



**Lezione 20**

**Antenne per Misure di EMC**

Giuseppe Pelosi - Stefano Selleri  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni  
Università di Firenze


Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. G. Pelosi, S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



**Sommario della Lezione**


- ❖ Introduzione
- ❖ Antenna Biconica
- ❖ Antenna Log-Periodica
- ❖ Altri Sensori

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. G. Pelosi, S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



Antenne per misure EMC

**Introduzione**



La FCC prevederebbe di usare un dipolo risonante per la misura di campo.

Se però desideriamo frare misure su un'ampia banda (30MHz-1GHz e più) la soluzione a dipolo risonante non è pratica.


Inoltre alla frequenza inferiore della banda (30MHz) la lunghezza d'onda è 10m e di conseguenza l'antenna sarebbe di 5m.

Per non parlare della difficoltà di fare le misure previste a quota da 1m a 4m!!!

La via più pratica è quella di usare un'antenna a **larga banda** che funzioni su tutta la gamma di frequenze di interesse.


Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

3/52



Antenne per misure EMC

**Introduzione**



La frase “che funzioni su tutta la gamma di frequenze di interesse” merita di essere spiegata


L'antenna deve:

- 1. Avere un'impedenza di ingresso ragionevolmente costante su tutta la banda**
- 2. Avere un pattern di radiazione ragionevolmente costante su tutta la banda**

La misura viene quindi effettuata utilizzando un'**antenna biconica** nel range 30-200MHz e un'**antenna log-periodica** da 200MHz a 1GHz

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze


4/52



Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

Antenne per misure EMC

## Banda di un'antenna



Intervallo di frequenze all'interno del quale l'impedenza di ingresso e il diagramma di radiazione rimangono inalterati (o almeno all'interno di specifiche fissate)

Dette:

- $f_l$  la frequenza inferiore di funzionamento
- $f_u$  la frequenza superiore di funzionamento
- $f_c$  la frequenza di centro banda (frequenza di progetto)

La larghezza di banda  $B$  di un'antenna può essere definita in due modi:


$B = 100 \times (f_u - f_l) / f_c$   
 (per antenne a larga banda)

$B = f_u / f_l$

➔  $2^N$  (in ottave)  
 ➔  $10^N$  (in decadi)

$B > 2$  ottave ➔ antenna a larga banda


$B > 3$  ottave ➔ antenna indipendente dalla frequenza



Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

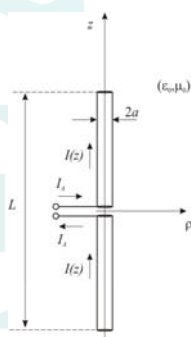
Antenne per misure EMC

## Antenne risonanti




Esiste una classe di antenne il cui comportamento è a banda strettissima (antenne risonanti):

- Dipolo a  $\lambda/2$
- Antenna marconiana
- Antenna Yagi-Uda




Per allargare la banda si aumenta lo spessore dei fili che realizzano i dipoli

Le antenne ad apertura (horn, riflettori) hanno una banda più larga poiché le correnti di equivalenza hanno un maggior numero di gradi di libertà per distribuirsi sulla struttura



Antenne per misure EMC

**Requisiti geometrici ed EM**



Il funzionamento a larga banda richiede l'utilizzo di strutture radianti che non presentano variazioni brusche nella loro geometria e la cui geometria non è definita da dimensioni lineari


Strutture con profili geometrici che variano con dolcezza presentano tipicamente un pattern di radiazione e un'impedenza d'ingresso anch'essi variabili lentamente con la frequenza.

- Strutture autoscalate
- Strutture autocomplementari
- Regione attiva

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07


Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico

Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



Antenne per misure EMC

**Requisiti geometrici ed EM**



**STRUTTURE AUTOSCALATE**

Le prestazioni EM di un'antenna rimangono invariate se le sue dimensioni elettriche non cambiano:

una qualunque antenna può essere scalata in tutte le dimensioni lineari di un fattore  $n$ , ottenendo una struttura con le stesse caratteristiche EM (impedenza d'ingresso, guadagno, pattern di radiazione, polarizzazione, ecc.), a patto che la frequenza operativa venga scalata di un fattore  $1/n$

Se una struttura è tale che scalandola rimane uguale a se stessa (da qui il nome autoscalata) ha lo stesso comportamento per qualunque frequenza operativa.

Le strutture autoscalate sono ideali poiché infinite!

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07

Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico

Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

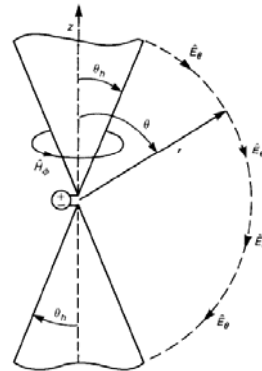
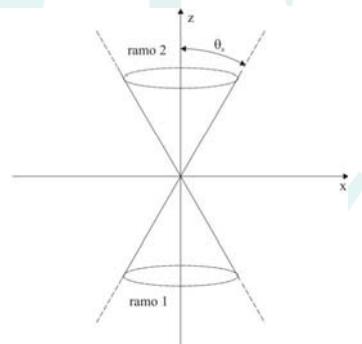


Antenne per misure EMC

## Antenna Biconica



Struttura infinita formata da due coni perfettamente conduttori opposti al vertice  
 Scalando la geometria gli angoli non variano mentre le dimensioni lineari cambiano  
 Se la struttura è infinita e definita solo da angoli la scalatura “non ha effetto” sulla geometria



Antenne per misure EMC

## Antenna Biconica



Si può supporre, data la simmetria della struttura, che i campi *non* dipendano da  $\phi$ .

Supponiamo inoltre che la struttura del campo sia

$$\mathbf{E} = E(r, \theta) \mathbf{i}_\theta$$


$$\mathbf{H} = H(r, \theta) \mathbf{i}_\phi$$

Questa scelta è plausibile in quanto soddisfa le condizioni al contorno.


Le equazioni di Maxwell, come ricorderete, dicono:

$$\nabla \times \mathbf{E} = -j\omega\mu\mathbf{H}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = j\omega\varepsilon\mathbf{E}$$



Antenne per misure EMC



---

### Antenna Biconica

---

In coordinate sferiche il rotore è

$$\nabla \times \mathbf{A} = \frac{1}{r \sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial \theta} (A_\phi \sin \theta) - \frac{\partial}{\partial \phi} A_\theta \right) \mathbf{i}_r + \frac{1}{r} \left( \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} A_r - \frac{\partial}{\partial r} (r A_\phi) \right) \mathbf{i}_\theta + \frac{1}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} (r A_\theta) - \frac{\partial}{\partial \theta} A_r \right) \mathbf{i}_\phi$$

Con l'ipotesi considerata:


$$\frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} E_\theta = 0 \Rightarrow E_\theta \text{ non dipende da } \phi$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r E_\theta) = -j\omega\mu H_\phi \Rightarrow \frac{\partial}{\partial r} (r E_\theta) = -j\omega\mu r H_\phi$$


$$\frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (H_\phi \sin \theta) = 0 \Rightarrow \frac{\partial}{\partial \theta} (H_\phi \sin \theta) = 0$$

$$-\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\phi) = j\omega\epsilon E_\theta \Rightarrow \frac{\partial}{\partial r} (r H_\phi) = -j\omega\epsilon r E_\theta$$

11/52



Antenne per misure EMC



---

### Antenna Biconica

---

Derivo la quarta e vi sostituisco la seconda

$$\frac{\partial^2}{\partial r^2} (r H_\phi) = -j\omega\epsilon \frac{\partial}{\partial r} (r E_\theta) = -\omega^2 \epsilon \mu (r H_\phi)$$

ovvero

$$\frac{\partial^2}{\partial r^2} (r H_\phi) + k^2 (r H_\phi) = 0$$

Che è un'onda in  $r$ :


$$r H_\phi = f(\theta) (A^+ e^{jkr} + A^- e^{-jkr})$$

Una  
funzione  
di  $\theta$


Onda che  
dall'infinito  
o va ai  
morsetti

Onda che  
dai  
morsetti  
va  
all'infinito

12/52



Antenne per misure EMC



**Antenna Biconica**

Quindi

$$H_\phi = f(\theta) A^- \frac{e^{-jkr}}{r}$$

Dalla terza

$$\frac{\partial}{\partial \theta} (H_\phi \sin \theta) = 0 \Rightarrow \frac{\partial}{\partial \theta} \left( f(\theta) A^- \frac{e^{-jkr}}{r} \sin \theta \right) = 0 \Rightarrow f(\theta) \sin \theta = \text{cost}$$

Quindi


$$H_\phi = A^- \frac{e^{-jkr}}{r \sin \theta}$$

E


$$E_\theta = \frac{k}{\omega \epsilon} A^- \frac{e^{-jkr}}{r \sin \theta} = \zeta_0 H_\phi$$

13/52

Compatibilità Elettromagnetica I.A. 2006-07  
 Prof. S. Sellieri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



Antenne per misure EMC



**Antenna Biconica**

L'onda è quindi TEM (i campi sono ortogonali fra loro e ortogonali alla direzione di propagazione)

Posso quindi definire tensione e corrente!

La tensione la integro su un percorso a  $r$  (e  $\phi$ ) costante

$$V = \int_{\pi-\theta_h}^{\theta_h} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \zeta_0 A^- \frac{e^{-jkr}}{r} \int_{\pi-\theta_h}^{\theta_h} \frac{1}{\sin \theta} r d\theta =$$

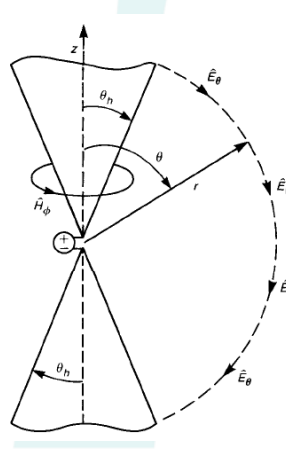
$$= \zeta_0 A^- e^{-jkr} 2 \ln(\cot(\theta_h / 2))$$

Analogamente la corrente

$$I = \int_0^{2\pi} \mathbf{H} \cdot r d\mathbf{l} = A^- \frac{e^{-jkr}}{r \sin \theta} \int_0^{2\pi} r d\phi =$$

$$= 2\pi A^- e^{-jkr}$$

14/52



Compatibilità Elettromagnetica I.A. 2006-07  
 Prof. S. Sellieri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



## Antenna Biconica



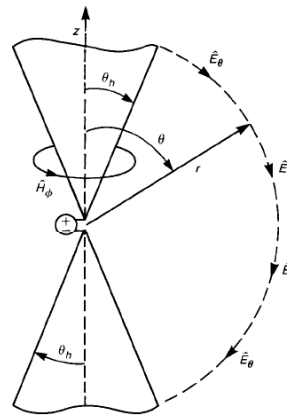
Evidentemente l'impedenza è

$$Z_0 = \frac{V}{I} = \frac{\zeta_0 A^- e^{-jkr} 2 \ln(\cot(\theta_h / 2))}{2\pi A^- e^{-jkr}} = \frac{\zeta_0}{\pi} \ln(\cot(\theta_h / 2)) = 120 \ln(\cot(\theta_h / 2))$$

Questa, oltre a essere l'impedenza della struttura guidante, valendo ovunque è anche evidentemente l'impedenza di ingresso dell'antenna.

Essa è puramente reale e indipendente dalla frequenza!

Non solo, si può dimostrare che essa è anche la resistenza di radiazione!



15/52



## Antenna Biconica



Infatti

$$\begin{aligned} P_{rad} &= \oint_S \frac{1}{2} \mathbf{E} \times \mathbf{H}^* dS = \int_0^{2\pi} \int_{\theta}^{\pi-\theta} \frac{|E_\theta|^2}{2\zeta_0} r^2 \sin\theta d\theta d\phi = \\ &= \frac{\pi}{\zeta_0} \int_{\theta}^{\pi-\theta} \left| \zeta_0 A^- \frac{e^{-jkr}}{r \sin\theta} \right|^2 r^2 \sin\theta d\theta d\phi = \\ &= \pi \zeta_0 (A^-)^2 \int_{\theta}^{\pi-\theta} \frac{1}{\sin\theta} d\theta d\phi = \\ &= \pi \zeta_0 (A^-)^2 2 \ln(\cot(\theta_h / 2)) \end{aligned}$$

Ma, per definizione

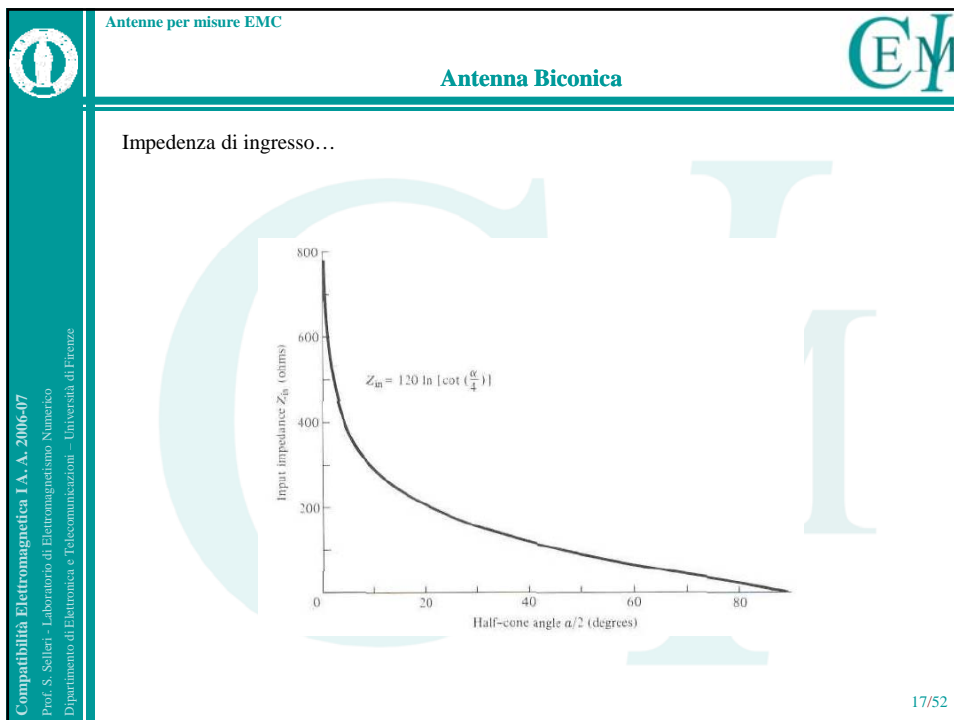
$$\begin{aligned} P_{rad} &= \frac{1}{2} |I(0)|^2 R_{rad} = \\ &= \frac{1}{2} (2\pi A^-)^2 R_{rad} \end{aligned}$$

Quindi

$$Z_{in} = R_{rad}$$

16/52





Antenne per misure EMC

CEM


### Antenna Biconica

Oltre all'impedenza anche il pattern è (teoricamente) indipendente dalla frequenza.


All'atto pratico però i coni non possono essere infiniti. Questo comporta che alla discontinuità geometrica del troncamento del cono nasca un'onda riflessa.

L'onda riflessa implica che l'impedenza d'ingresso non è più puramente reale ma presenta una parte immaginaria. Inoltre la stazionarietà che si genera implica che l'impedenza non sia più indipendente dalla frequenza.

18/52

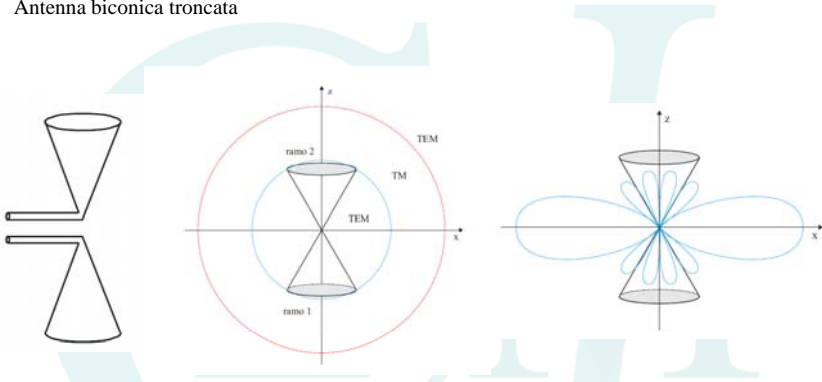


Antenne per misure EMC



## Antenna Biconica


Antenna biconica troncata




L'impedenza d'ingresso  $Z_L$  che tiene conto del troncamento è complessa:  $Z_L = R_L + jX_L$

L'impedenza dipende dalla frequenza, riducendo la larghezza di banda

19/52

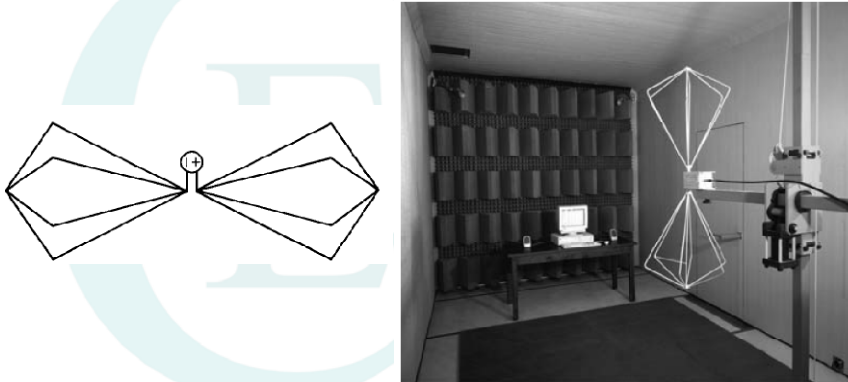


Antenne per misure EMC




## Antenna Biconica


L'antenna biconica può essere realizzata a fili



20/52



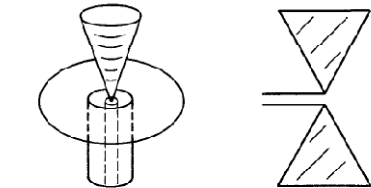
Antenne per misure EMC



---


### Antenna Biconica

Altre variazioni sul tema sono l'antenna disco-cono, che è sbilanciata e quindi non necessita di BalUn, e l'antenna a farfalla




Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

21/52



Antenne per misure EMC



---


### Requisiti geometrici ed EM

**REGIONE ATTIVA**


Nelle antenne a regione attiva la porzione di struttura che contribuisce al fenomeno radiativo è localizzata in una zona ben determinata dell'antenna

Nelle antenne a regione attiva la corrente decade man mano che ci si allontana dall'alimentazione, finché si raggiunge un punto a partire dal quale la corrente diventa di ampiezza trascurabile e in corrispondenza di tale zona può essere effettuato il troncamento della struttura senza perturbare le caratteristiche EM dell'antenna

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze



Antenne per misure EMC



## Antenna Log-Periodica


Per ottenere un'antenna a larga banda si può utilizzare una struttura *autoscalata* e a *regione attiva*, in modo da mantenere tutti i vantaggi dell'autoscalatura, ma svincolandosi dal problema delle dimensioni infinite

In questo modo al variare della frequenza vi sarà sempre una zona dell'antenna deputata alla radiazione, e questa zona avrà sempre la stessa forma e le stesse "condizioni al contorno"


L'autoscalatura tramite un coefficiente implica che anche le caratteristiche elettriche risultino scalate di tale coefficiente e presentino una periodicità logaritmica rispetto alla frequenza: da qui il nome di *Antenne Log-Periodiche*

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

23/52



Antenne per misure EMC



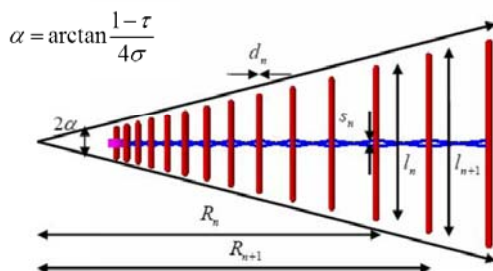
## Antenna logaritmo-periodica ad array di dipoli

Geometria


Fattore di scala  $\frac{1}{\tau} = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{R_{n+1}}{R_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = \frac{s_{n+1}}{s_n}$

Fattore di spaziatura  $\sigma = \frac{R_{n+1} - R_n}{2l_{n+1}}$


$\alpha = \arctan \frac{1 - \tau}{4\sigma}$



Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

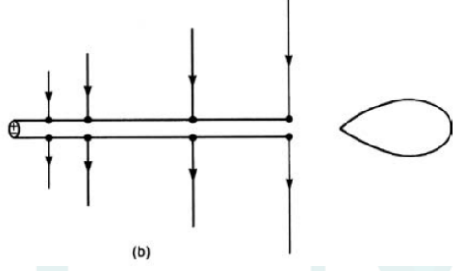


Antenne per misure EMC



### Antenna Log-Periodica

Il metodo più intuitivo di alimentazione è




(b)

Ma non funziona bene!


Infatti l'onda, viaggiando da sinistra a destra alimenta i dipoli con una fase tale per cui la radiazione complessiva dovrebbe avere un massimo a destra.

La mutua interazione tra i dipoli è però alta, poiché essi sono vicini, e l'effetto delle correnti indotte sarebbe quello di avere un massimo di radiazione a sinistra!

25/52

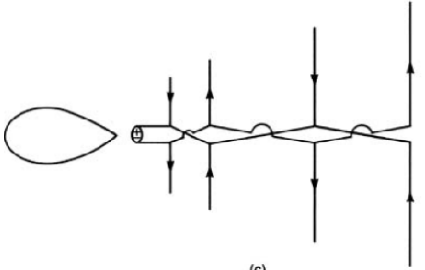


Antenne per misure EMC



### Antenna Log-Periodica


Per farla funzionare...



(c)


Questo mette in "controfase" i dipoli e il massimo di radiazione sia per le correnti impresse che per quelle indotte è a sinistra!

26/52



Antenne per misure EMC

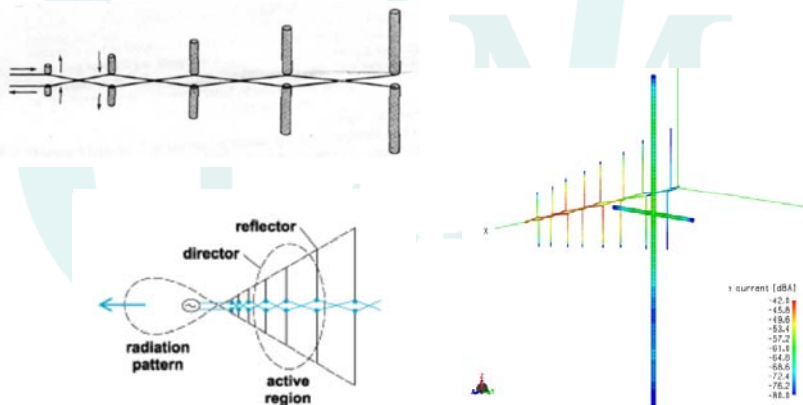
**Antenna logaritmo-periodica ad array di dipoli**




Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

Regione attiva e pattern di radiazione


La connessione diretta di tutti i dipoli tramite una linea di trasmissione criss-cross fa sì che l'alimentazione fra due elementi adiacenti presenti una differenza di fase di  $180^\circ$  ai terminali di ogni dipolo garantendo in tal modo la radiazione end-fire nella direzione degli elementi più corti





Antenne per misure EMC

**Antenna Log-Periodica**



Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
Prof. S. Selleri - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

Con Auto-BalUn..

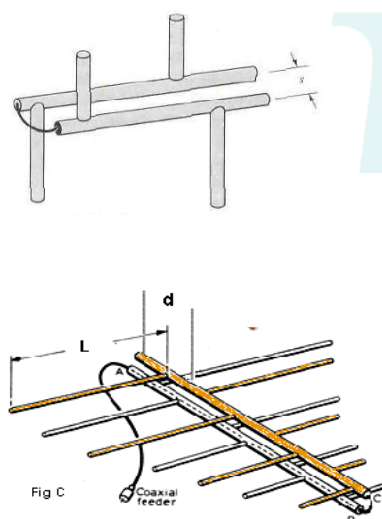


Fig C

28/52

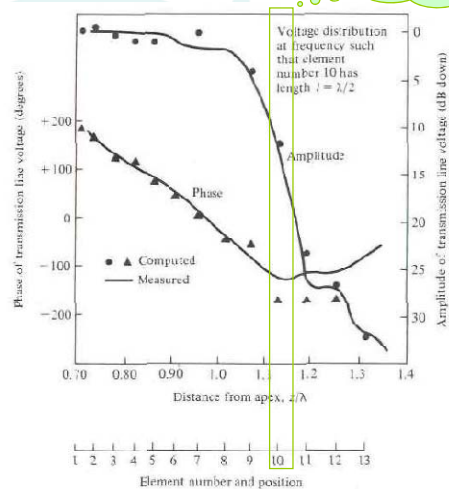


Antenne per misure EMC

## Antenna Log-Periodica



In effetti vi è una regione attiva!

Il dipolo 10 è  
mezza lunghezza  
d'onda

29/52

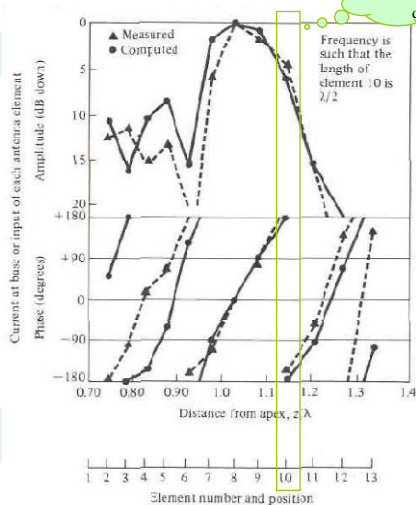


Antenne per misure EMC

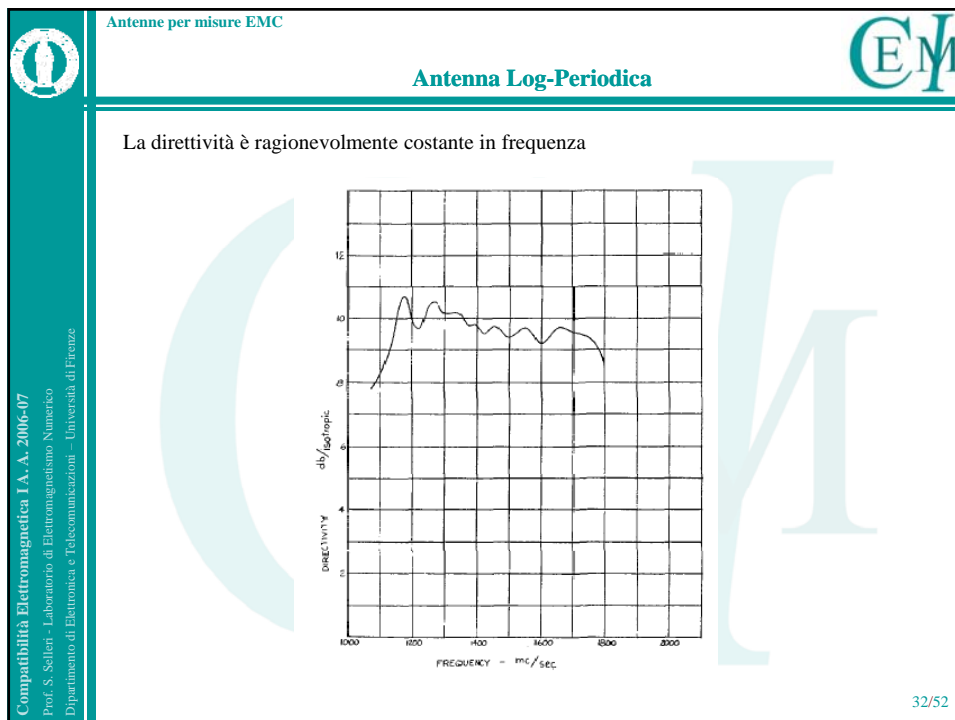
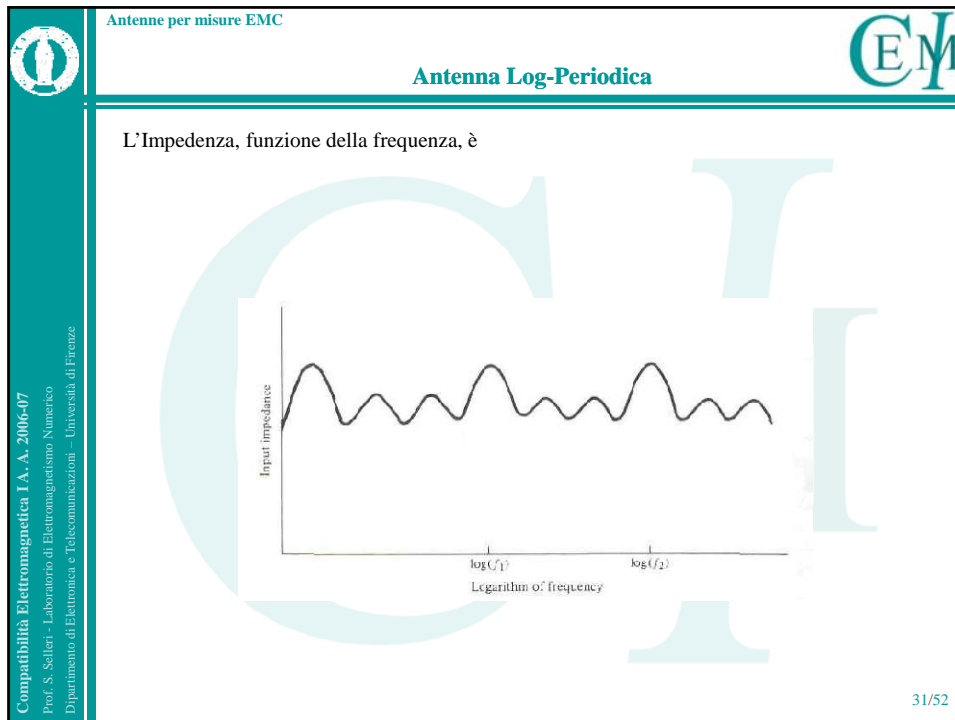
## Antenna Log-Periodica



In effetti vi è una regione attiva!

Il dipolo 10 è  
mezza lunghezza  
d'onda

30/52



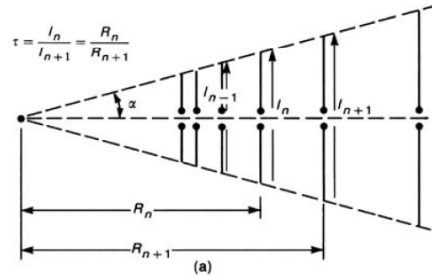




## Antenna Log-Periodica



Possiamo inoltre definire un fattore di spaziatura



$$\sigma = \frac{R_{n+1} - R_n}{2l_{n+1}}$$

Mentre l'angolo è

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{1 - \tau}{4\sigma} \right)$$

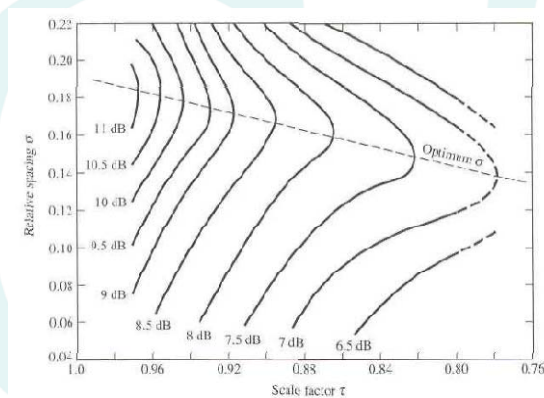
33/52



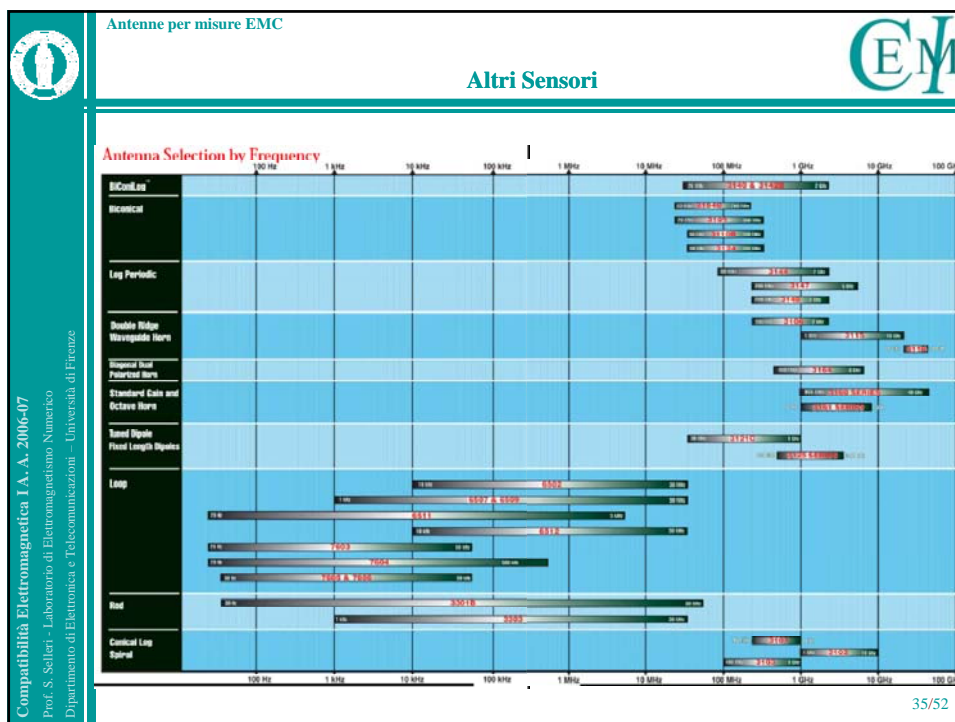
## Antenna Log-Periodica



Vi è una spaziatura ottima, relativamente alla direttività



34/52




Antenne per misure EMC

Altri Sensori


CEM

Sensore di Campo	Campo di frequenza	Portata
Electric Field Probe EP-106	100 kHz - 1000 MHz	0.05 - 50 V/m
Electric Field Probe EP-300	100 kHz - 3 GHz	0.1 - 300 V/m
Electric Field Probe EP-330	100 kHz - 3 GHz	0.3 - 300 V/m
Electric Field Probe EP-301	100 kHz - 3 GHz	1 - 1000 V/m
Electric Field Probe EP-183	1 MHz - 18 GHz	0.8 - 600 V/m
Electric Field Probe EP-408	1 MHz - 40 GHz	0.8 - 600 V/m
Electric Field Probe EP-44M	100 kHz - 600 MHz	0.25 - 250 V/m
Electric Field Probe EP-33M	700 MHz - 3 GHz	0.3 - 300 V/m
Electric Field Probe EP-33A	925 MHz - 960 MHz	0.03 - 30 V/m
Electric Field Probe EP-33B	1805 MHz - 1880 MHz	0.03 - 30 V/m
Electric Field Probe EP-33C	2170 MHz - 2170 MHz	0.03 - 30 V/m
Magnetic Field Probe HP-332	0.1 - 30 MHz	0.01 - 20 A/m
Magnetic Field Probe HP-102	30 - 1000 MHz	0.01 - 20 A/m
Magnetic Field Probe HP-350	10 Hz - 5 kHz	10 nT - 40 $\mu$ T
Magnetic Field Probe HP-351	10 Hz - 5 kHz	60 nT - 200 $\mu$ T
Electric and Magnetic Field Analyzers EHP50A/B/C	5 Hz - 100 kHz	A 100 mV/m - 100 kV/m 10 nT - 10 mT B/ 10 mV/m - 100 kV/m C 1 nT - 10 mT

36/52




Antenne per misure EMC



### Altri Sensori

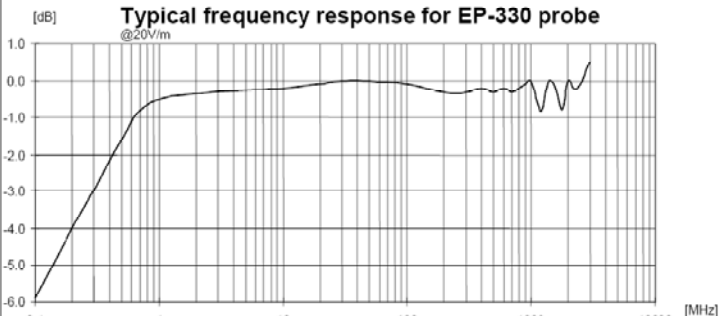
#### ELECTRIC FIELD PROBE EP-330

Campo di frequenza	100 kHz - 3 GHz
Portata	0,3 - 300 V/m
Sovraccarico	> 600 V/m
Dinamica	> 60 dB
Risoluzione	0,01 V/m
Sensibilità	0,3 V/m
Errore assoluto @ 50 MHz e 20 V/m	± 0,8 dB
Piattezza (10 - 300 MHz)	± 0,5 dB
Piattezza (3 MHz - 3 GHz)	± 1,5 dB
Isotropicità	± 0,8 dB (Tipico ± 0,5dB @ 930 e 1800 MHz)




#### Typical frequency response for EP-330 probe

@20V/m




Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze


37/52



Antenne per misure EMC



### Altri Sensori



Probe EF0301	Electric (E-)Field	
Frequency range <sup>(1)</sup>	100 kHz to 3 GHz	
Type of frequency response	Flat	
Measurement range	0.2 to 320 V/m (CPI) 0.2 to 10 V/m (True RMS)	10 nW/cm² to 27 mW/cm² (CW) 10 nW/cm² to 0.027 mW/cm² (True RMS)
Dynamic range	64 dB	
CW damage level	800 V/m	170 mW/cm²
Peak damage level <sup>(2)</sup>	8 kV/m	17 W/cm²
Sensor type	Diode based system	
Directivity	Isotropic (Tri-axial)	
Readout mode / spatial assessment	3 separate axes	
<b>UNCERTAINTY</b>		
Flatness of frequency response <sup>(3)</sup>	±1 dB (1 MHz to 1 GHz)	
Calibration uncertainty <sup>(4)</sup>	±1.25 dB (1 GHz to 2.45 GHz)	
Calibration uncertainty <sup>(5)</sup>	±1 dB (<400 MHz) ±1.5 dB (400 MHz to 1.8 GHz) ±1 dB (≥ 1.8 GHz)	
Linearity	±0.5 dB (1.2 to 200 V/m) ±0.7 dB (200 to 320 V/m)	
Isotropic response <sup>(6)</sup>	±0.5 dB (0.00038 to 10.6 mW/cm²) ±0.7 dB (10.6 to 27 mW/cm²)	
Temperature response	±1 dB -0.2/-1 dB (±0.025 dB/K)	
<b>GENERAL SPECIFICATIONS</b>		
Calibration frequencies	0.1/0.2/0.3/1/3/10/27/12 MHz 0.1/0.2/0.3/0.5/0.75/1/1.8/2.45/2.7/3 GHz	
Recommended calibration interval	24 months	
Temperature range	Operating: 0 °C to +50 °C Non operating (transport): -40 °C to +70 °C	
Humidity	5 to 95 % RH @ <25 °C <93 g/m³ absolute humidity	
Size	318 mm x 65 mm Ø	
Weight	90 g	
Compatibility	NBM-500 series meters	

Compatibilità Elettromagnetica I.A. A. 2006-07  
 Prof. S. Sellari - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni - Università di Firenze

38/52



Antenne per misure EMC



## Altri Sensori



Sensor Type  
Detection  
Dynamic Range  
Resolution  
Readout Units  
Frequency Response  
Accuracy

Isotropic Deviation  
Linearity  
Probe Response Time  
Overload Withstand

Physical Interface

Operating Range

Operating Time

Battery

Battery Charger

Dimensions

Mounting

Weight

Electric Field

Isotropic (X, Y and Z Axis Readings)

0.5 – 800 V/m (&gt;64 dB, Single Range)

0.01 V/m

V/m,  $V^2/m^2$ ,  $mW/cm^2$ 

100 kHz – 6 GHz

 $\pm 1$  dB from 25 MHz – 2 GHz $\pm 0.5$  dB at Calibration Frequencies $\pm 0.5$  dB $\pm 0.5$  dB

5 msec (typical)

&gt;1500 V/m Continuous Field

Duplex Optical Fiber (200 micron multimode)

FSMA Connectors

10°C to 40°C

5% to 95% Relative Humidity, Non-Condensing

10 Hours Continuous Use

Rechargeable NiMH

100-240 VAC Universal Input

2 Hour Charge Time from Fully-Depleted Battery

32mm x 32mm x 32mm Cubical Housing

43mm Sensor Protection Caps

1/4-20 UNC Internal Thread

80g