

0.1 Antenas reflector parabólico

Cuando se desea la máxima **directividad** de una antena, la forma del reflector generalmente es parabólica, con la fuente primaria localizada en el foco y dirigida hacia el reflector. Las antenas con reflector parabólico, o simplemente antenas parabólicas se utilizan extensamente en sistemas de comunicaciones en las bandas de **UHF** a partir de unos 800 MHz y en las de SHF y EHF. Entre sus características principales se encuentran la sencillez de construcción y **elevada direccionalidad**. La forma más habitual del reflector es la de un paraboloide de revolución, excitado por un alimentador situado en el foco como se ilustra en la figura 1.

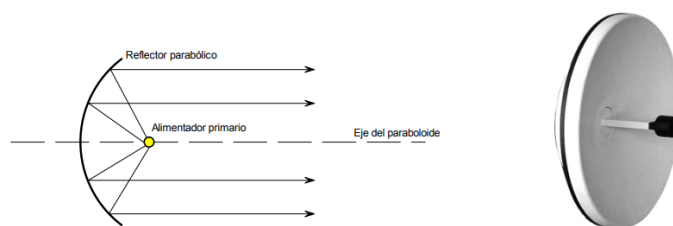


Figure 1: Antena con reflector parabólico

Otro tipo de antena, bastante utilizado en aplicaciones de radar es el cilindro parabólico que tiene la forma mostrada en la figura 2 y fue la primera antena con reflector utilizada por Hertz en sus experimentos. El alimentador, o fuente de energía es una antena lineal o un alineamiento de éstas, colocada en la línea focal y la reflexión en la superficie parabólica transforma el frente de onda de cilíndrico en plano.



Figure 2: Cilindro parabólico

En las antenas parabólicas se aplican las propiedades ópticas de las ondas electromagnéticas. Las propiedades geométricas de la parábola son tales que las ondas emitidas por el alimentador en el foco se reflejan por la parábola en un haz de rayos paralelos al eje de la parábola, de modo que la longitud del trayecto del foco al reflector parabólico y, después, hasta la superficie de la abertura que pasa por los bordes de la parábola, es la misma para cualquier ángulo. Por consecuencia en la abertura de la antena se tiene una superficie equifase y, teóricamente, el haz radiado es cilíndrico, si bien en la práctica esto no es completamente cierto, ya que parte de la energía se dispersa en los bordes del reflector. En la figura 3 se ilustra la geometría de la antena parabólica.

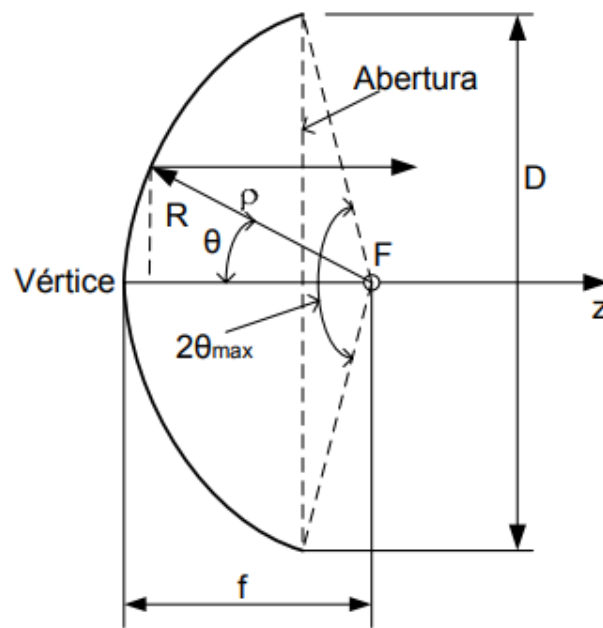


Figure 3: Geometría de la parábola

Un defecto de las antenas parabólicas con el alimentador en el foco lo constituye el hecho de que el alimentador obstruye los rayos reflejados produciendo un región de baja intensidad o sombra en el centro de la apertura. El efecto en el patrón de radiación puede estimarse aproximadamente tomando la diferencia de la radiación de la apertura y del área de sombra localizada en la dirección del alimentador. El efecto neto es una alteración del patrón de radiación en que se rellenan los nulos entre lóbulos como se ilustra en la figura 4 en coordenadas rectangulares.

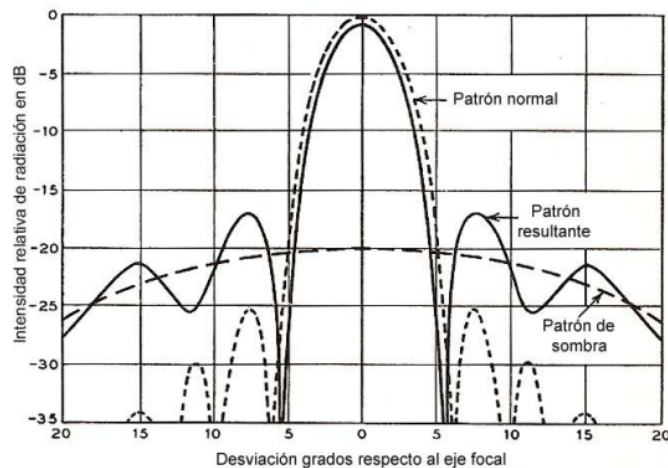


Figure 4: Efecto de la sombra en el patrón de radiación

Otro efecto que se produce cuando el alimentador está en la trayectoria de la onda reflejada es que algo de la energía de ésta regresa al sistema alimentador y produce un desacoplamiento de impedancia. El valor absoluto de la impedancia es prácticamente constante en función de la frecuencia o de la posición del alimentador, pero su fase puede

variar rápidamente debido al viaje de ida y vuelta del alimentador al reflector y de regreso a éste. Un método para evitar este problema de impedancia, así como la sombra producida por el alimentador es desplazar éste como se ilustra en la figura 5. En este tipo de antena para todos los fines prácticos, el alimentador queda fuera de la onda reflejada.

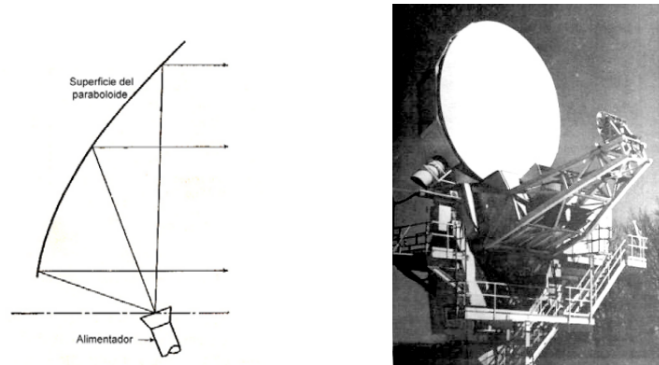


Figure 5: Antena parabólica con foco desplazado: *offset*.

Definición 0.1 — Ganancia de una antena parabólica. La ganancia teórica de una antena parabólica de abertura circular excitada uniformemente está dada por:

$$G = \eta \left(\frac{4\pi \cdot D}{\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

- **G**: Ganancia
- **D**: Diámetro de la antena. (m)
- λ : Longitud de onda. (m)
- η : Eficiencia

En la eficiencia de cualquier antena y, en particular de las antenas parabólicas intervienen diversos factores como los mencionados en párrafos anteriores y otros como las pérdidas óhmicas, la dispersión en los bordes, la obstrucción y dispersión por los diversos elementos estructurales que soportan el alimentador o el subreflector en el caso de antenas Cassegrain que se tratarán más adelante, rugosidad de la superficie reflectora, etc.

Definición 0.2 — Directividad.

$$D = 4\pi \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \quad (2)$$

Donde:

- **D**: Directividad.
- **L**: Abertura de lado L. (m)
- λ : Longitud de onda. (m)

■ **Notación 0.1** No confundir la letra D de las ecuaciones 1 t 2, en la primera representa distancia y en la segunda representa directividad.

Donde:

- **d**: Distancia entre la posición del alimentador en el eje horizontal perpendicular al del paraboloide. (m)
- **D**: Diámetro del paraboloide. (m)
- **f**: Distancia focal. (m)
- **k**: Constante menor que 1.

0.1.2 Antenas con doble reflector: Cassegrain

0.1.2.1 Antenas doble reflector

Las antenas con doble reflector están constituidas por dos reflectores, uno principal parabólico y otro secundario, en la forma que se ilustra esquemáticamente en la figura 7.

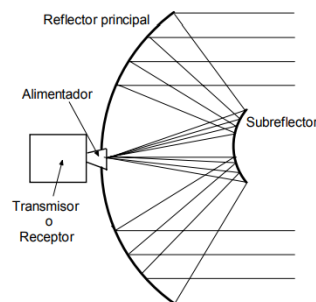


Figure 7: Geometría básica de una antena de doble reflector.

El subreflector suele ser hiperbólico en cuyo caso la antena se designa como Cassegrain¹⁶ o bien elíptico y la antena se designa como gregoriana¹⁷. En la primera, el hiperboloide suele presentar la parte convexa hacia el reflector principal como en el caso de la figura 1 y, en la gregoriana, el elipsoide reflector suele presentar la parte cóncava. En algunos casos se emplean también subreflectores planos o esféricos. Estas antenas se utilizan extensamente en comunicaciones espaciales y radioastronomía, además de comunicaciones terrestres. Este tipo de antenas ofrece algunas ventajas sobre las antenas de un solo reflector y, aunque pueden tener diseños diferentes, comparten un conjunto de aspectos básicos comunes. Una de las ventajas es que el alimentador de la antena no requiere de una línea de transmisión larga y se conecta casi directamente a la salida del transmisor o a la entrada del receptor reduciendo considerablemente las pérdidas. Si bien el bloqueo por la estructura de soporte no puede eliminarse en el caso de la geometría de la figura 1, la eficiencia de las antenas de doble reflector en general es superior a la de las de reflector simple llegando aproximadamente al 70% o más. Su ganancia se calcula de la misma manera que la una antena parabólica simple, utilizando la ecuación 1.

0.1.2.2 Antena Cassegrain

Un telescopio Cassegrain consiste de dos espejos y un instrumento óptico de observación. El espejo primario es grande y cóncavo y refleja la luz incidente hacia un espejo secundario convexo y más pequeño, frente al espejo primario. Este espejo secundario refleja a su vez la luz hacia el centro del espejo primario en el que sitúa el observador o, en el caso de una antena, el receptor, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7.

El subreflector debe ser lo suficientemente grande como para interceptar la porción útil de la radiación del alimentador y refleja esta onda sobre el reflector primario de acuerdo a las leyes de la óptica. En la geometría clásica de la antena Cassegrain se emplea un paraboloide

como reflector primario o principal y un hiperboloide para el reflector secundario en que uno de los dos focos de la hipérbola es el punto focal real del sistema y está localizado en el centro del alimentador. El otro es un foco virtual que se localiza en el foco de la parábola. Como resultado, todas las partes de la onda originada en el foco real y luego que luego son reflejadas por ambas superficies, viajan distancias iguales hasta el plano de la abertura frente a la antena.

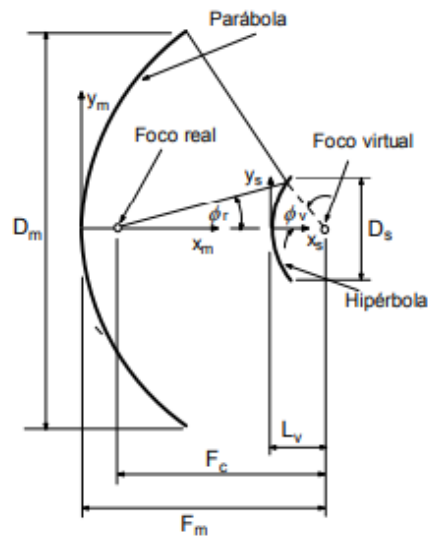


Figure 8: Geometría antena Cassegrain.