

**Addendum B al Formulario  
di  
Linee di Trasmissione e Campi  
Elettromagnetici**

Versione B4.0.2(1.0) - Aprile 2003

## Sorgenti in guida

Data una distribuzione di sorgenti elettriche ( $\underline{J}$ ) e magnetiche ( $\underline{M}$ ):

$$\begin{aligned}\underline{J} &= \underline{J}_t(\underline{\rho}, z) + \hat{z}J_z(\underline{\rho}, z) \\ \underline{M} &= \underline{M}_t(\underline{\rho}, z) + \hat{z}M_z(\underline{\rho}, z)\end{aligned}$$

i generatori equivalenti modali sono:

$$\begin{aligned}\overset{\circ}{v}_i(z) &= \langle \underline{M}(\underline{\rho}, z), \underline{h}_i(\underline{\rho}) \rangle + Z_{ti}^* \langle J_z(\underline{\rho}, z), e_{zi}(\underline{\rho}) \rangle \\ \overset{\circ}{i}_i(z) &= \langle \underline{J}_t(\underline{\rho}, z), \underline{e}_i(\underline{\rho}) \rangle + Y_{ti}^* \langle M_z(\underline{\rho}, z), h_{zi}(\underline{\rho}), \rangle\end{aligned}$$

dove:

$$\langle \underline{A}(\underline{\rho}), \underline{B}(\underline{\rho}) \rangle = \int_0^a dx \int_0^b dy \underline{A}(x, y) \cdot \underline{B}^*(x, y)$$

## Irradiazione in campo lontano

Espressione dei campi elettrico  $\underline{E}(\underline{P})$  e magnetico  $\underline{H}(\underline{P})$  nella regione di campo lontano irradiati da una distribuzione di sorgenti (elettriche  $\underline{J}$  e magnetiche  $\underline{M}$ ) centrate nell'origine  $\underline{Q}$ :

$$\begin{aligned}\underline{E}(\underline{P}) &= jk_0 g(r) [Z_0 \hat{r} \times (\hat{r} \times \underline{N}(\theta, \varphi)) + \hat{r} \times \underline{L}(\theta, \varphi)] \\ \underline{H}(\underline{P}) &= -jk_0 g(r) [\hat{r} \times \underline{N}(\theta, \varphi) + Y_0 \hat{r} \times (\hat{r} \times \underline{L}(\theta, \varphi))]\end{aligned}$$

con:

$$g(r) = \frac{e^{-jk_0 r}}{4\pi r}$$

$$\underline{N}(\theta, \varphi) = \int \underline{J}(\underline{r}') e^{jk_0 \hat{r} \cdot \underline{r}'} dV', \quad dV' = dx' dy' dz'$$

$$\underline{L}(\theta, \varphi) = \int \underline{M}(\underline{r}') e^{jk_0 \hat{r} \cdot \underline{r}'} dV'$$

$\underline{r}$ : posizione del punto di osservazione

$r = |\underline{P} - \underline{Q}|$ : distanza tra la sorgente ed il punto di osservazione (m)

$\hat{r} = (\underline{P} - \underline{Q})/r$ , direzione del punto di osservazione  $\underline{P}$  vista dall'antenna in  $\underline{Q}$ .

$\theta, \varphi$ : angoli individuanti la direzione  $\hat{r}$ , i.e. angoli sotto cui è visto il punto di osservazione  $\underline{P}$  nel sistema di riferimento dell'antenna

$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$  ( $\text{m}^{-1}$ ) con  $\lambda = c/f$ : lunghezza d'onda (m) essendo  $c$ : velocità della luce ( $\text{ms}^{-1}$ ) e  $f$ : frequenza (Hz)

$Z_0$ : impedenza caratteristica dello spazio libero ( $\Omega$ ), ( $Z_0 = 120\pi \simeq 377 \Omega$ )

$Y_0 = 1/Z_0$

## Antenne filari

(diametro della sezione trasversale  $\ll \lambda$ ,  $\underline{M} = 0$ )

### Caso generale

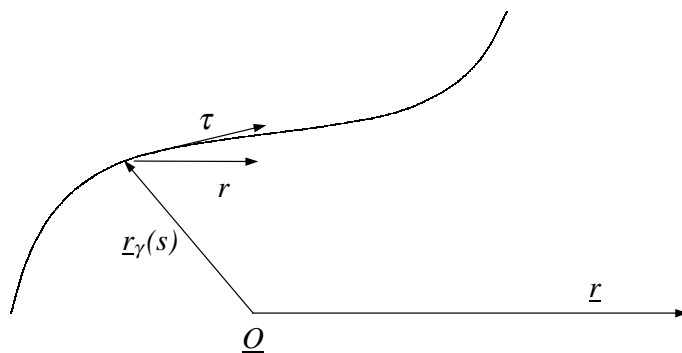
$$\underline{N}(\theta, \varphi) = \int_{l_1}^{l_2} ds \hat{\tau}(s) I(s) e^{jk_0 \hat{r} \cdot \underline{r}_\gamma(s)}$$

con:

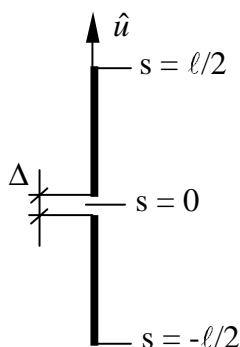
$I(s)$ : corrente che scorre nel filo;

$\underline{r}_\gamma(s)$ : funzione vettoriale che descrive i punti della curva

$\hat{\tau} = \hat{\tau}(s)$ : versore tangente alla curva nel punto  $s$



### Antenna rettilinea (dipolo)

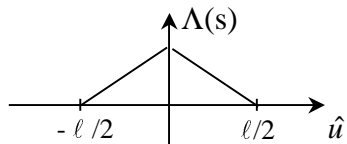


$$\Delta \ll \lambda$$

$$\underline{N}(\theta, \varphi) = \int_{-\ell/2}^{\ell/2} ds I(s) e^{j\xi s}$$

con  $\xi(\theta, \varphi) = k_0(\hat{r}(\theta, \varphi) \cdot \hat{u})$

- Dipolo corto



$$l \ll \lambda$$

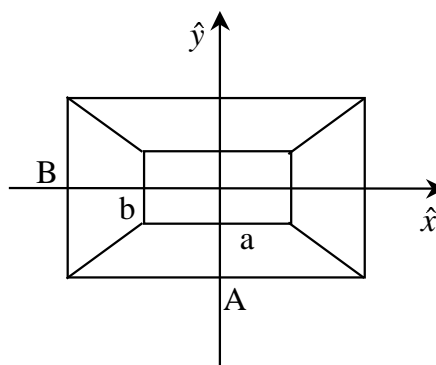
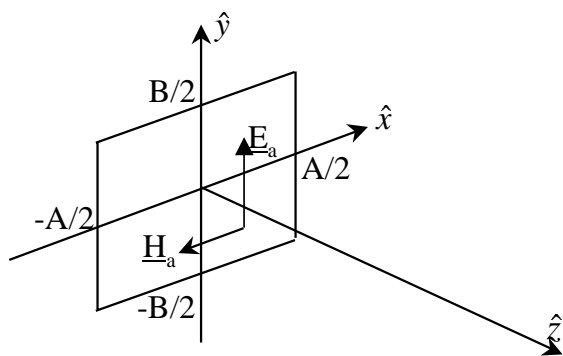
$$I(s) \simeq I_a \Lambda\left(\frac{s}{l}\right)$$

$$\underline{N}(\theta, \varphi) = \hat{u} I_a \frac{l}{2}$$

- Dipolo a  $\lambda/2$

$$I(s) \simeq I_a \cos\left(\frac{\pi s z}{l}\right), \quad |s| \leq l$$

## Antenna a tromba



### Campo irradiato .

Tromba rettangolare alimentato in  $TE_{10}$ :

$$\underline{e}(\theta, \varphi) = jE_0 \frac{4A_{geo}}{\lambda} (1 + \cos \theta) F(\theta, \varphi) \hat{p}(\theta, \varphi)$$

con:

$$\hat{p}(\theta, \varphi) = \hat{\theta} \sin \varphi + \hat{\varphi} \cos \varphi : \text{versore di polarizzazione}$$

$$F(\theta, \varphi) = F_H \left( \frac{\pi A}{\lambda} \sin \theta \cos \varphi \right) F_E \left( \frac{\pi B}{\lambda} \sin \theta \sin \varphi \right)$$

essendo

$$- F_H(u) = \frac{\cos(u)}{1 - \left(\frac{2}{\pi}u\right)^2}$$

$$- F_E(u) = \text{sinc}(u)$$

$A_{geo} = AB$ : area geometrica della apertura

$E_0$ : campo massimo sull'apertura

### Efficienza d'apertura

$$\nu = 0.81$$

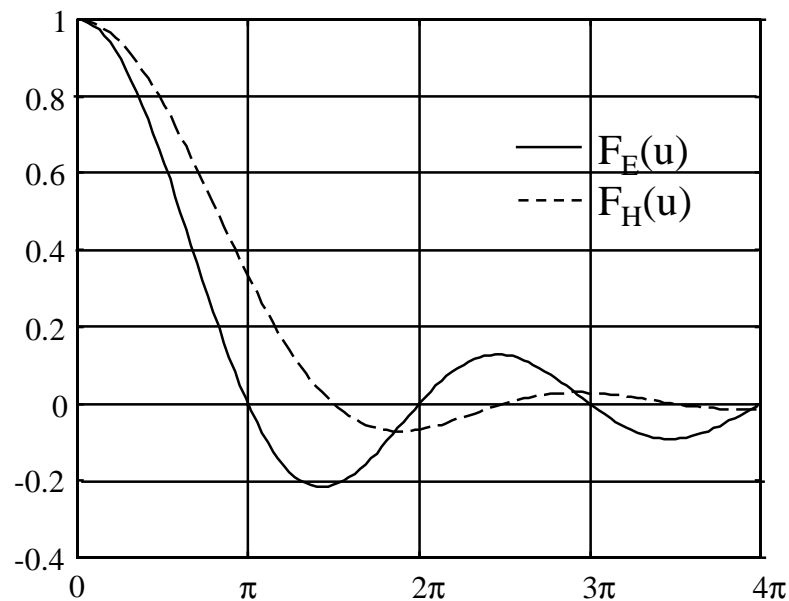
### Diagramma d'irradiazione

Piano x,z ( $\varphi = 0, \pi$ ) → **piano H**

Il diagramma di irradiazione ha:

$$\text{Primo zero} \rightarrow \sin \theta_{I_{zero}} = \frac{3\lambda}{2A}$$

$$\text{angolo a -3 dB} \rightarrow \sin \theta_{-3dB} = 1.87 \frac{\lambda}{A\pi}$$



Piano y,z ( $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$ ) → **piano E**

Il diagramma di irradiazione ha:

$$\text{Primo zero} \rightarrow \sin \theta_{I_{zero}} = \frac{\lambda}{B}$$

$$\text{angolo a -3 dB} \rightarrow \sin \theta_{-3dB} = 1.39 \frac{\lambda}{B\pi}$$