))./sin(k.*l_4)+...
125 - I(5).*exp(-i.*k.*x_5.*sin(theta).*cos(phi)).*...
126 - (cos(k.*l_5.*cos(theta))-cos(k.*l_5))./sin(k.*l_5)+...
127 - I(6).*exp(-i.*k.*x_6.*sin(theta).*cos(phi)).*...

```

```

128 - (cos(k.*l_6.*cos(theta))-cos(k.*l_6))./sin(k.*l_6)+...
129 - I(7).*exp(-i.*k.*x_7.*sin(theta).*cos(phi)).*...
130 - (cos(k.*l_7.*cos(theta))-cos(k.*l_7))./sin(k.*l_7)+...
131 - I(8).*exp(-i.*k.*x_8.*sin(theta).*cos(phi)).*...
132 - (cos(k.*l_8.*cos(theta))-cos(k.*l_8))./sin(k.*l_8)+...
133 - I(9).*exp(-i.*k.*x_9.*sin(theta).*cos(phi)).*...
134 - (cos(k.*l_9.*cos(theta))-cos(k.*l_9))./sin(k.*l_9)+...
135 - I(10).*exp(-i.*k.*x_10.*sin(theta).*cos(phi)).*...
136 - (cos(k.*l_10.*cos(theta))-cos(k.*l_10))./sin(k.*l_10)+...
137 - I(11).*exp(-i.*k.*x_11.*sin(theta).*cos(phi)).*...
138 - (cos(k.*l_11.*cos(theta))-cos(k.*l_11))./sin(k.*l_11)+...
139 - I(12).*exp(-i.*k.*x_12.*sin(theta).*cos(phi)).*...
140 - (cos(k.*l_12.*cos(theta))-cos(k.*l_12))./sin(k.*l_12)+...
141 - I(13).*exp(-i.*k.*x_13.*sin(theta).*cos(phi)).*...
142 - (cos(k.*l_13.*cos(theta))-cos(k.*l_12))./sin(k.*l_12)+...
143 - I(14).*exp(-i.*k.*x_14.*sin(theta).*cos(phi)).*...
144 - (cos(k.*l_14.*cos(theta))-cos(k.*l_14))./sin(k.*l_14)+...
145 - I(15).*exp(-i.*k.*x_15.*sin(theta).*cos(phi)).*...
146 - (cos(k.*l_15.*cos(theta))-cos(k.*l_15))./sin(k.*l_15)+...
147 - I(16).*exp(-i.*k.*x_16.*sin(theta).*cos(phi)).*...
148 - (cos(k.*l_16.*cos(theta))-cos(k.*l_16))./sin(k.*l_16)+...
149 - I(17).*exp(-i.*k.*x_17.*sin(theta).*cos(phi)).*...
150 - (cos(k.*l_17.*cos(theta))-cos(k.*l_17))./sin(k.*l_17));
151 - NTHETAMAX=max(abs(NTHETA));
152 - polar(theta,(abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*sin(theta)
153 - zoom
154 - %Istruzioni per inserire i risultati in un file TEX
155 - x=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*sin(theta);
156 - y=((abs(NTHETA)./NTHETAMAX).^2).*cos(theta);
157 - B=[x;y];
158 - fid=fopen('lab2.tex','w'); fprintf(fid,'\n');
159 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f\n',B);
160 - fclose(fid);

```

---

Fine del Cap.2