
Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione

***Relazione per la prova finale:
Analisi delle prestazioni e dei parametri
progettuali nelle antenne ad apertura***

Relatore: Prof. Andrea Galtarossa

Padova, 22/07/2026

Laureando: Diego Pretto

Matricola n.: 2074088

Struttura della presentazione:

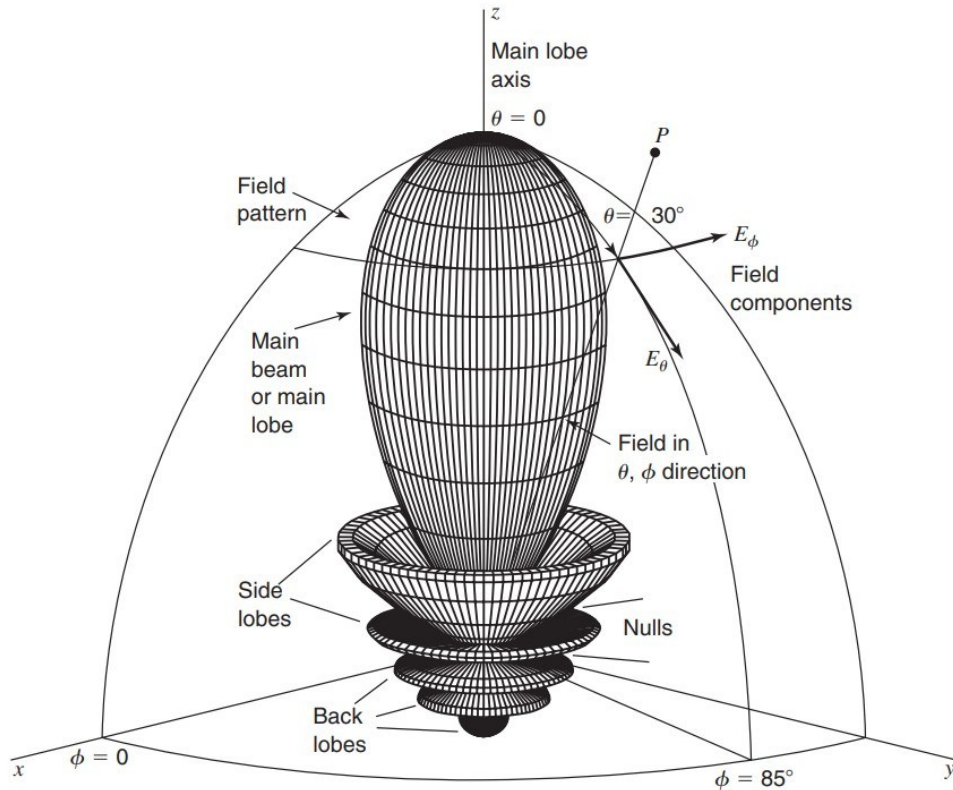
1. Parametri fondamentali delle antenne
2. Analisi delle antenne ad apertura
3. Metodi di ottimizzazione
4. Applicazione pratica



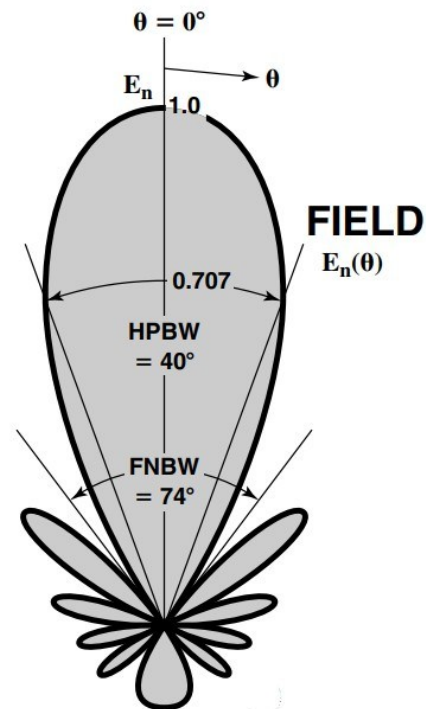
- Cariche elettriche in movimento $\longrightarrow$ generano corrente
- Discontinuità del percorso di corrente $\longrightarrow$ filo curvo, discontinuo o troncato
- Cariche accelerate (corrente variabile nel tempo) $\longrightarrow$ generano onde elettromagnetiche



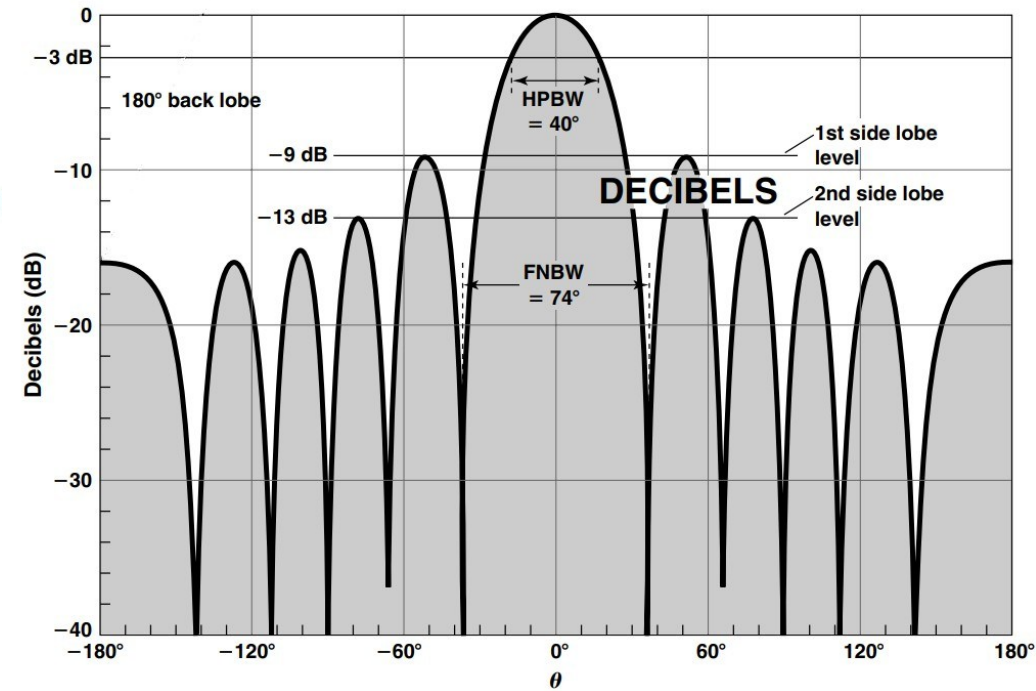
Diagrammi di Radiazione



[2]



[3]



Direttività e Guadagno

Direttività:

$$D = \frac{F_{\max}}{F_{\text{av}}} = \frac{1}{\frac{1}{4\pi} \iint_{4\pi} F(\theta, \phi) d\Omega} = \frac{4\pi}{\Omega_A}$$

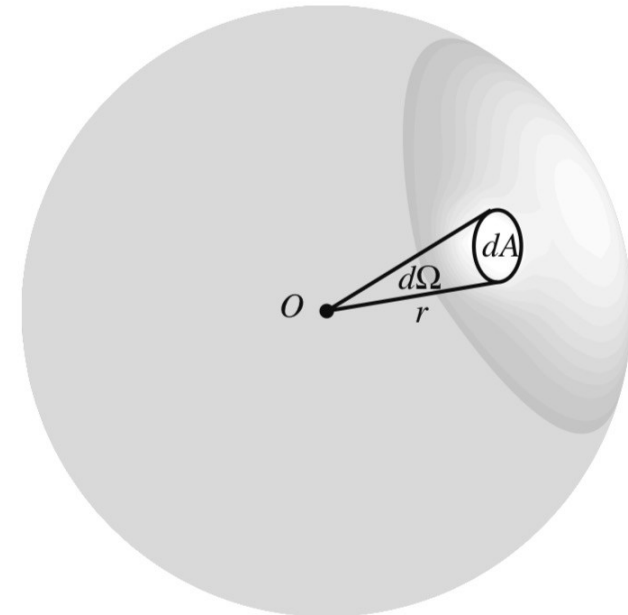
Guadagno:

$$G = \eta \cdot D$$

Rendimento dell'antenna:

$$\eta = \frac{P_{\text{rad}}}{P_{\text{tot}}} = \frac{P_{\text{rad}}}{P_{\text{rad}} + P_{\text{loss}}}$$

$$0 \leq \eta \leq 1$$



Le antenne ad apertura

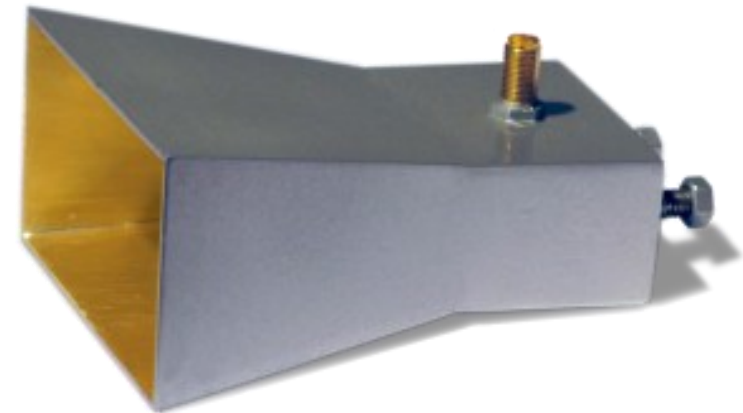
Limiti delle antenne a filo ad alte frequenze:

- Le dimensioni diventano microscopiche
- Gestione critica delle correnti
- Aumentano le perdite dissipative

Vantaggi delle antenne ad apertura:

- Elevata direttività e guadagno
- Basse perdite ad alte frequenze

Antenna a tromba rettangolare

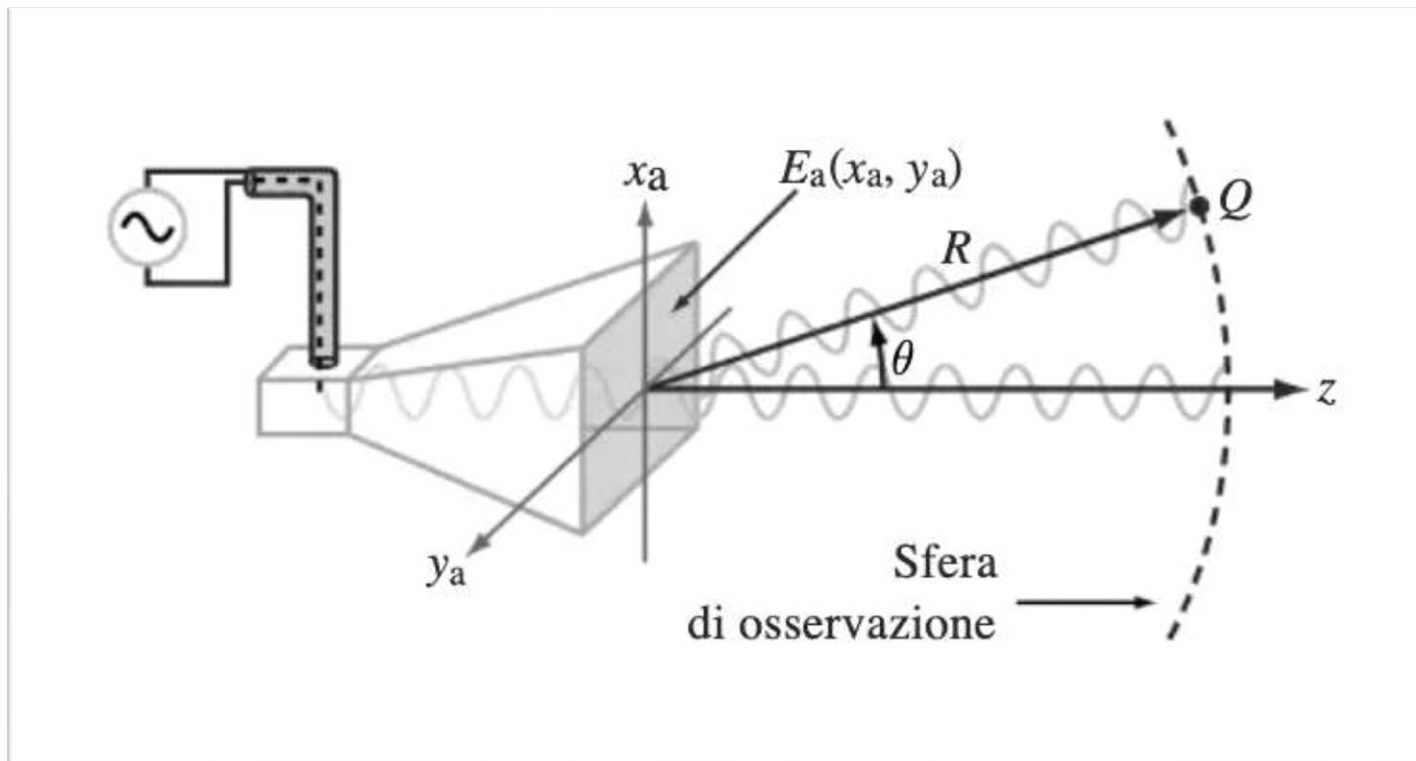


Antenna a tromba conica





Dall'apertura al campo lontano



$$\mathbf{J}_s = \hat{\mathbf{n}} \times [\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}]$$

$$\mathbf{M}_s = -\hat{\mathbf{n}} \times [\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}]$$

Antenne a Tromba (1)

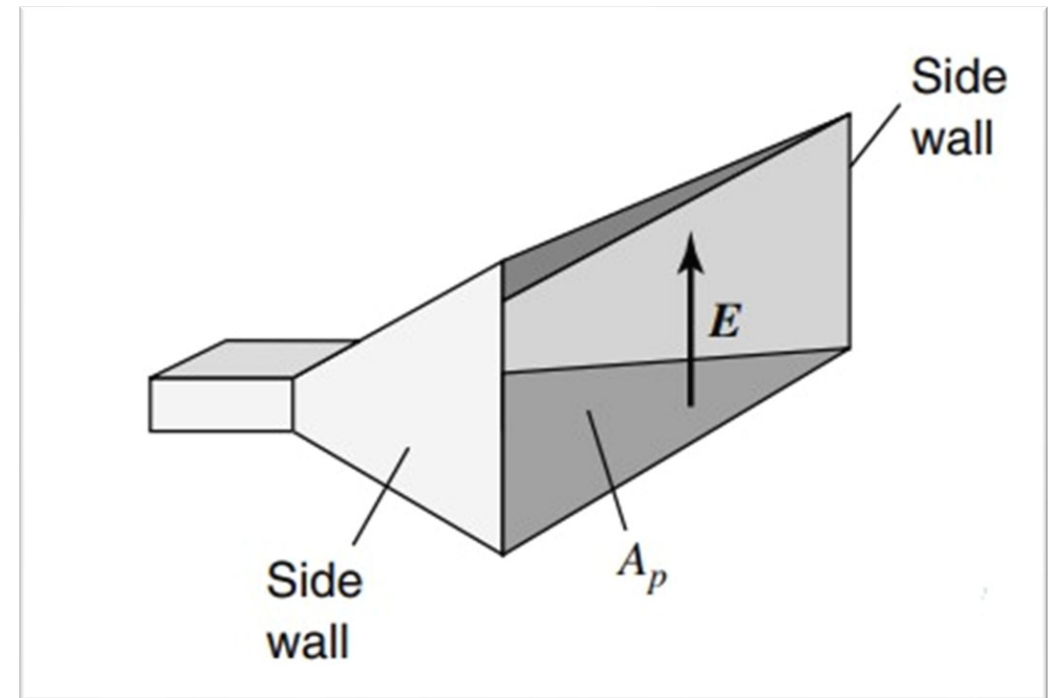
Potenza attraverso l'apertura: $P = \frac{E^2}{Z_0} A_p$

Potenza in campo lontano: $P = \frac{E_r^2}{Z_0} r^2 \Omega_A$

Dal teorema di Huygens: $E_r = \frac{E A_p}{r \lambda}$

 $\lambda^2 = A_p \Omega_A$

Direttività: $D = 4\pi \frac{A_p}{\lambda^2}$



Antenne a Tromba (2)

Campo non uniforme:

$$\text{TE}_{10}: \quad E_a = \hat{a}_y E_0 \cos\left(\frac{\pi}{a} x'\right) \quad \begin{cases} -\frac{a}{2} \leq x' \leq +\frac{a}{2} \\ -\frac{b}{2} \leq y' \leq +\frac{b}{2} \end{cases}$$

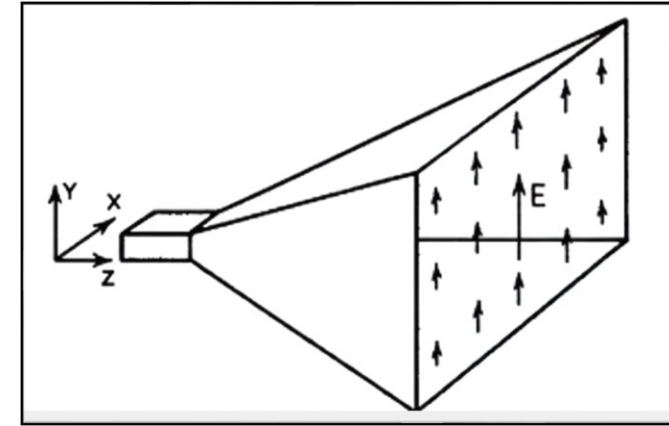
Area efficace: $A_e = \epsilon_{ap} A_p$

Direttività effettiva: $D = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4\pi \epsilon_{ap} A_p}{\lambda^2}$

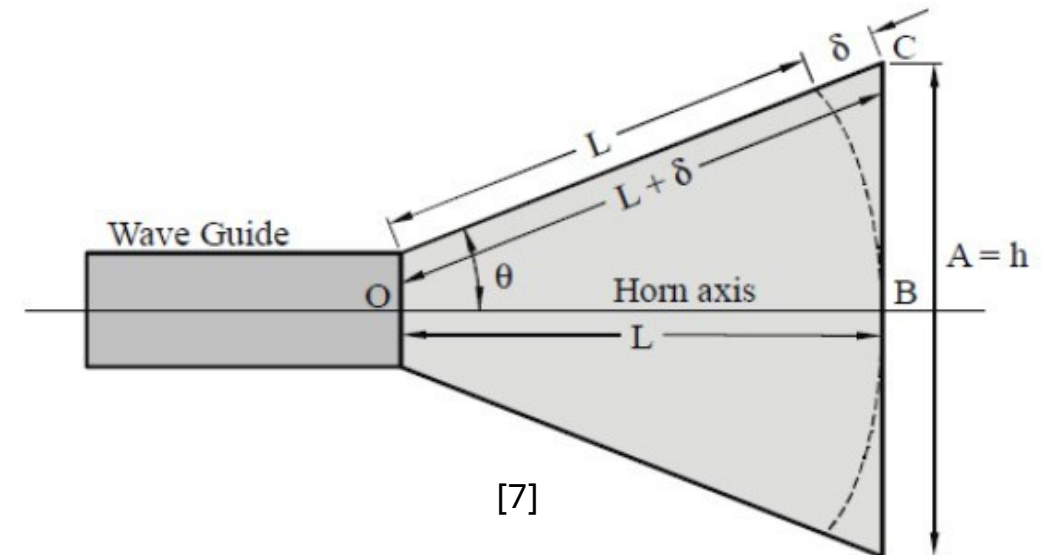
Cammini minimi: $L = \frac{h^2}{8\delta}$

Compromessi per un'ottima antenna a tromba:

- Fase uniforme vs ingombro fisico
- Direttività vs larghezza del fascio

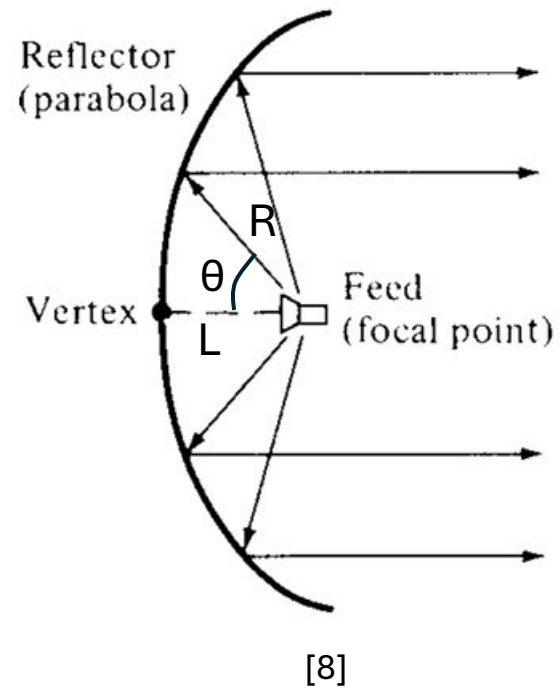


[6]

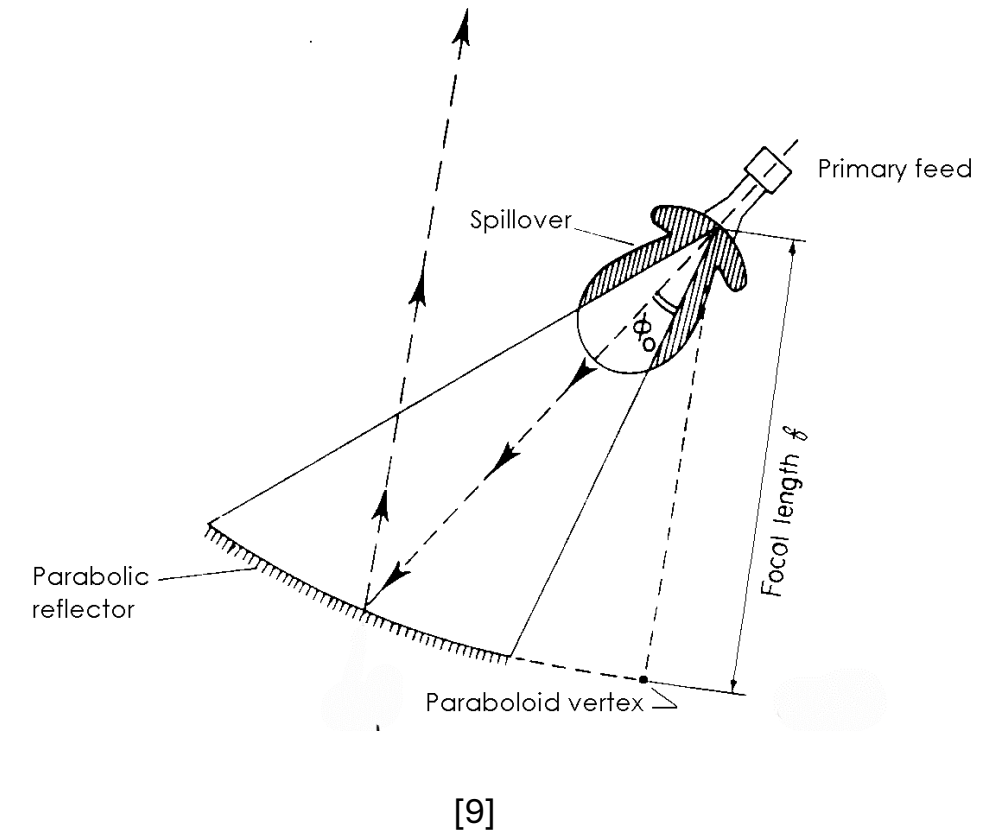


[7]

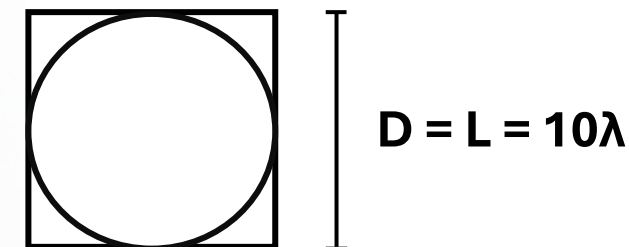
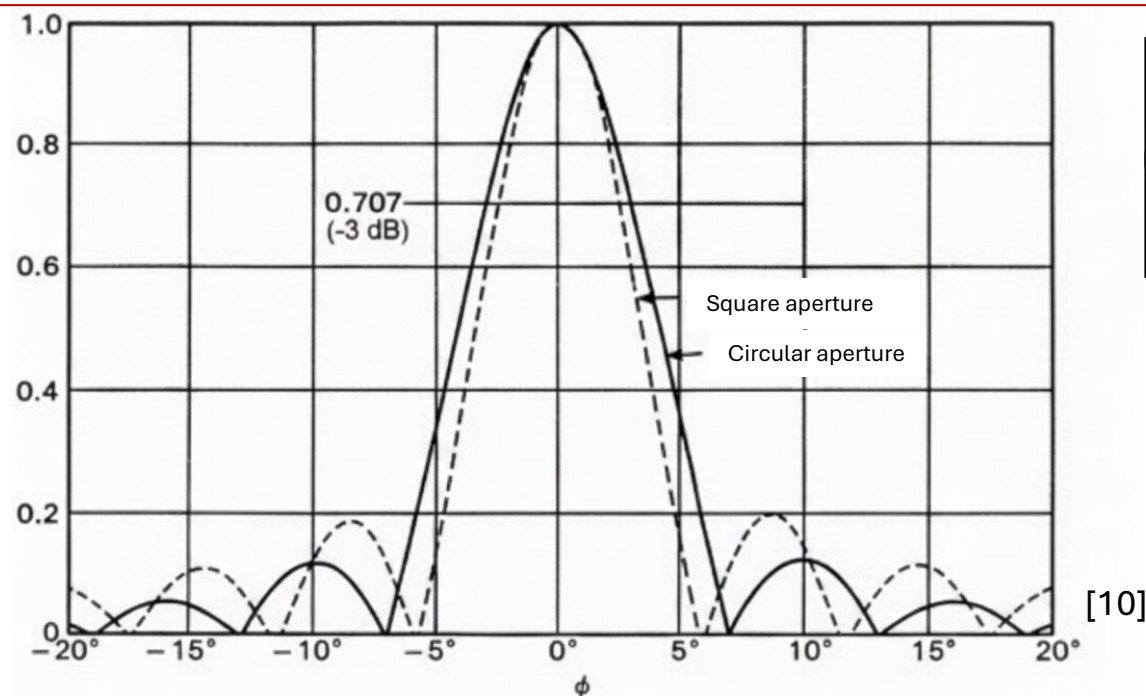
Riflettori parabolici



$$R = \frac{2L}{1 + \cos\theta}$$



Confronto antenne ad apertura Circolare vs Quadrata



Parametri	Circolare	Quadrata
HPBW — larghezza del fascio a metà potenza	$58^\circ / D_\lambda$	$51^\circ / L_\lambda$
Larghezza del fascio tra i primi nulli	$140^\circ / D_\lambda$	$115^\circ / L_\lambda$
Direttività (rispetto a sorgente isotropa)	$9.9 D_\lambda^2$	$12.6 L_\lambda^2$
Guadagno rispetto a dipolo $\lambda/2$	$6 D_\lambda^2$	$7.7 L_\lambda^2$

Applicazione pratica

Bell Telephone Laboratories (USA)



Parametro	Valore
Tipo	Riflettore parabolico offset Cassegrain
Diametro	7 m
Frequenza massima	100 GHz
Lunghezza d'onda minima	3 mm
Precisione superficiale	100 μm RMS
Efficienza d'apertura	59%
Guadagno	77 dBi
HPBW	$2' \approx 0,033^\circ$

Fonti:

- 1) J. D. Kraus, R. J. Marhefka, Antennas for All Applications, 3^a ed., McGraw-Hill, 2002.
- 2) C. A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 3^a ed., Wiley, 2005.
- 3) Fondamenti di campi elettromagnetici, 8^o ed. (2021), U. Ravaioli.

Immagini:

- [1] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 2-1 pag. 13.
- [2] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 2-3 pag. 14.
- [3] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 2-4 pag. 16.
- [5] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 2-7 pag. 28.
- [6] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 9-24 (d) pag. 14.
- [7] https://ijatet.dvpublication.com/uploads/66c05e7d1463e_122.pdf. Fig. 3
- [8] https://www.marian.ac.in/public/images/uploads/pdf/online-class/EC306_AWP_Module4.pdf
- [9] <https://www.antenneroma.it/antenne/antenne-e-ricevitori-satellitari/antenna-sat-qtipoq-offset>
- [10] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 10-25 pag. 374.
- [11] Kraus, Antennas for All Applications. Table 10-3 pag. 374.
- [12] Kraus, Antennas for All Applications. Fig. 20-4 pag. 694.