

# **STRUMENTAZIONE DI MISURA**

## **Corso di Bioelettromagnetismo**

A.A. 2022/2023

*V 1.0*

# Misure dei campi e.m. - problematiche

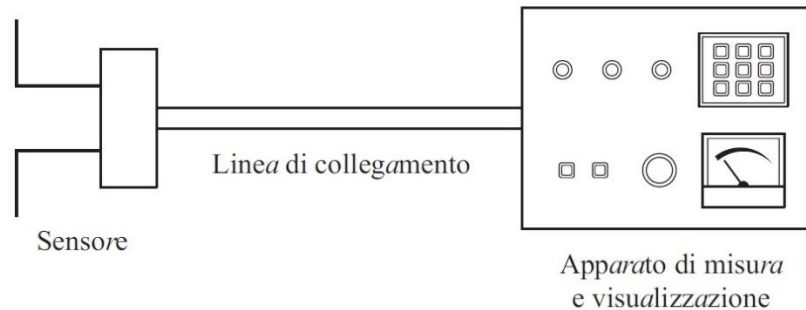
In linea di principio la misura dell'intensità dei campi e.m. è una operazione semplice, supponendo di poter disporre di strumentazione adeguata:

- si pone il sensore nel punto in cui si vuole eseguire la misura
- si legge sullo strumento ad esso collegato l'intensità del campo presente

In realtà ci sono vari fattori che rendono non banale l'operazione di misura:

- disponibilità di sensori adatti alla frequenza, all'intensità ed al tipo di campo
- distribuzione complessa del campo (zona di Fresnel, interferenti, riflessioni)
- perturbazioni dovute all'attrezzatura e all'operatore stessi
- scarsa affidabilità di certa strumentazione commerciale

# Conformazione generale degli apparati di misura



A seconda della distanza dalla sorgente si dice che si è nella regione:

- di campo vicino, detta anche zona dei campi reattivi ( $r \ll \lambda$ )
- di campo lontano
  - se  $\lambda$  è comparabile o maggiore della dimensione dell'antenna
    - zona di radiazione ( $r \gg \lambda$ )
  - se  $\lambda$  è piccola rispetto alla dimensione dell'antenna
    - zona di Fraunhofer ( $r \gg L^2 / \lambda$ )
    - zona di Fresnel (compresa tra la zona dei campi reattivi e  $r \approx L^2 / \lambda$ )

# Formule valide nella regione di Fraunhofer (zona di radiazione)

Per ogni antenna (sensore) posta nella regione di Fraunhofer vale:

$$A_{eff} = \frac{\lambda^2 G}{4\pi}$$

ma per la definizione di area efficace:

$$A_{eff} = \frac{P_{mis}}{W_i}$$

la densità di potenza  $W_i$  è legata al campo elettrico incidente secondo la relazione:

$$W_i = \frac{|\vec{E}_i|^2}{2\eta_0}$$

si ottiene quindi la relazione tra campo elettrico (in rms) incidente e potenza misurata dallo strumento:

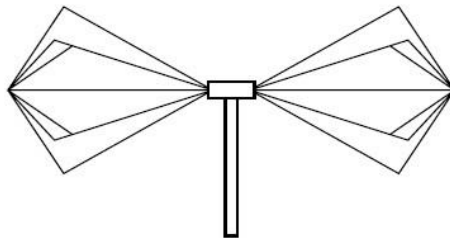
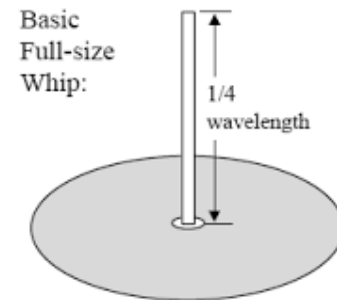
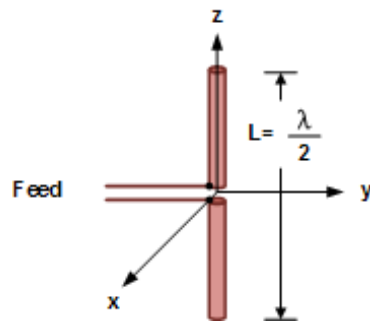
$$|\vec{E}_i|_{rms} = \sqrt{\frac{P_{mis}}{\lambda^2 G} 4\pi\eta_0}$$

Nota: per l'antenna di misura serve il valore del guadagno G in funzione della frequenza

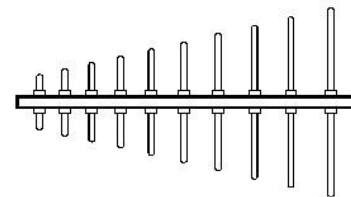
# Sensori per la zona di radiazione

I sensori (le antenne) possono essere:

- a banda stretta (antenna filiformi a mezz'onda o monopoli a quarto d'onda)
- a banda larga (antenna biconica, antenna log-periodica)



Antenna biconica

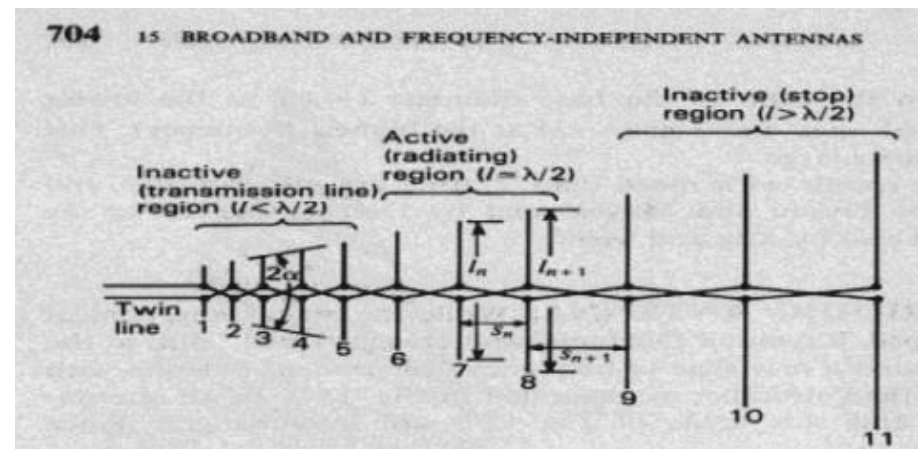
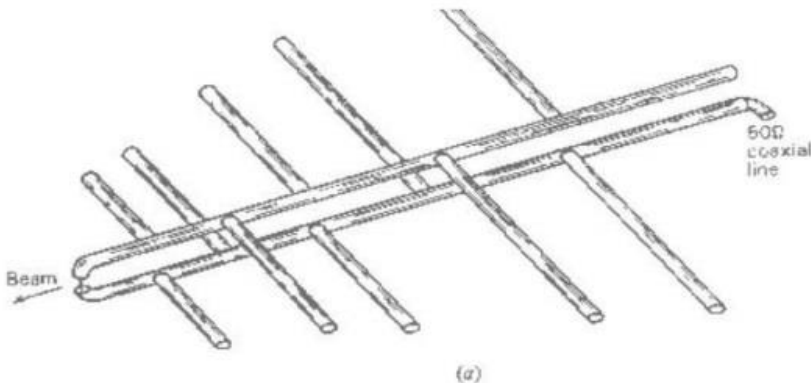


Antenna log. Periodica

# L'antenna log-periodica a dipoli

Questo tipo di antenna consiste in una schiera di dipoli risonanti non tutti contemporaneamente attivi relativamente ad una specifica frequenza di lavoro

Essa è tipicamente una antenna a larga banda, con un buon rapporto avanti-indietro ed un guadagno moderato (tipicamente 11 dB)

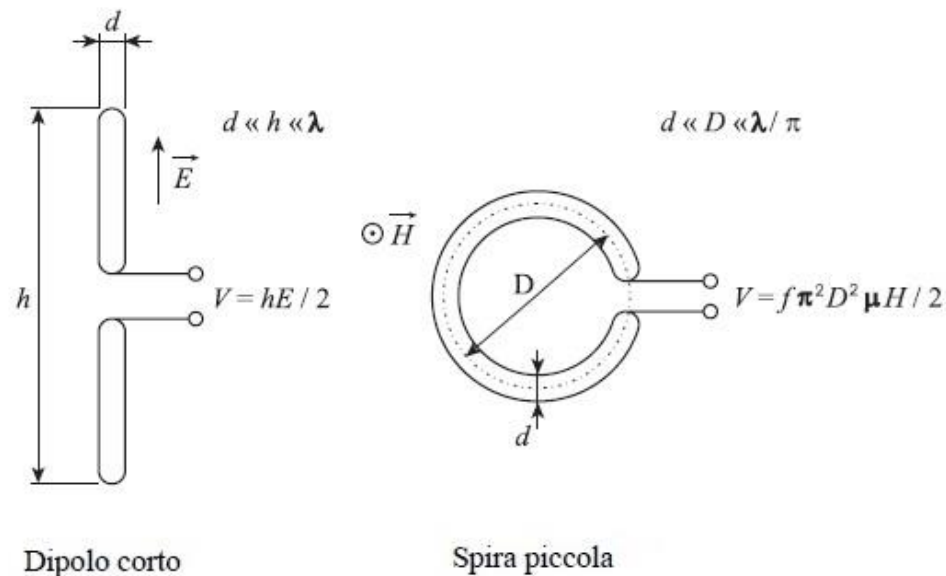


L'alimentazione «incrociata» fa sì che un dipolo attivo alla frequenza data «veda» quello adiacente più lungo come un «riflettore» (si dimostra)

Questa antenna (si dimostra) presenta un andamento delle caratteristiche radiative in frequenza periodico secondo una legge logaritmica (da cui il nome log-periodica)

# Sensori per la zona dei campi reattivi

Alle basse frequenze i campi elettrico e magnetico possono considerarsi indipendenti



Queste sonde sono poco sensibili e a banda stretta

Sono inoltre sensibili alla sola polarizzazione rettilinea

# Sensori commerciali

Sonda log-periodica

**AARONIA AG**  
www.aaronia.de

German French  
Spanish Korean  
Portuguese

Spectrum Analyzers Antennas Signal Generators Shielding GPS Logger Solutions Software Downloads About us News Forum Shop

Position: Home » Products » Antennas

**DC - 40GHz**

**World's largest selection of Form Factors**

**ANTENNAS**

**Near Field Probes & RF Sniffer**

**PBS 1**  
Passive high performance RF Field Probes with very wide frequency range up to 9GHz. High accuracy. Integrated tripod connection for perfect adjustment.  
€ 1,498.00\*

**PBS 2**  
Active high performance E & H Near Field Probes incl. 40dB EMC RF preamplifier with wide frequency range up to 9GHz. High accuracy. Integrated probe tripod connection for perfect adjustment.  
€ 2,498.00\*

**Isotropic Antennas**

**OmniLOG 90200**  
Excellent cost effective omni directional antenna for radial isotropic measurements from 700MHz to 2.5GHz e.g. RF sources like LTE, GSM, UMTS, 3G, WLAN/WiFi etc.  
€ 99.95\*

**OmniLOG 70600**  
Ultra-wideband antenna. Advancement of the OmniLOG 90200 with extended frequency range of 680MHz - 6GHz.  
€ 249.95\*

**OmniLOG 30800**  
Ultra-wideband antenna. Advancement of the OmniLOG 70600 with extended frequency range of 300MHz - 8GHz.  
€ 599.95\*

Sonda bi-conica

Sonda tri-assiale