



## LEZIONE 12

### ANTENNE A RIFLETTORE

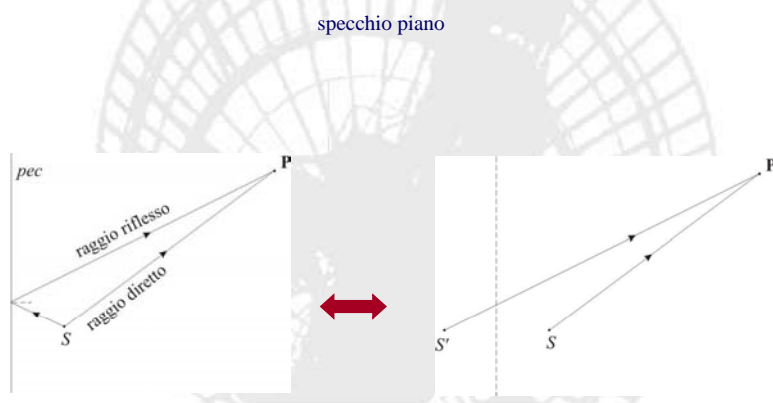


Giuseppe Pelosi  
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni  
Università di Firenze  
E-mail: [giuseppe.pelosi@unifi.it](mailto:giuseppe.pelosi@unifi.it)  
URL: <http://ingfi9.det.unifi.it/>

1/18



### ANTENNE A RIFLETTORE



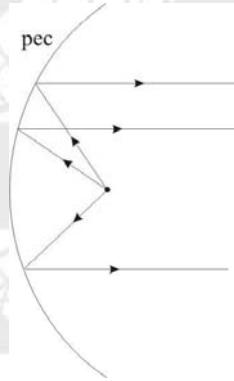
il problema può essere studiato mediante il principio delle immagini

2/18



## ANTENNE A RIFLETTORE

specchio parabolico

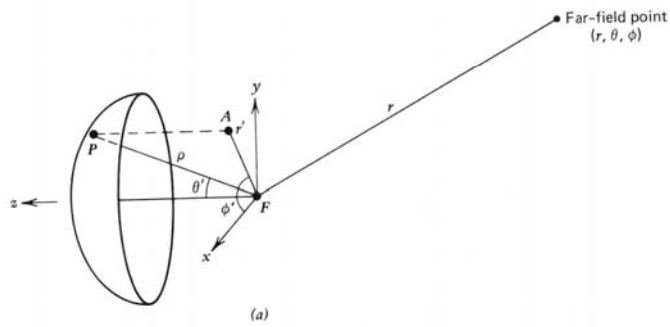


i raggi vengono focalizzati

3/18



## ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO

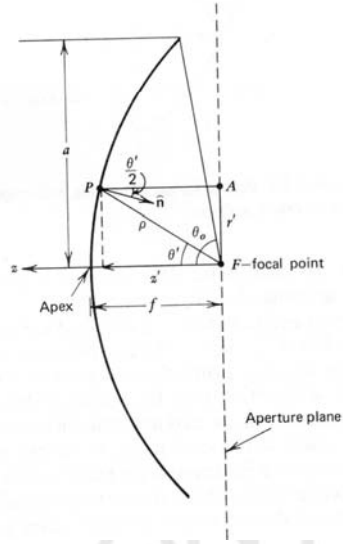


- lo specchio è un paraboloide di rivoluzione
- l'antenna che illumina lo specchio (*feed*) è posta nel fuoco del sistema

4/18



### ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO



equazione del paraboloide

$$(r')^2 = 4(f - z') \quad r' \leq a$$

$f \rightarrow$  lunghezza focale

$a \rightarrow$  raggio dell'apertura

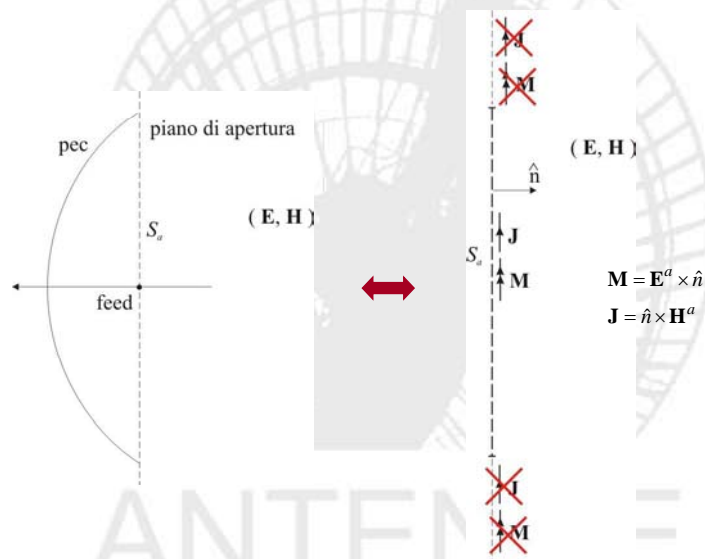
$$\overline{FP} + \overline{PA} = 2f$$

**la lunghezza di tutti i cammini che dal fuoco arrivano sullo specchio e quindi raggiungono il piano dell'apertura è costante**

5/18



### ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO



6/18



## ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO

Andamento del campo elettrico sull'apertura

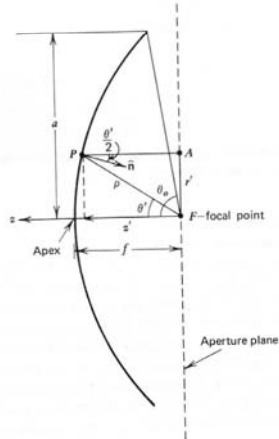


diagramma di radiazione del feed

$$\mathbf{E}_a(\theta', \phi') = E_0 \frac{F_f(\theta', \phi')}{\rho} \hat{u}_r \quad \hat{u}_r = \frac{\mathbf{E}_r}{|\mathbf{E}_r|}$$

$$\mathbf{E}_r = 2(\hat{n} \times \mathbf{E}_i) \hat{n} - \mathbf{E}_i$$

$$|\mathbf{E}_r| = |\mathbf{E}_i|$$

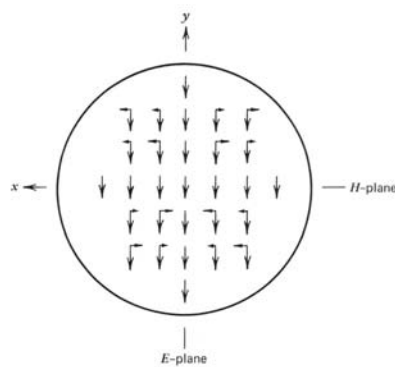
$$\hat{u}_r = 2(\hat{n} \times \hat{u}_i) \hat{n} - \hat{u}_i$$

$$\hat{u}_i = \frac{\mathbf{E}_i}{|\mathbf{E}_i|}$$

7/18



## ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO



distribuzione del campo elettrico sull'apertura di un riflettore parabolico illuminato da un dipolo elettrico corto polarizzato lungo y

8/18





## ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO

In pratica spesso il *feed* ha un diagramma di radiazione  $F_f$  che non dipende da  $\phi'$

$$E_a(r') = F_f \left( r' = 2f \tan \frac{\theta'}{2} \right) \left[ 1 + \left( \frac{r'}{2f} \right)^2 \right]^{-1} = 20 \log_{10} |F_f| - 20 \log_{10} \left[ 1 + \left( \frac{r'}{2f} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

La distribuzione di campo sull'apertura può essere approssimata con un andamento parabolico (con o senza piedistallo) dove il livello di illuminazione del bordo può essere trovato dalla formula precedente

$$C(\text{dB}) = 20 \log_{10} |F_f(\theta_0)| - 20 \log_{10} \left[ 1 + \frac{1}{16} \left( \frac{d}{f} \right)^2 \right]$$

$\theta_0 \rightarrow$  angolo che individua il bordo dello specchio

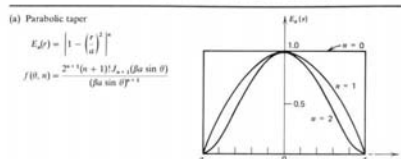
$d = 2a \rightarrow$  diametro dello specchio

9/18



## ANTENNA PARABOLICA IN FUOCO PRIMARIO

Table 8-1 Characteristics of Tapered Circular Aperture Distributions



n	HP (rad)	Side lobe level (dB)	$\epsilon_s$	Normalized pattern $f(\theta, n)$
0	$1.02 \frac{\lambda}{2a}$	-17.6	1.00	$\frac{2J_1(\beta a \sin \theta)}{\beta a \sin \theta}$
1	$1.22 \frac{\lambda}{2a}$	-24.6	0.75	$\frac{8J_2(\beta a \sin \theta)}{(\beta a \sin \theta)^2}$
2	$1.47 \frac{\lambda}{2a}$	-30.6	0.55	$\frac{48J_3(\beta a \sin \theta)}{(\beta a \sin \theta)^3}$

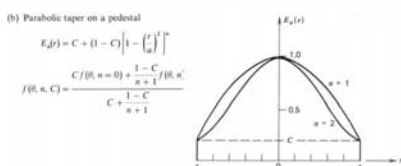


Table 8-1 (continued)

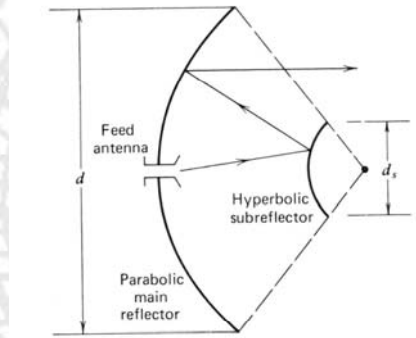
Edge illumination $C$ (dB)	C	n = 1		n = 2	
		HP (rad)	Side lobe level (dB)	HP (rad)	Side lobe level (dB)
-8	0.398	$1.12 \frac{\lambda}{2a}$	-21.5	0.942	$1.14 \frac{\lambda}{2a}$
-10	0.316	$1.14 \frac{\lambda}{2a}$	-22.3	0.917	$1.17 \frac{\lambda}{2a}$
-12	0.251	$1.16 \frac{\lambda}{2a}$	-22.9	0.893	$1.20 \frac{\lambda}{2a}$
-14	0.200	$1.17 \frac{\lambda}{2a}$	-23.4	0.871	$1.23 \frac{\lambda}{2a}$
-16	0.158	$1.19 \frac{\lambda}{2a}$	-23.8	0.850	$1.26 \frac{\lambda}{2a}$
-18	0.126	$1.20 \frac{\lambda}{2a}$	-24.1	0.833	$1.29 \frac{\lambda}{2a}$
-20	0.100	$1.21 \frac{\lambda}{2a}$	-24.3	0.817	$1.32 \frac{\lambda}{2a}$

10/18





### ANTENNA A RIFLETTORE IN CONFIGURAZIONE CASSEGRAIN



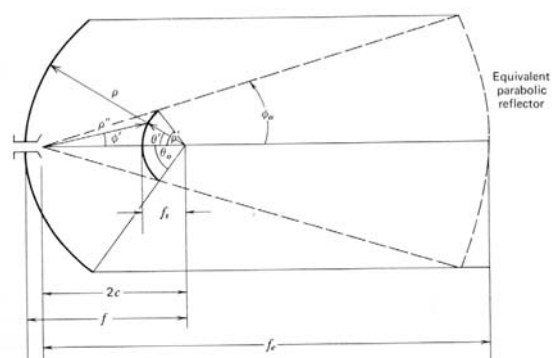
Il riflettore primario è un paraboloide

Il secondario è un iperboloide con uno dei due fuochi coincidente col fuoco del primario

11/18




### ANTENNA A RIFLETTORE IN CONFIGURAZIONE CASSEGRAIN



- 😊 facilità di accesso al *feed* che è posto nel vertice del primario
- 😊 linea d'onda di alimentazione più corta (minor rumore e perdite)
- 😊 minor *spillover* (il riflettore secondario è rivolto verso il cielo)
- 😞 maggior bloccaggio

12/18



**ANTENNE I – ANTENNE PER SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI**  
 Prof. G. Pelosi - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni – Università di Firenze

Lezione 12 – Antenne a riflettore

---

### CALCOLO DEL GUADAGNO PER ANTENNE A RIFLETTORE

---

$G_{\max} = e D_{\max}$      $e \leq 1 \rightarrow$  efficienza di radiazione (perdite ohmiche)

Per un'antenna ad apertura:


$$G_{\max} = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e$$

$A_e$  area efficace dell'antenna       $A_e = \epsilon_{ap} S_a$      $\epsilon_{ap} \leq 1 \rightarrow$  efficienza di apertura  
 $S_a \rightarrow$  area fisica dell'antenna

$$G_{\max} = \epsilon_{ap} \frac{4\pi}{\lambda^2} S_a$$

$$\epsilon_{ap} = e \epsilon_t \epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_3 \dots$$

13/18



**ANTENNE I – ANTENNE PER SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI**  
 Prof. G. Pelosi - Laboratorio di Elettromagnetismo Numerico  
 Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni – Università di Firenze

Lezione 12 – Antenne a riflettore

---

### CALCOLO DEL GUADAGNO PER ANTENNE A RIFLETTORE

---

$e \approx 1$     l'efficienza di radiazione  $e$  è legata alle perdite ohmiche che per un'antenna a riflettore sono trascurabili

$\epsilon_t$     efficienza di *taper*: dipende perdita di guadagno dovuta alla distribuzione del campo sull'apertura rispetto alla distribuzione uniforme

$\epsilon_1$     efficienza di *spillover*: porzione di potenza radiata dal *feed* che non viene intercettata dal riflettore

$\epsilon_2$     fattore di errore superficiale: le rugosità della superficie dello specchio causano degli errori di fase sull'apertura che causano effetti di cancellazione in campo lontano

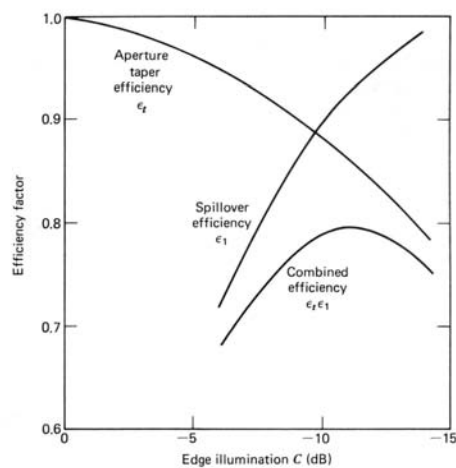
$\epsilon_3$     efficienza di bloccaggio: potenza che viene bloccata dal *feed* o dal riflettore secondario

$\epsilon_4$     efficienza di bloccaggio delle strutture di sostegno: potenza che viene bloccata dalle strutture che sostengono il *feed* o il sub-riflettore

14/18



### CALCOLO DEL GUADAGNO PER ANTENNE A RIFLETTORE



efficienza di *taper* e di *spillover* in funzione del livello di illuminazione del bordo di uno specchio parabolico

15/18



### CALCOLO DEL GUADAGNO PER ANTENNE A RIFLETTORE

Table 8-4 Blockage Efficiencies for Reflector Antennas

(a) Aperture blockage efficiency  $\epsilon_3$

$d_f/d$	0.05	0.10	0.20
$\epsilon_3$	0.990	0.956	0.835

(b) Spar blockage efficiency  $\epsilon_4$

$N \backslash d$	$10\lambda$	$100\lambda$	$200\lambda$
3	0.946	0.995	0.999
4	0.935	0.994	0.998

$d_f$  = diameter of blocking structure near focal point  
 $d$  = diameter of main reflector  
 $N$  = number of support spars which are  $\lambda/2$  thick

efficienze di bloccaggio

16/18





## ALTRE TIPOLOGIE DI ANTENNA A RIFLETTORE

### configurazioni a riflettore primario

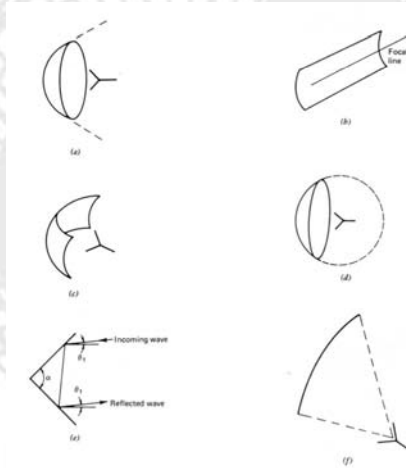


Figure 8-27 Some single-reflector antennas. (a) Paraboloid. (b) Parabolic cylinder. (c) Parabolic torus. (d) Spherical reflector. (e) Corner reflector ( $\alpha = 90^\circ$ ). (f) Offset front-fed reflector.

17/18



## ALTRE TIPOLOGIE DI ANTENNA A RIFLETTORE

### configurazioni a riflettore secondario

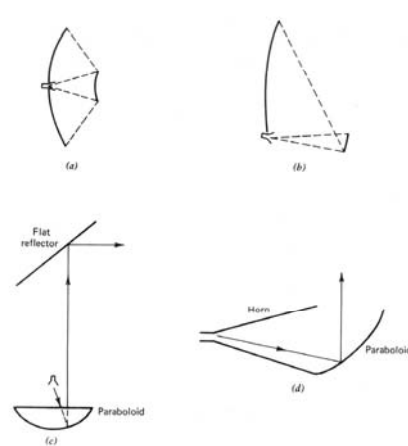


Figure 8-28 Multiple-reflector antenna systems. (a) Symmetrical dual reflector antenna. (b) Offset dual reflector antenna. (c) Periscope system. (d) Horn-reflector antenna.

18/18

