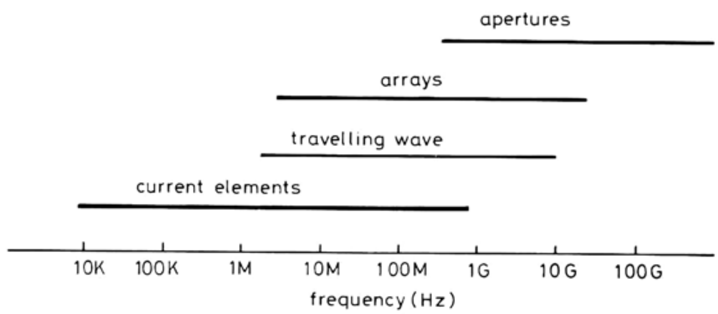
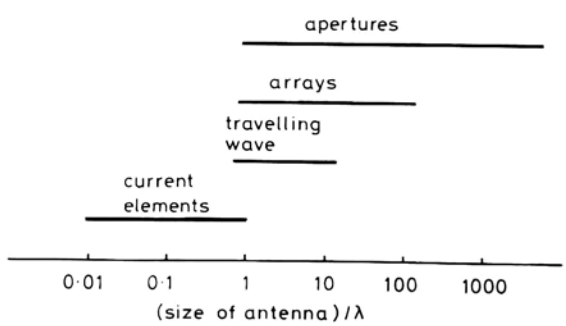
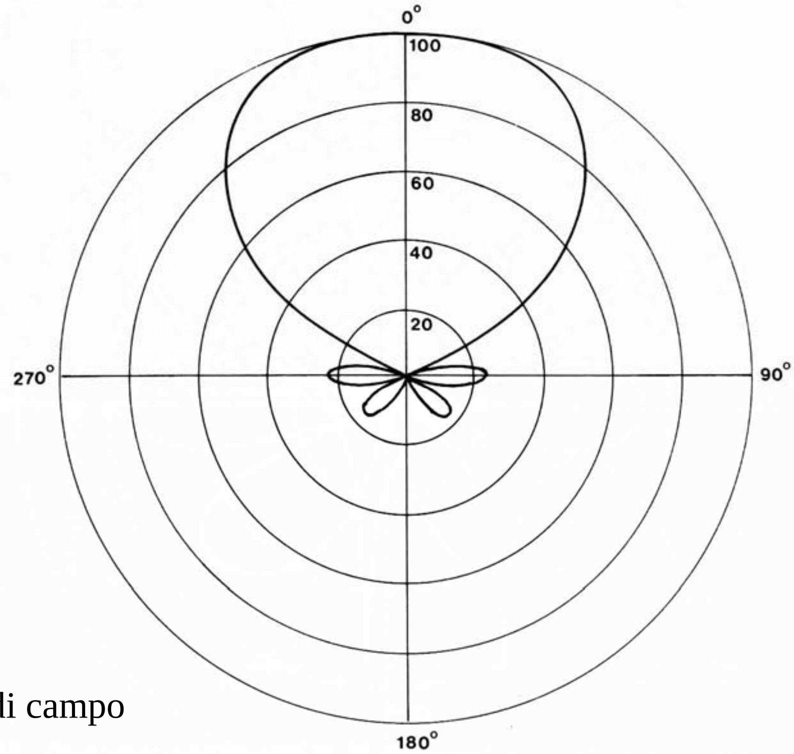
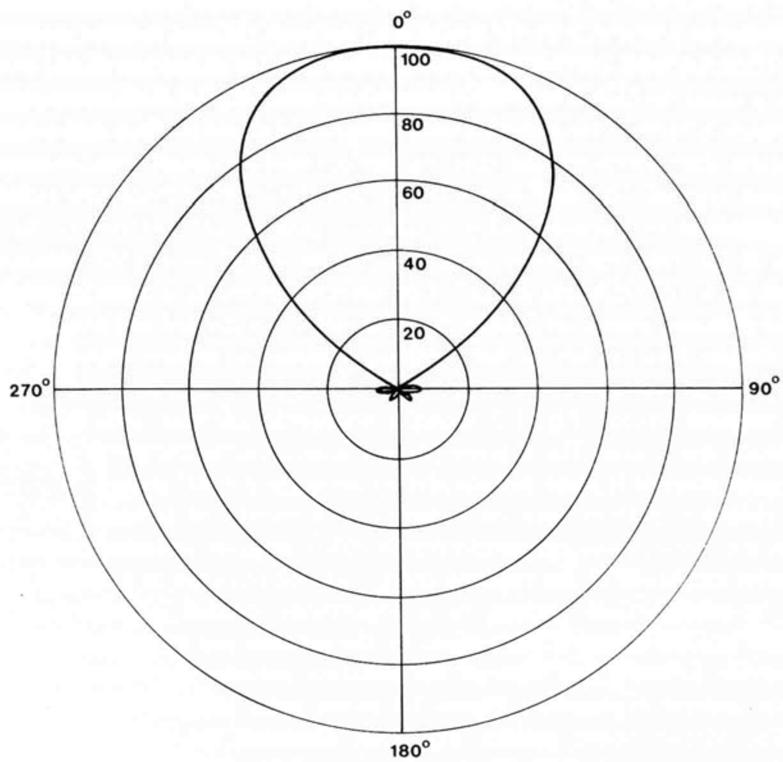

apertures
arrays
travelling wave
current elements
10K
100K
1M
10M
100M
1G
10G
100G
frequency (Hz)


apertures
arrays
travelling
wave
current
elements
0·01
0·1
1
10
100
1000
(size of antenna)/λ

diagrammi di radiazione polari



intensità di campo



potenza

a

diagramma di radiazione polare (dB)

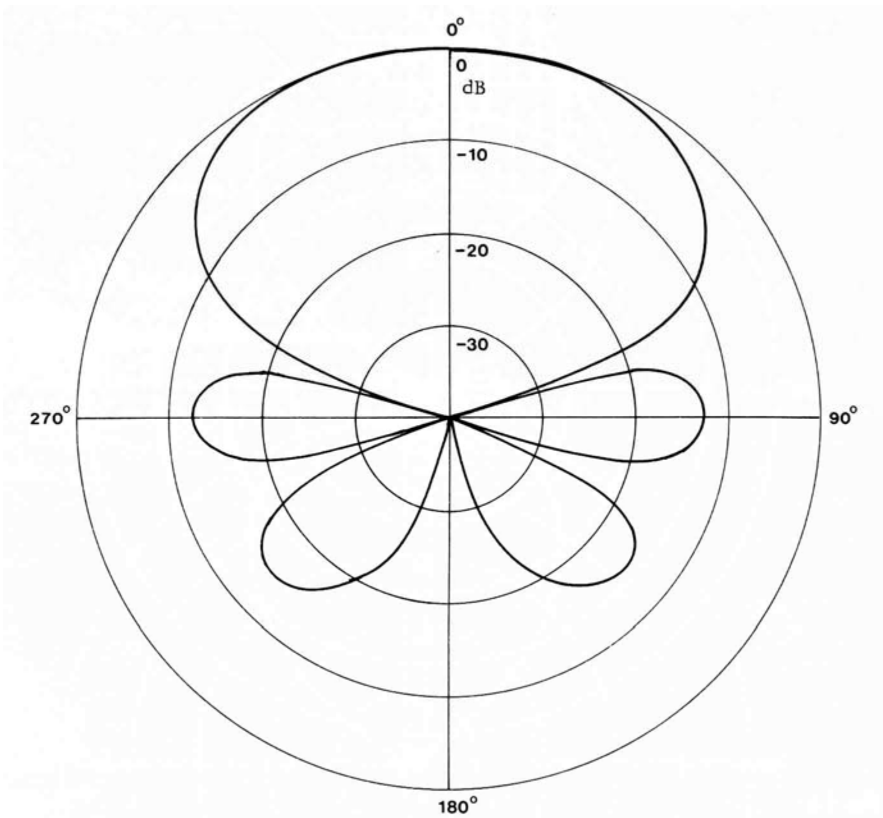


diagramma di radiazione cartesiano

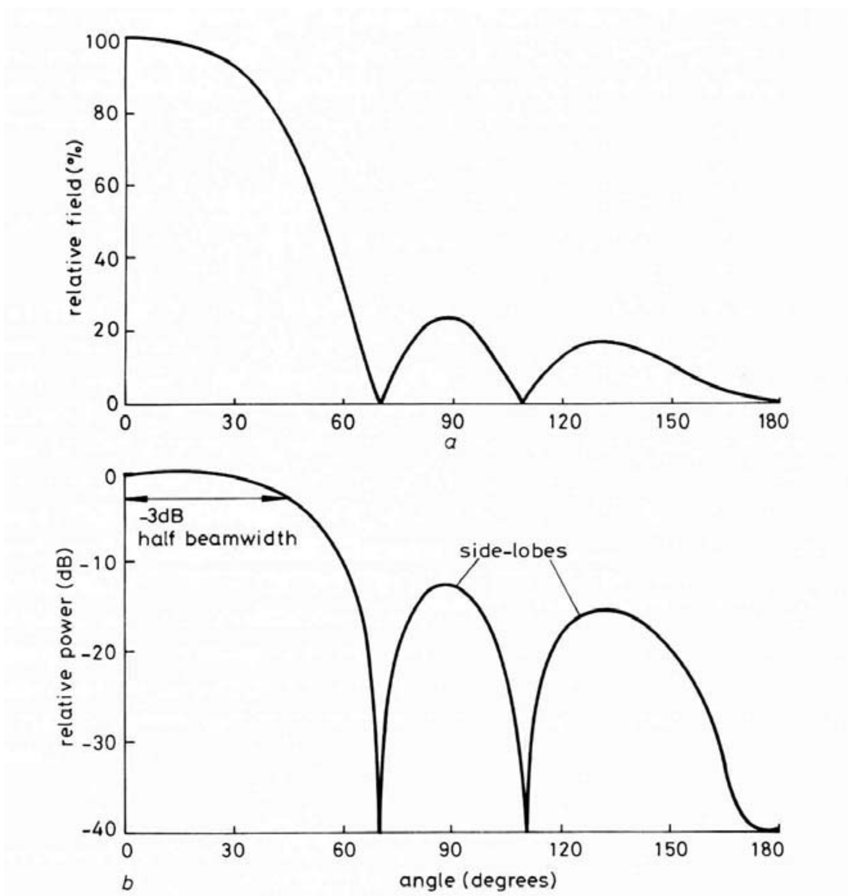


diagramma di radiazione 3D

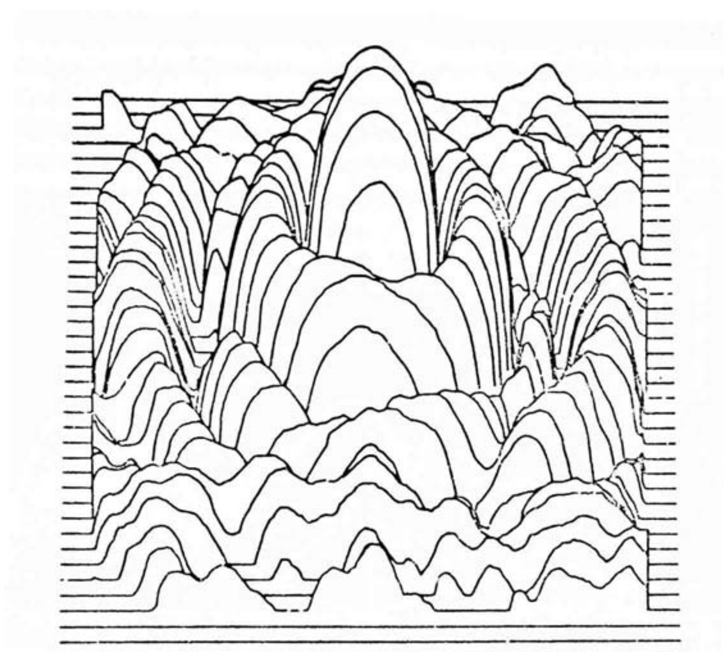


diagramma di radiazione
curve di livello (dB)

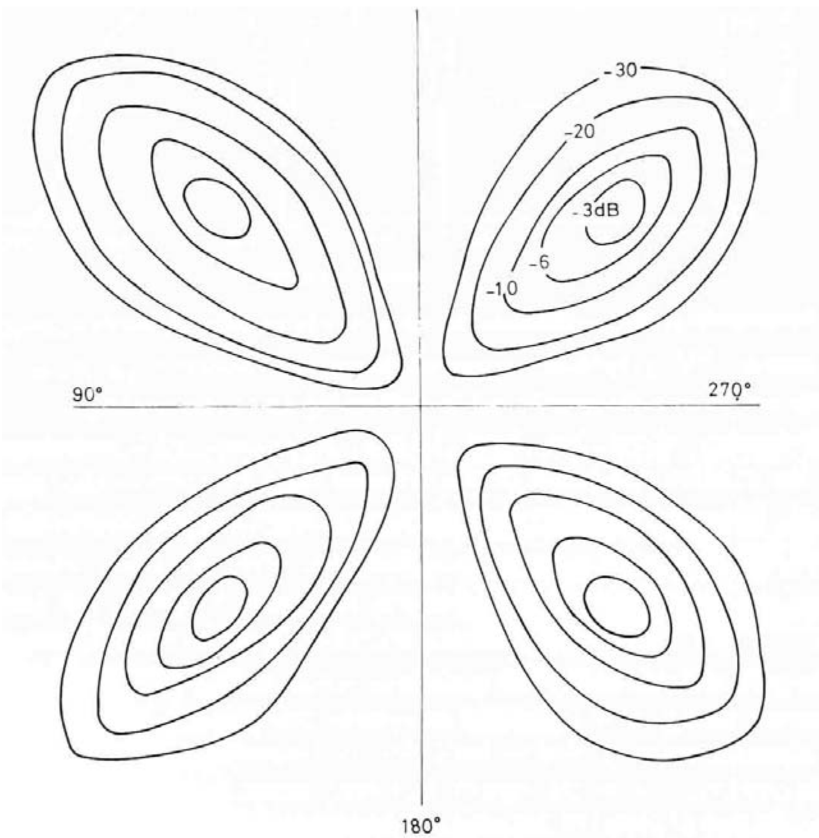
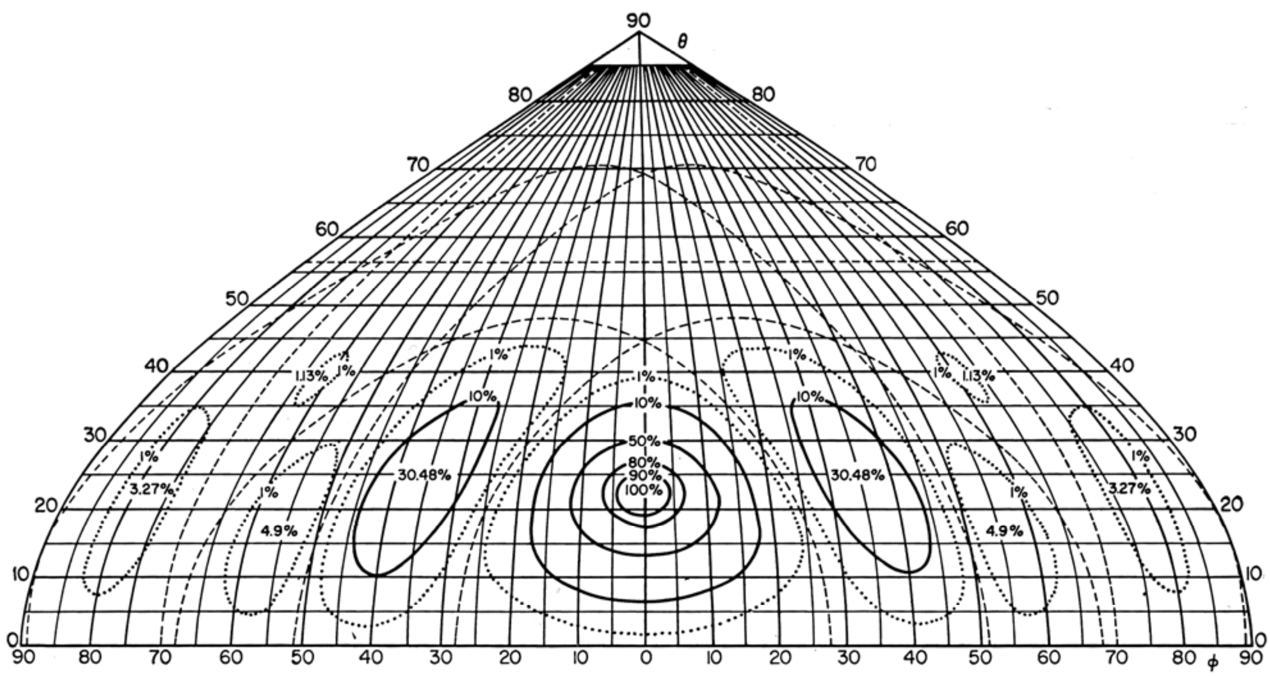


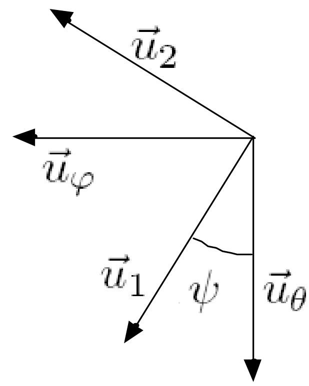
diagramma di radiazione
curve di livello della potenza relativa



H.Jasik: "Antenna egineering handbook", Mc Graw Hill, London, 1961, p. 4-27

Parametri di Stokes

$$
\begin{aligned}
\vec{E} &= E_\theta\,\vec{u}_\theta + E_\varphi\,\vec{u}_\varphi &&= E_\theta(\vec{u}_\theta + \tau e^{j\beta}\,\vec{u}_\varphi) \\
\hat{p} &= \frac{\vec{E}}{|\vec{E}|} &&= \frac{\vec{u}_\theta + \tau e^{j\beta}\,\vec{u}_\varphi}{\sqrt{1+\tau^2}}
\end{aligned}
$$



si ruota il sistema di riferimento per cercare il riferimento
in cui le componenti del campo sono in quadratura

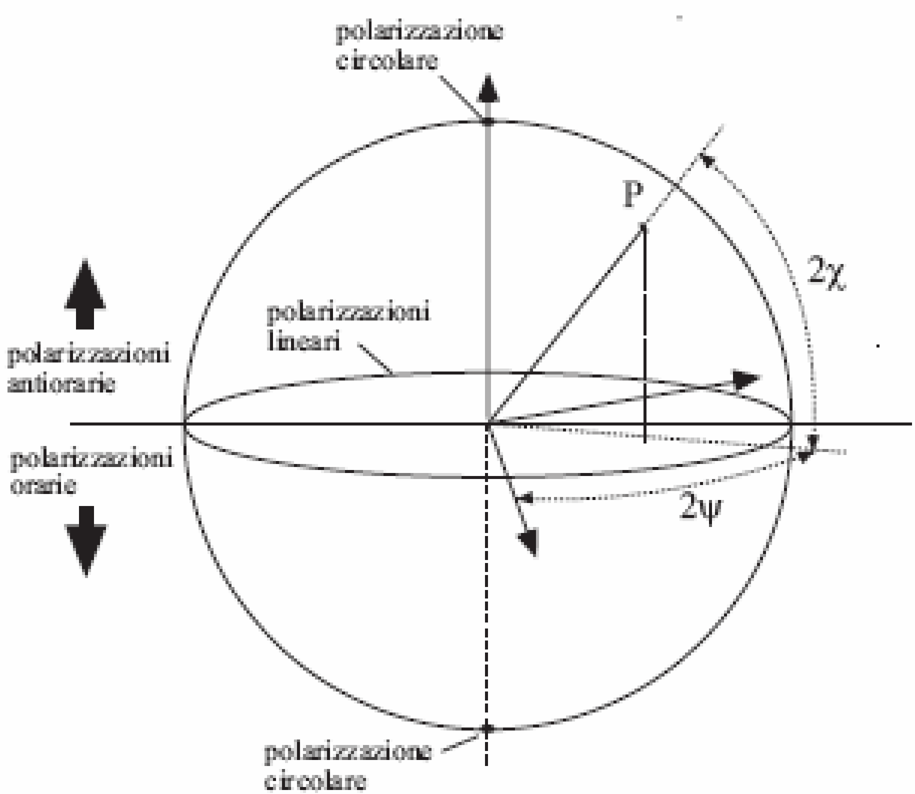
$$
\begin{aligned}
\vec{u}_\theta &= \vec{u}_1\cos\psi - \vec{u}_2\sin\psi \\
\vec{u}_\varphi &= \vec{u}_1\sin\psi + \vec{u}_2\cos\psi
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\mathrm{Re}\,((\hat{p}\cdot\vec{u}_1)(\hat{p}\cdot\vec{u}_2)^*) &= 0 && \Rightarrow \quad \tan 2\psi = \frac{2\tau}{1-\tau^2}\,\cos\beta \\
\tan\chi &= -j\,\frac{\hat{p}\cdot\vec{u}_1}{\hat{p}\cdot\vec{u}_2} && \Rightarrow \quad \sin 2\chi = \frac{2\tau}{1+\tau^2}\,\sin\beta
\end{aligned}
$$

definizione nel caso di onda monocromatica

$$
\begin{aligned}
s_0 &= |E_\theta|^2 + |E_\varphi|^2 &&= |E_\theta|^2(1+\tau^2) \\
s_1 &= |E_\theta|^2 - |E_\varphi|^2 &&= |E_\theta|^2(1-\tau^2) &&= s_0\cos 2\chi\cos 2\psi \\
s_2 &= 2\,\mathrm{Re}\,(E_\theta^* E_\varphi) &&= 2\,\tau|E_\theta|^2\cos\beta &&= s_0\cos 2\chi\sin 2\psi \\
s_3 &= 2\,\mathrm{Im}\,(E_\theta^* E_\varphi) &&= 2\,\tau|E_\theta|^2\sin\beta &&= s_0\sin 2\chi
\end{aligned}
$$

rappresentazione delle polarizzazioni: sfera di Poincarè



Il punto P sulla superficie sferica di raggio s_0 rappresenta uno stato di polarizzazione

s_1 s_2 s_3 sono le sue coordinate cartesiane

2ψ 2χ sono le sue coordinate di azimut ed elevazione

i punti polari rappresentano le due polarizzazioni circolari

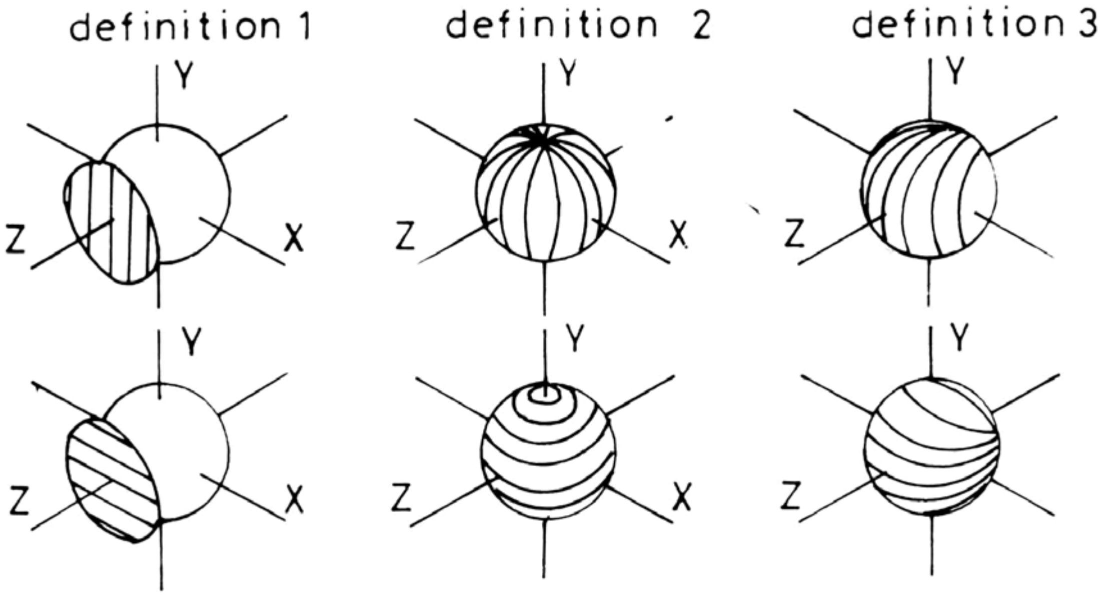
i punti sull'equatore tutte le possibili polarizzazioni lineari

i punti nel semispazio superiore polarizzazioni antiorarie

i punti nel semispazio inferiore polarizzazioni orarie

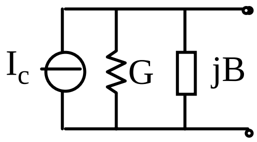
Parametri di Stokes	Matrice di coerenza
$s_0 = \langle \, \vert E_\theta\vert^2 + \vert E_\varphi\vert^2 \, \rangle$ $s_1 = \langle \, \vert E_\theta\vert^2 - \vert E_\varphi\vert^2 \, \rangle$ $s_2 = 2 \, \langle \, \mathrm{Re}(E_\theta^* E_\varphi) \, \rangle$ $s_3 = 2 \, \langle \, \mathrm{Im}(E_\theta^* E_\varphi) \, \rangle$	$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \langle E_\theta E_\theta^* \rangle & \langle E_\theta E_\varphi^* \rangle \\ \langle E_\varphi E_\theta^* \rangle & \langle E_\varphi E_\varphi^* \rangle \end{bmatrix}$
$s_0 = J_{11} + J_{22} \qquad = \mathrm{Tr}(\mathbf{J})$ $s_1 = J_{11} - J_{22}$ $s_2 = J_{12} + J_{21}$ $s_3 = j(J_{12} - J_{21})$	$J_{11} = \frac{1}{2} \, (s_0 + s_1)$ $J_{12} = \frac{1}{2} \, (s_2 - j \, s_3)$ $J_{21} = \frac{1}{2} \, (s_2 + j \, s_3)$ $J_{22} = \frac{1}{2} \, (s_0 - s_1)$
densità di potenza trasportata	
$W = s_0/(2\eta)$	$W = \mathrm{Tr}(\mathbf{J})/(2\eta)$
onda completamente polarizzata	
$s_0^2 = s_1^2 + s_2^2 + s_3^2$	$\mathrm{Det}(\mathbf{J}) = 0$
onda completamente non polarizzata	
$s_0 = 2\eta W$ $s_1 = s_2 = s_3 = 0$	$\mathbf{J} = \eta W \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
onda polarizzata linearmente	
$s_3 = 0$	$\mathrm{Im}(\mathbf{J}) = 0$
grado di polarizzazione	
$m = \sqrt{\dfrac{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}{s_0^2}}$	$m = \sqrt{1 - \dfrac{4 \, \mathrm{Det}(\mathbf{J})}{\mathrm{Tr}^2(\mathbf{J})}}$
perdita per polarizzazione	
$\dfrac{s_0^{(a)} \, s_0^{(inc)} + s_1^{(a)} \, s_1^{(inc)} + s_2^{(a)} \, s_2^{(inc)} + s_3^{(a)} \, s_3^{(inc)}}{2 \, s_0^{(a)} \, s_0^{(inc)}}$	$\dfrac{\mathrm{Tr}(\mathbf{J}^{(a)} \, \widetilde{\mathbf{J}}^{(inc)})}{\mathrm{Tr}(\mathbf{J}^{(a)}) \, \mathrm{Tr}(\mathbf{J}^{(inc)})}$

Polarizzazione e polarizzazione incrociata

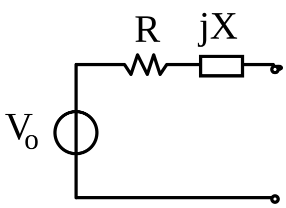


1 orizzontale - verticale
2 meridiani - paralleli
3 sorgente di Huygens - sorgente di Huygens ruotata di 90°

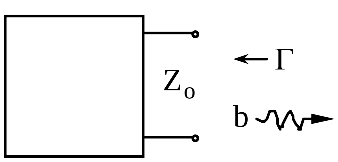
Generatore equivalente di un'antenna ricevente



$$I_c = -j\sqrt{4G/\eta}\sqrt{A_{eff}(\Omega)}\, e^{j\psi(\Omega)}\mathbf{p}(\Omega)\cdot\mathbf{E}_{inc}(\Omega)$$



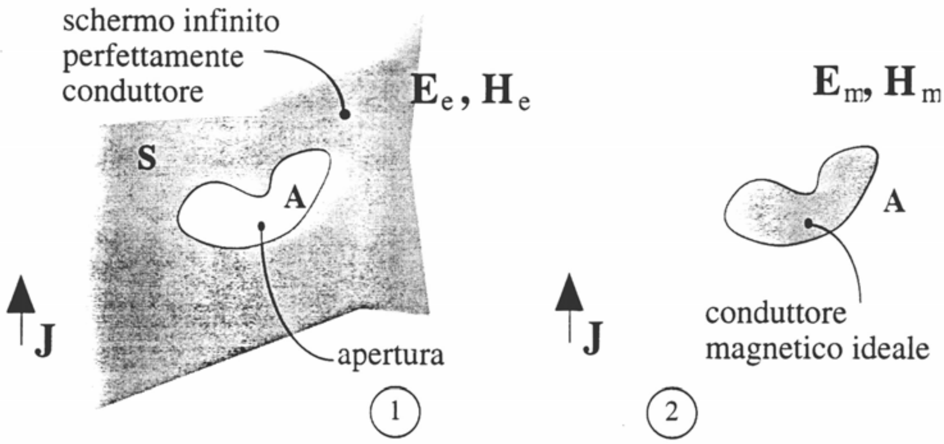
$$V_o = -j\sqrt{4R/\eta}\,\sqrt{A_{eff}(\Omega)}\, e^{j\psi'(\Omega)}\mathbf{p}(\Omega)\cdot\mathbf{E}_{inc}(\Omega)$$



$$b = -j\sqrt{(1-|\Gamma|^2)/\eta}\,\sqrt{A_{eff}(\Omega)}\, e^{j\psi''(\Omega)}\mathbf{p}(\Omega)\cdot\mathbf{E}_{inc}(\Omega)$$

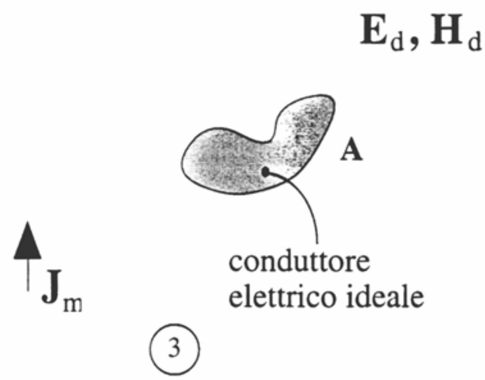
le fasi ψ (Ω), ψ' (Ω), ψ'' (Ω) rappresentano, a meno del termine $-jkr$ e dell'eventuale fase associata a $\mathbf{p}(\Omega)$, la fase del campo irraggiato dall'antenna, riferita rispettivamente alla fase della tensione, alla fase della corrente e alla fase dell'onda incidente sulla porta d'ingresso dell'antenna, e sono uguali tra loro solo nel caso in cui l'antenna è adattata.

Principio di Babinet

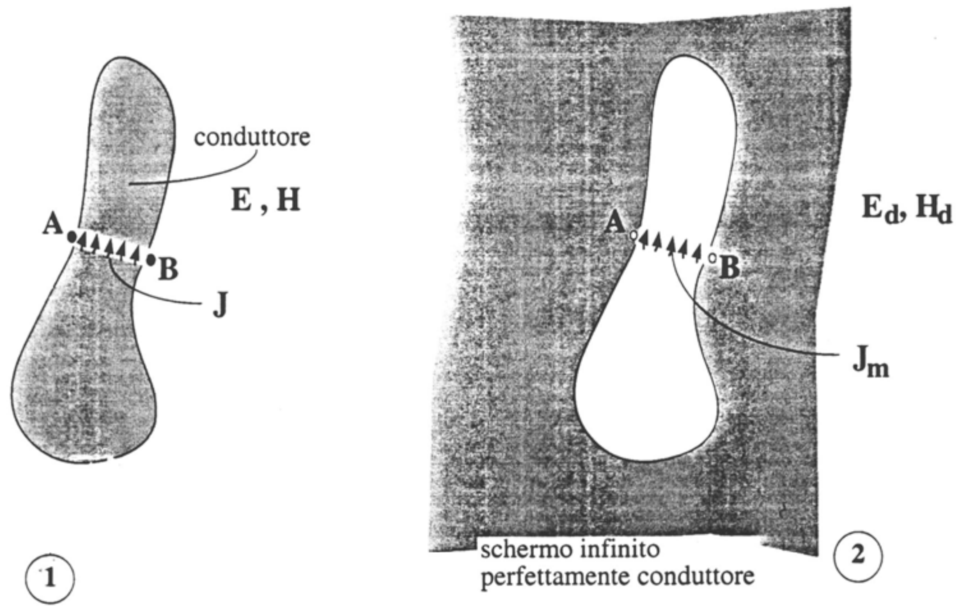


$$\begin{cases} E_e + E_m = E_i \\ H_e + H_m = H_i \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_e + \eta\, H_d = E_i \\ H_e - E_d/\eta = H_i \end{cases}$$



Impedenza d'ingresso di strutture complementari



1) $$Z = \frac{2\,P_{ing}}{|\,I\,|^2} \qquad I = 2\int_A^B \mathbf{H}\cdot dl$$

2) $$Y = \frac{2\,P_{ing}}{|\,V\,|^2} \qquad V = \int_A^B \mathbf{E}_d\cdot dl$$

$$\frac{Z}{Y} = \frac{\eta^2}{4}$$