

# ANTENAS

Una antena es un dispositivo capaz de emitir o recibir ondas de radio.

Está constituida por un conjunto de conductores diseñados para radiar (transmitir) un campo electromagnético cuando se le aplica una fuerza electromotriz alterna.

De manera inversa, en recepción, si una antena se coloca en un campo electromagnético, genera como respuesta a éste una fuerza electromotriz alterna.

El tamaño de las antenas está relacionado con la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida, debiendo ser, en general, un múltiplo o submúltiplo exacto de esta longitud de onda.

Por eso, a medida que se van utilizando frecuencias mayores, las antenas disminuyen su tamaño.

Asimismo, dependiendo de su forma y orientación, pueden captar diferentes frecuencias, así como niveles de intensidad.

Su longitud es un múltiplo entero de la semi-longitud de onda.

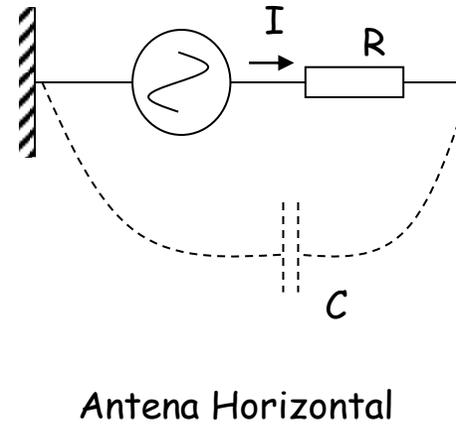
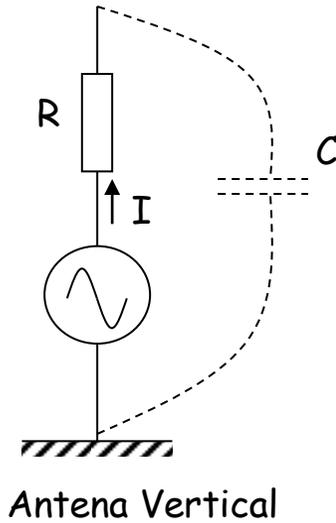
$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad \text{Como} \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad \text{y} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$l = n \cdot \frac{150}{f(\text{MHz})} \text{ en metros}$$

A mayor frecuencia menor es el tamaño de la antena

# ANTENAS

La corriente eléctrica en un conductor abierto origina una radiación de energía electromagnética al espacio.



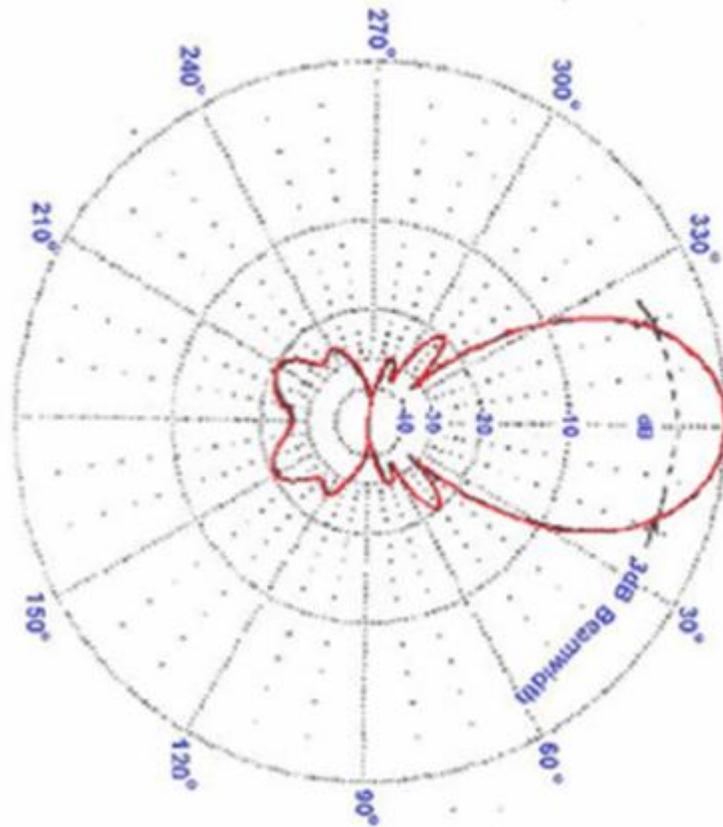
Vamos a revisar brevemente alguno de los parámetros relevantes relacionados con las antenas.

Familiarizarse con la terminología.

# PARÁMETROS DE ANTENAS

## Diagrama de radiación

Es la representación gráfica de las características de radiación de una antena. Es habitual representar el módulo del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada, aunque también se pueden encontrar diagramas de polarización o de fase.



# PARÁMETROS DE ANTENAS

Antena isotrópica: Radia con igual intensidad en todas la direcciones (Concepto ideal)

Antena directiva: Radia con mas intensidad en determinadas direcciones

Antena Omnidireccional: Es una aproximación al concepto de antena isotrópica. La proyección acimutal de su diagrama de radiación es una circunferencia.

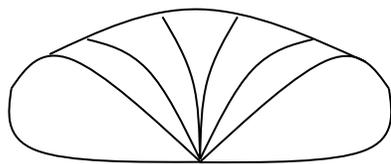
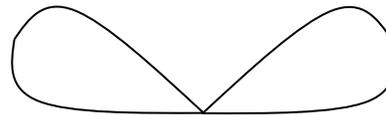
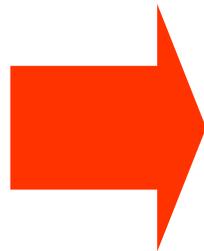
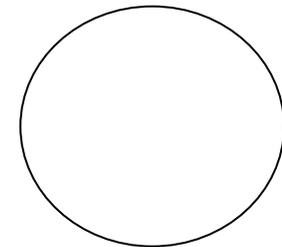


Diagrama de radiación  
de una antena vertical



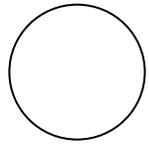
Proyección cenital



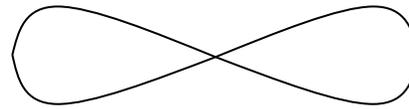
Proyección acimutal

# PARÁMETROS DE ANTENAS

## Antenas directivas



Antena omnidireccional



Antena bidireccional



Antena Unidireccional

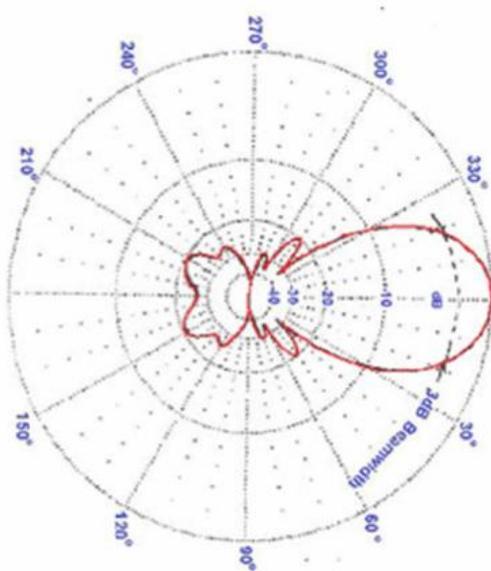
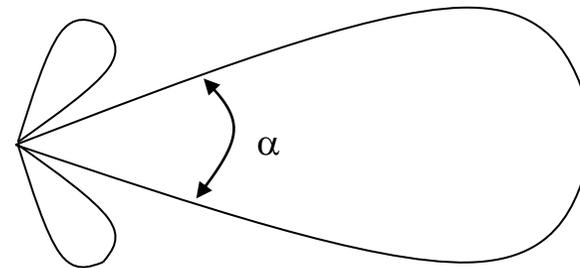


Diagrama de radiación de una antena real

Lóbulo secundario      Lóbulo principal



$\alpha$  Angulo de apertura d la antena

# PARÁMETROS DE ANTENAS

## Polarización

Las antenas crean campos electromagnéticos radiados.

Se define la polarización en una determinada dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo.

La polarización puede ser lineal, circular y elíptica. La polarización lineal puede tomar distintas orientaciones (horizontal, vertical,  $+45^\circ$ ,  $-45^\circ$ ).

Las polarizaciones circular o elíptica pueden ser a derechas o izquierdas (dextrógiras o levógiras), según el sentido de giro del campo (observado alejándose desde la antena).

Se llama diagrama copolar al diagrama de radiación con la polarización deseada y diagrama contrapolar (Crosspolar, en inglés) al diagrama de radiación con la polarización contraria.

# PARÁMETROS DE ANTENAS

## **Impedancia de entrada**

Es la impedancia de la antena en sus terminales.

Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada.

La impedancia es compleja. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la Reactancia.

La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas.

Las antenas se denominan resonantes cuando se anula su reactancia de entrada.

# PARÁMETROS DE ANTENAS

## Directividad

Es la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección de máxima radiación, a una cierta distancia  $r$  y la potencia total radiada dividida por el área de la esfera de radio  $r$ .

La Directividad se puede calcular a partir del diagrama de radiación.

## Ganancia

Es la relación entre la Densidad de Potencia radiada en la dirección del máximo a una distancia  $r$  y la Potencia total entregada a la antena dividida por el área de una esfera de radio  $r$ .

## Eficiencia

Es la relación entre la Ganancia y la Directividad.

Dicha relación coincide con la relación entre la potencia total radiada y la potencia entregada a la antena.

# TIPOS DE ANTENAS

## Tipos de antenas

Existen dos tipos principales de antenas:

### Las antenas de hilo.

Son antenas cuyos elementos radiantes son conductores de hilo que tienen una sección despreciable respecto a la longitud de onda de trabajo.

Las dimensiones suelen ser como máximo de una longitud de onda. Se utilizan extensamente en las bandas de MF, HF, HF, VHF y UHF.

Se pueden encontrar agrupaciones de antenas de hilo.

Ejemplos de antenas de hilo son:

- El monopolo vertical
- El dipolo y su evolución, la antena Yagi
- La espira
- La hélice

Las antenas de hilo se analizan a partir de las corrientes eléctricas de los conductores.

# TIPOS DE ANTENAS

## Antenas de apertura.

Las antenas de apertura son aquellas que utilizan superficies o aperturas para direccionar el haz electromagnético de forma que concentran la emisión y recepción de su sistema radiante en una dirección, formando ángulos sólidos.

La más conocida y utilizada en la actualidad es la antena parabólica, tanto en enlaces de radio terrestres como satelitales.

La ganancia de dichas antenas estará relacionada con la superficie de la parábola, a mayor tamaño mayor colimación del haz tendremos y por lo tanto mayor ganancia en una menor apertura angular.

El elemento radiante es el Iluminador, el cual puede iluminar en forma directa a la parábola o en forma indirecta mediante un sub reflector, dependiendo del diseño de la misma.

El iluminador está generalmente ubicado en el foco de la parábola.

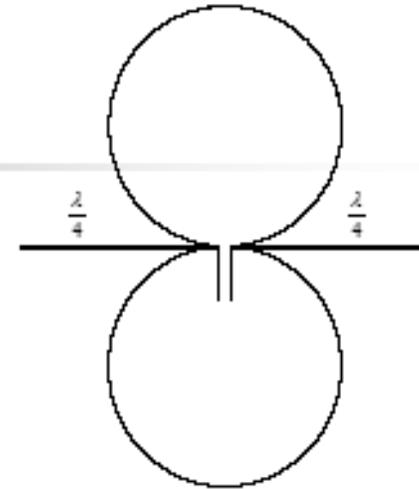
Ejemplos de aperturas son:

- La antena de bocina
- La antena parabólica
- La antena parabólica del Radar Doppler
- Superficies reflectoras en general

*DETALLES Y CURIOSIDADES DE ALGUNOS TIPOS DE ANTENA*

Información complementaria  
(En general)

# Dipole Antennas



- The half-wave dipole consists of two radiators, each a quarter wavelength long
- Other lengths may be used, with different radiation patterns, gains and radiation resistances
- Has a nominal broadside gain of 2.14 dB
- Reduced gain off the ends of the dipole
- Forms the basis for the standard quarter wave antenna
- Antenna gains may be expressed in dB (dBi) or dBd

## Tipos de dipolo

### ***Dipolo simple***

En su versión más sencilla, el dipolo consiste en dos elementos conductores rectilíneos colineales de igual longitud, alimentados en el centro, y de radio mucho menor que el largo.

La longitud del dipolo es la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de resonancia del dipolo, y puede calcularse como  $150/\text{frecuencia}(\text{MHz})$ . El resultado estará dado en metros.

A causa del efecto de bordes la longitud real será algo inferior, del orden del 95% de la longitud calculada.

### Ejemplo:

Para obtener una antena resonante en la Banda de 10m, a la frecuencia de 28,9 MHz, el dipolo tendrá teóricamente 5,21 metros de largo. En la práctica, el largo real físico del dipolo será algo menor, del orden de 4,95m.

La longitud real del dipolo a la frecuencia de resonancia dependerá de muchos otros parámetros, como el diámetro del conductor, o bien la presencia de otros conductores a proximidad.

**En el espacio ideal y a una distancia de la tierra mayor a varias longitudes de onda, la impedancia del dipolo simple es de 73 Ohm.**

### ***Dipolo en V invertida***

Es un dipolo cuyos brazos han sido doblados el mismo ángulo respecto del plano de simetría. Tiene la forma de una V invertida.

La realización exige algunas precauciones. Autores como Brault y Piat recomiendan que el ángulo de la V no sea inferior a 120 grados, y que los extremos de la V estén lo más lejos posible del suelo; la proximidad de los extremos a la tierra induce capacidades que alteran la frecuencia de resonancia.

El dipolo en V invertida es sumamente apreciado por los radioaficionados que transmiten en expediciones, porque con un simple mástil de unos nueve metros, un poco de cable y de cuerda de nylon, es posible instalar rápidamente una antena transportable, liviana, y poco voluminosa.

### ***Dipolo doblado***

Es un dipolo cuyos brazos han sido doblados por la mitad y replegados sobre sí mismos. Los extremos se unen. **La impedancia del dipolo doblado es de 300 Ohm, mientras que la impedancia del dipolo simple en el vacío es de 73 Ohm.**

### ***Dipolo de brazos plegados***

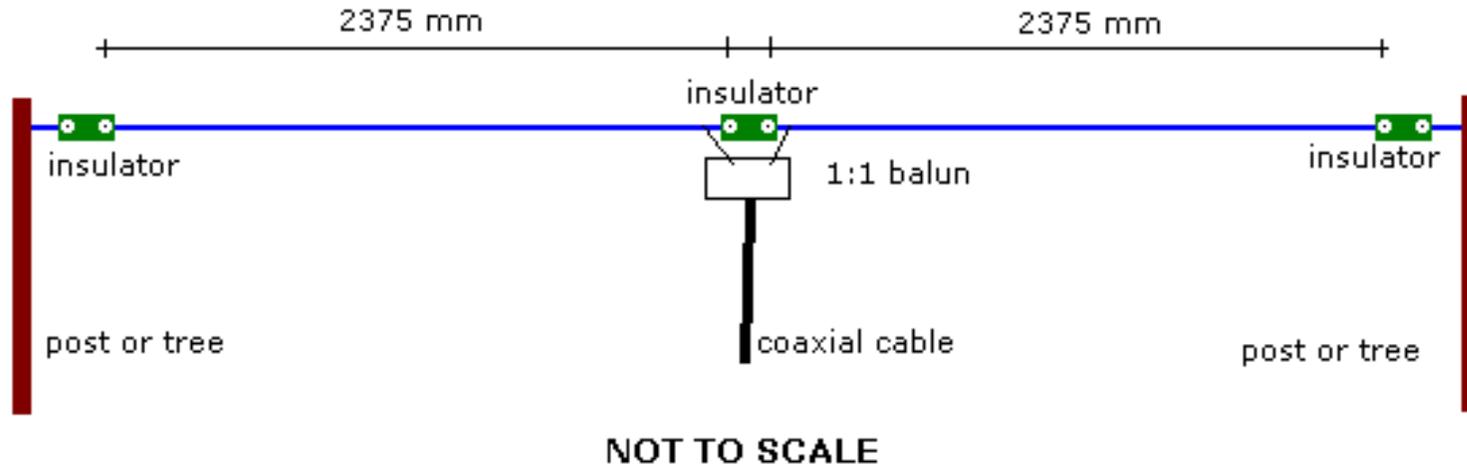
Es un dipolo cuyos brazos tienen una pequeña parte del extremo parcialmente plegada. Eso hace que se economice espacio, a costa de sacrificar parcialmente la eficiencia del dipolo.

### ***Dipolo eléctricamente acortado***

Es un dipolo en el cual un segmento de cada brazo (por ejemplo, el tercio central) es reemplazado por un solenoide. Eso hace que el dipolo sea mucho más corto, pero a costa de sacrificar otras cualidades del dipolo original, como la eficiencia, la impedancia y el ancho de banda.

# TERMINOLOGÍA EN INGLES

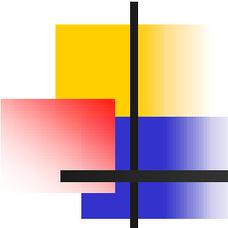
## *half wave dipole antenna*



*half wave folded dipole*



half wave folded dipole

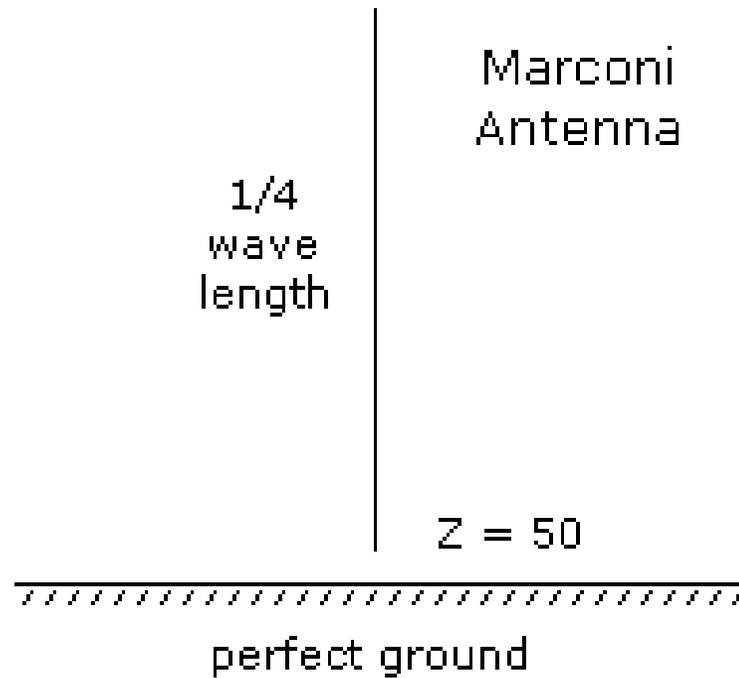


# Quarter-Wave Antennas

---

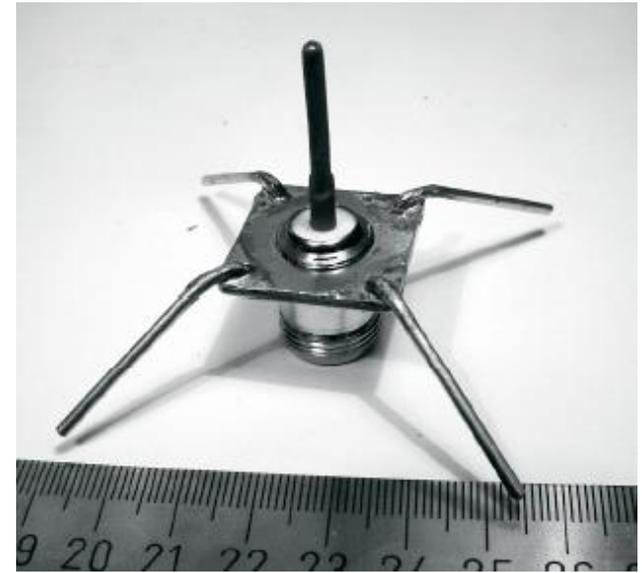
- Essentially one-half of a dipole antenna
- Ideally relies on a reflective ground plane to provide an image of the antenna to complete the dipole (monopole antenna)
- Real-world antennas tend to use counterpoises instead
- Some antennas may be shorter than a quarter wavelength but are electrically equivalent to a quarter wave (rubber duck)
- The gain of a quarter-wave antenna varies considerably depending upon its deployment
  - A “rubber duck” is typically  $-3$  dBi
  - When handheld near the head, a quarter wave antenna will have a nominal gain of  $-10$  dBi

marconi antenna



## 1/4 Wavelength Ground Plane

The 1/4 Wavelength Ground Plane antenna is very simple in its construction and is useful for communications when size, cost and ease of construction are important. This antenna is designed to transmit a vertically polarized signal. It consists of a 1/4 wave element as half-dipole and three or four 1/4 wavelength ground elements bent 30 to 45 degrees down. This set of elements, called *radials*, is known as a *ground plane*. This is a simple and effective antenna that can capture a signal equally from all directions. To increase the gain, however, the signal can be flattened out to take away focus from directly above and below, and providing more focus on the horizon. The vertical beamwidth represents the degree of flatness in the focus. This is useful in a Point-to-Multipoint situation, if all the other antennas are also at the same height. The gain of this antenna is in the order of 2 - 4 dBi.



## Antenas

### How Does A 1/4-wave Antenna Work?

A half-wave antenna is therefore two quarter-waves mounted end-to-end.

Now let us take away one of these quarter-waves and put a metal plate there instead.

I will also rotate it so the remaining 1/4-wave element is pointing upwards.

The diameter of the tin-plate is assumed to be more than 1/2-wave. When you are looking down on the antenna and plate from the sky you will see something like this:

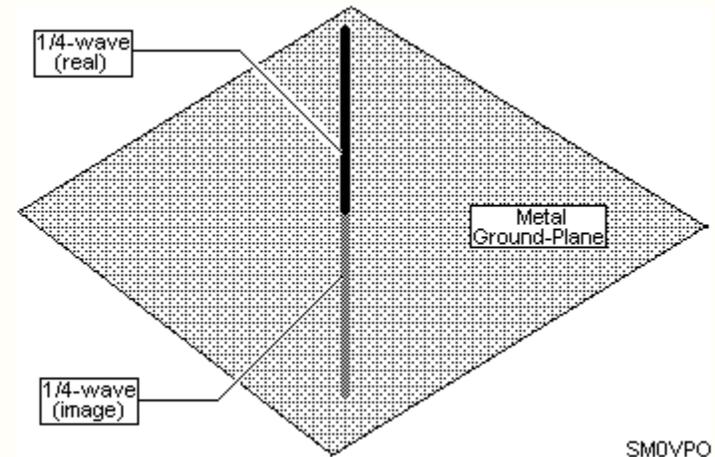
As you can see, you can see a reflection of the antenna in the tin-plate, and the reflection is pointing down.

We can see in this mirror surface a half-wave antenna although half of it is missing.

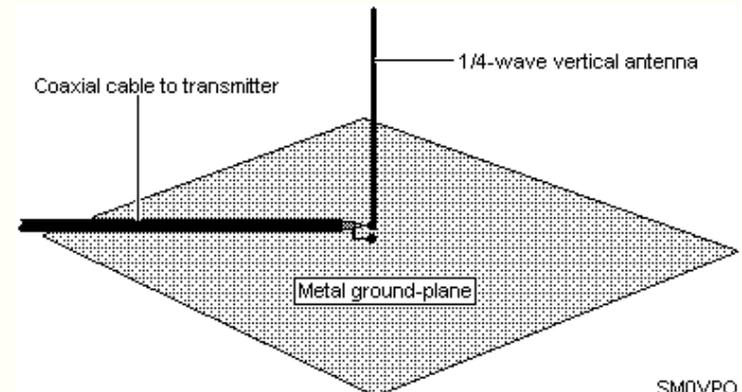
A signal radiated from the antenna will also be reflected in exactly the same way. In other words, instead of using a 1/2-wave antenna we can push our luck and do-away with half of the antenna completely.

The metal ground-plane could be any old lump of metal, as long as it is big enough. It could even be the Earth itself, as it is commonly used at HF. This type of antenna is known as a *Ground Plane antenna*.

It is not as efficient as a 1/2-wave antenna since the ground plane is only acting as a big sponge for the other half of the current that is not going up the antenna.

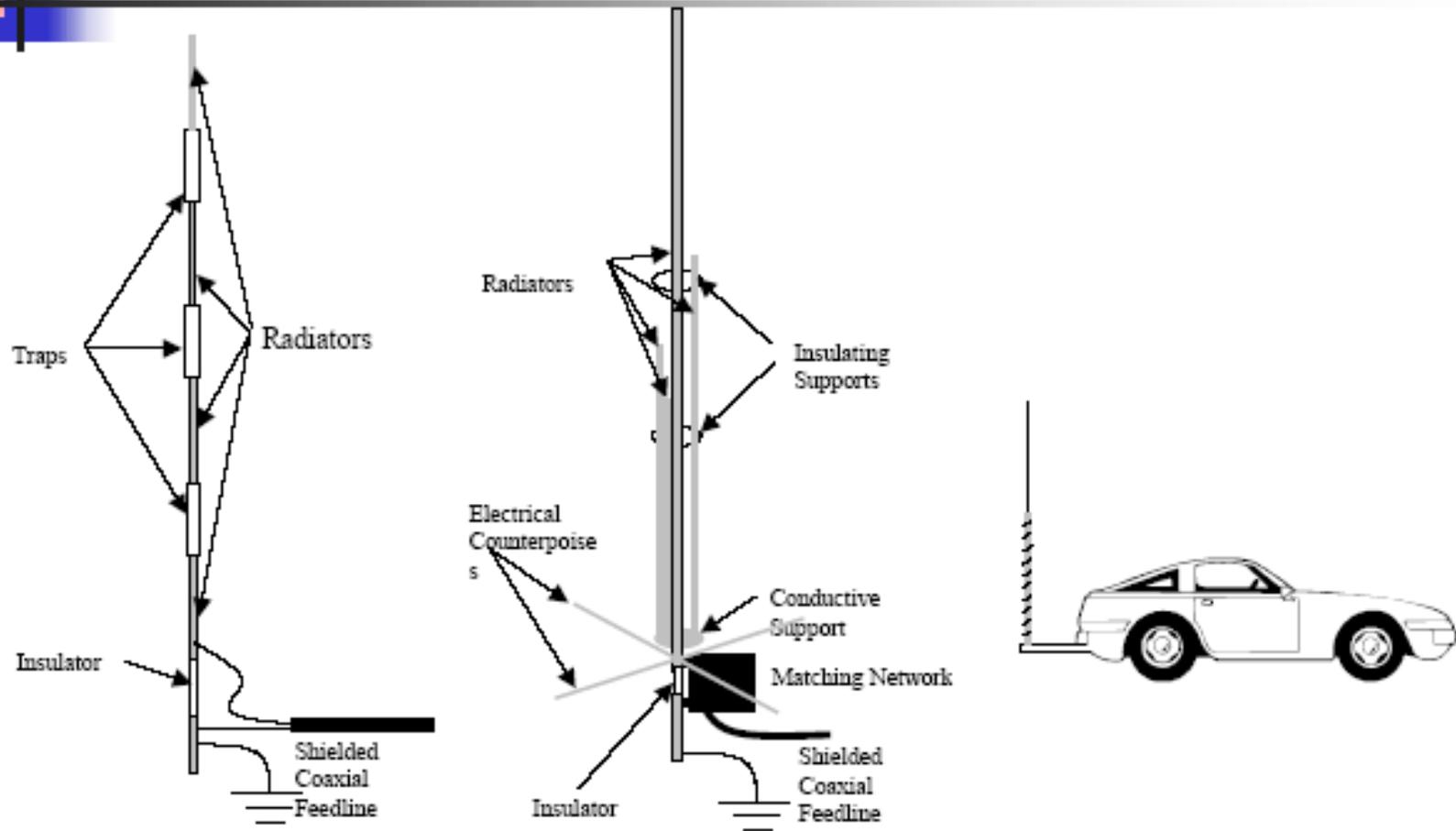


SM0VPO

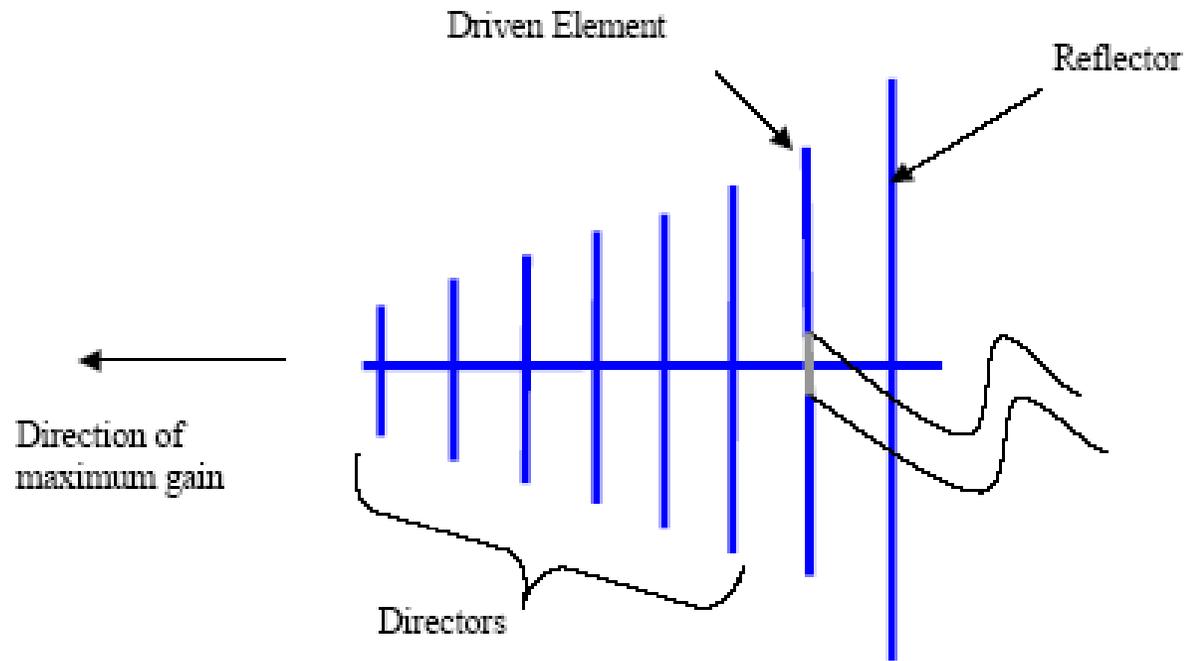


SM0VPO

# Monopoles



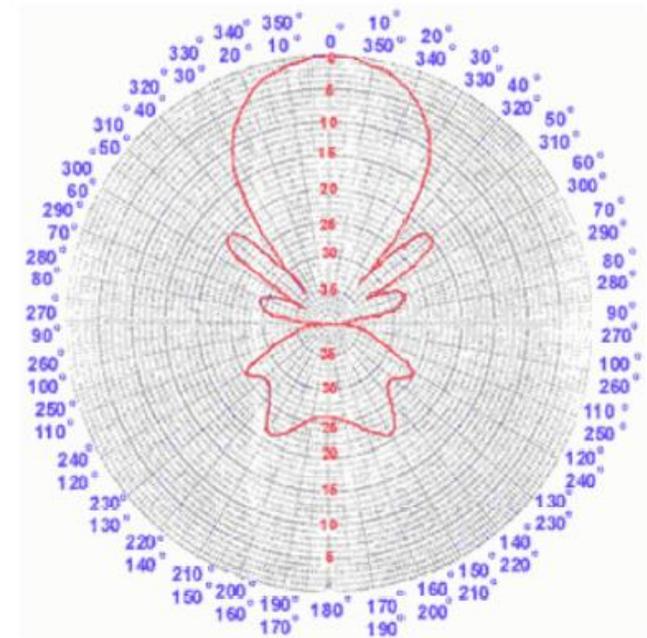
# Yagi Antenna



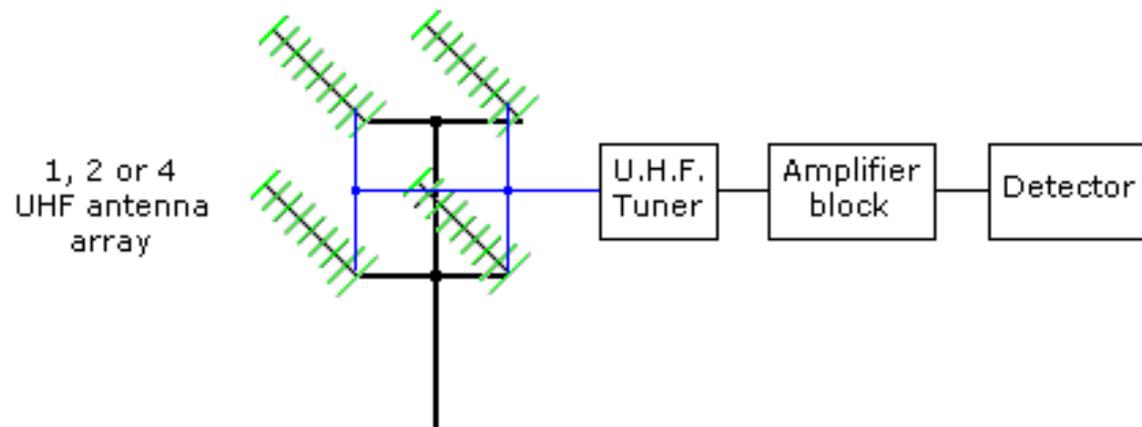
## Yagi antenna

A basic Yagi consists of a certain number of straight elements, each measuring approximately half wavelength. The driven or active element of a Yagi is the equivalent of a center-fed, half-wave dipole antenna. Parallel to the driven element, and approximately 0.2 to 0.5 wavelength on either side of it, are straight rods or wires called reflectors and directors, or passive elements altogether. A reflector is placed behind the driven element and is slightly longer than half wavelength; a director is placed in front of the driven element and is slightly shorter than half wavelength. A typical Yagi has one reflector and one or more directors. The antenna propagates electromagnetic field energy in the direction running from the driven element toward the directors, and is most sensitive to incoming electromagnetic field energy in this same direction. The more directors a Yagi has, the greater the gain. As more directors are added to a Yagi, however, it becomes longer. Following is the photo of a Yagi antenna with 6 directors and one reflector.

Yagi antennas are used primarily for Point-to-Point links, have a gain from 10 to 20 dBi and a horizontal beamwidth of 10 to 20 degrees.



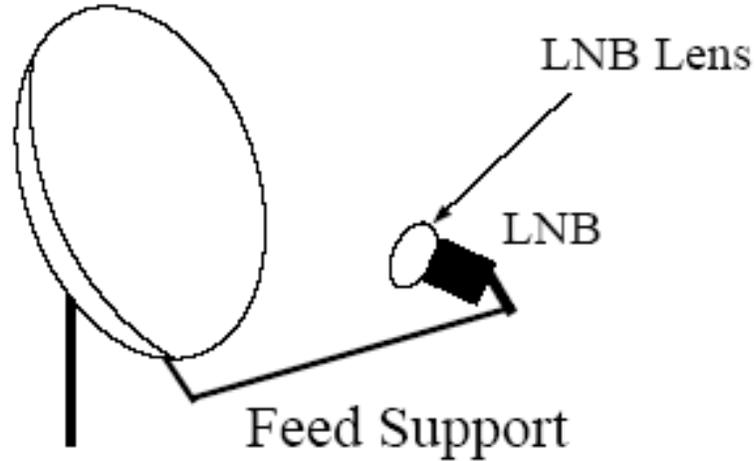
## Yagi antenna



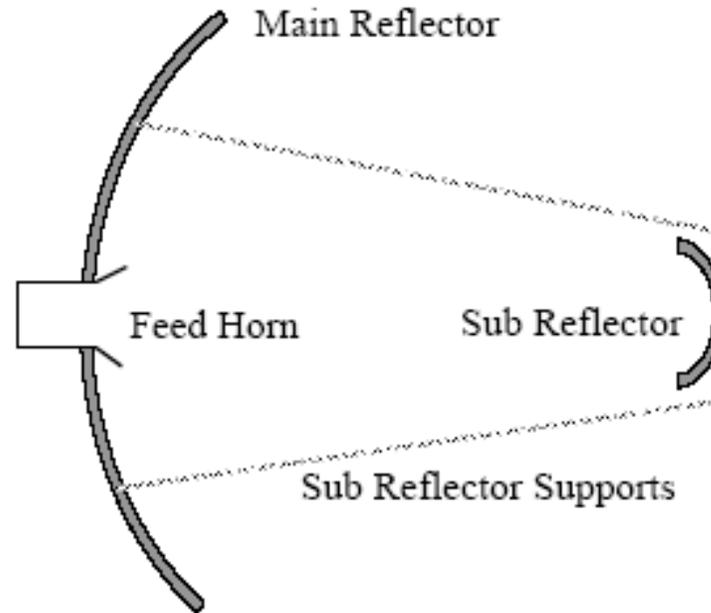
*Antenas de apertura.*

# Reflector Antennas

Reflector



Offset Feed  
Reflector Antenna



Cassegrain Antenna

LNB = Low Noise Block

## Parabolic Dish

Antennas based on parabolic reflectors are the most common type of directive antennas when a high gain is required. The main advantage is that they can be made to have gain and directivity as large as required. The main disadvantage is that big dishes are difficult to mount and are likely to have a large windage.

The basic property of a perfect parabolic reflector is that it converts a spherical wave irradiating from a point source placed at the focus into a plane wave. Conversely, all the energy received by the dish from a distant source is reflected to a single point at the focus of the dish. The position of the focus, or focal length, is given by:

$$f = \frac{D^2}{16 \times c}$$

where  $D$  is the dish diameter and  $c$  is the depth of the parabola at its center.

## Horn

The horn antenna derives its name from the characteristic flared appearance. The flared portion can be square, rectangular, cylindrical or conical. The direction of maximum radiation corresponds with the axis of the horn. It is easily fed with a waveguide, but can be fed with a coaxial cable and a proper transition. Horn antennas are commonly used as the active element in a dish antenna. The horn is pointed toward the center of the dish reflector. The use of a horn, rather than a dipole antenna or any other type of antenna, at the focal point of the dish minimizes loss of energy around the edges of the dish reflector. At 2.4 GHz, a simple horn antenna made with a tin can has a gain in the order of 10 - 15 dBi.



## BiQuad

The BiQuad antenna is simple to build and offers good directivity and gain for Point-to-Point communications. It consists of a two squares of the same size of  $1/4$  wavelength as a radiating element and of a metallic plate or grid as reflector. This antenna has a beamwidth of about 70 degrees and a gain in the order of 10-12 dBi. It can be used as stand-alone antenna or as feeder for a Parabolic Dish. The polarization is such that looking at the antenna from the front, if the squares are placed side by side the polarization is vertical.



***Sector or Sectorial antennas:*** they are widely used in cellular telephony infrastructure and are usually built adding a reflective plate to one or more phased dipoles. Their horizontal beamwidth can be as wide as 180 degrees, or as narrow as 60 degrees, while the vertical is usually much narrower. Composite antennas can be built with many Sectors to cover a wider horizontal range (*multisectorial antenna*).



## Antenas

***Panel or Patch antennas:*** they are solid flat panels used for indoor coverage, with a gain up to 20 dB.



# Antenna Regions

- Far-Field (Fraunhofer) Region

- Where D is the largest linear dimension of the antenna
- This is the region where the wavefront becomes approximately planer
- The apparent gain of the antenna is a function only of the angle (i.e. the antenna pattern is completely formed)

$$r > \frac{2D^2}{\lambda}$$

- Radiating Near-Field (Transition region)

- The region between near and far field
- The antenna pattern is taking shape but is not fully formed
- Gain measurements will vary with distance

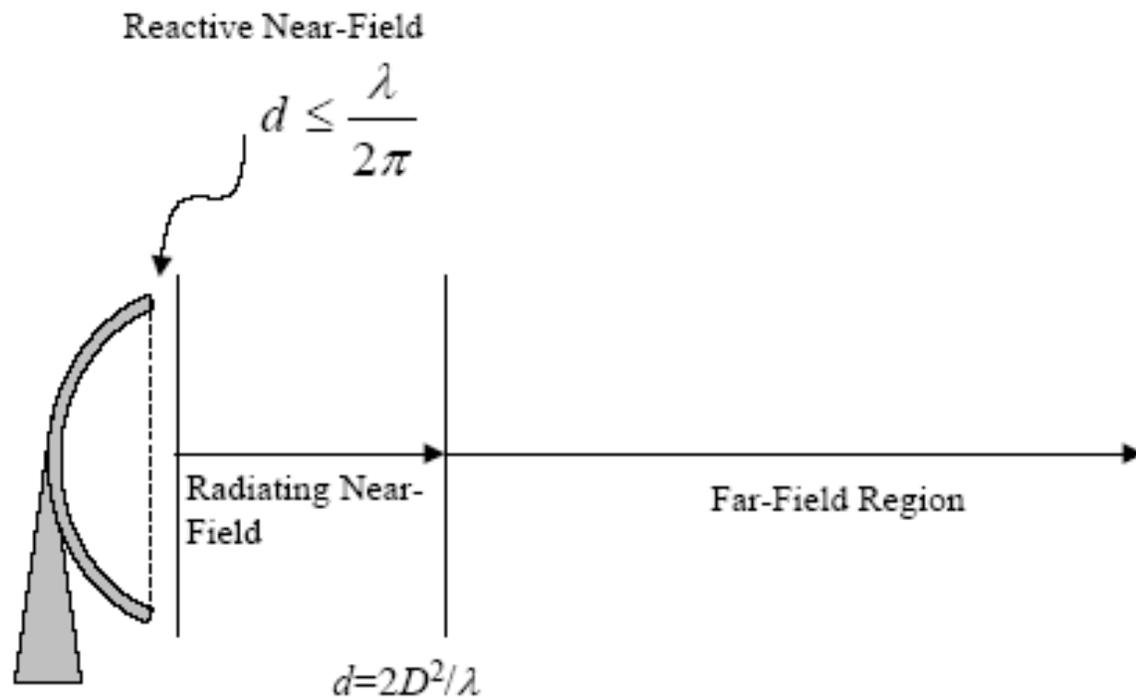
$$\frac{\lambda}{2\pi} < r < \frac{2D^2}{\lambda}$$

- Reactive Near-Field

- Region where E and H are not orthogonal,
- Anything within this region will couple with the antenna and distort the pattern
- Gain is not a meaningful parameter here

$$r < \frac{\lambda}{2\pi}$$

# Antenna Radiation Regions



DETALLE DE ALGUNOS TIPOS DE ANTENA  
(Para Nautica)

Varios Tipos de antenas marinas



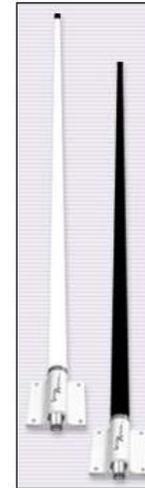
Antena de Radar  
(Tipo Dome)



Antena de Radar  
(Tipo radome)



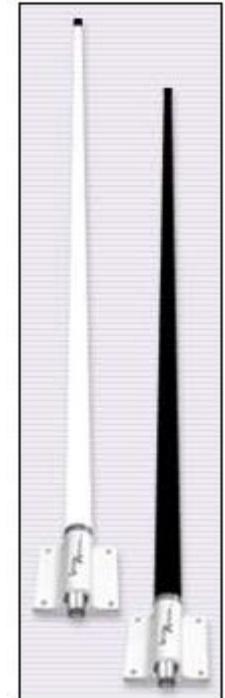
Antena de Radar



Antena  
VHF



Antena  
BLU



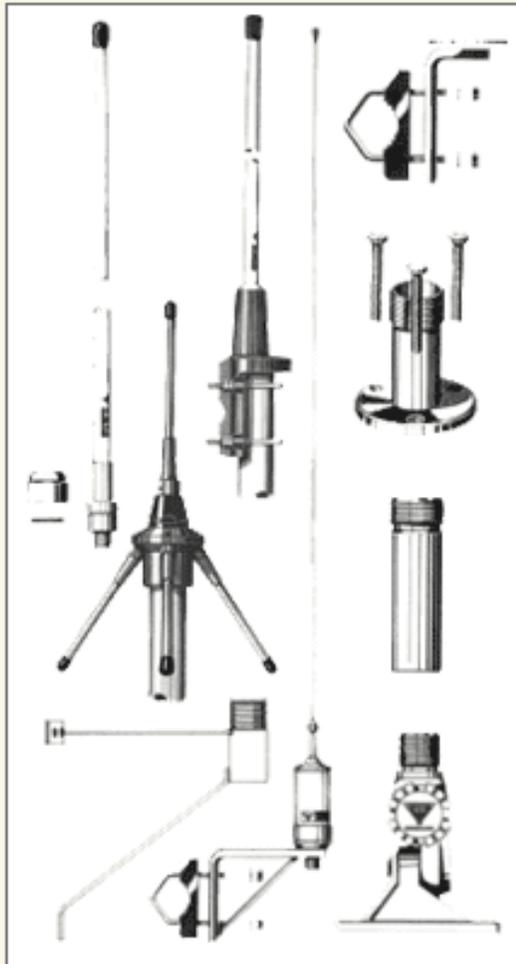
Antena  
AIS



Antena GPS



**PROCOM Marine Antennas products include:**



**Shortwave antenna (RF antenna) products**

Versions from 10 kHz - 30 MHz

**Marine antennas**

Versions from 156-162 MHz

**AIS antennas**

Antennas for the Automatic Identification System (AIS) on all waterways.

**Mobile phone - marine antennas**

Versions from 380 - 1900 MHz

**Multiband - marine antennas**

Versions from 118 - 1900 MHz

**GPS active antennas**

Versions for 1575 MHz

**ISM band marine antennas**

Versions for 433 MHz and 2.4 GHz

**Mounting accessories**

Brackets, deck feed throughs etc.



Human lives can in emergency cases be dependent on reliable radio communications on board.

<http://www.procom-dk.com/>

#### VHF MARINE ANTENNAS, 160 MHz BAND



**CXL 2-1, CXL 2-3LW and MA 2-1 SC**, VHF antennas, 160 MHz band.

Shown are examples of PROCOM VHF marine antennas, each type is available in various models.

[Read more about the VHF marine antennas.](#)

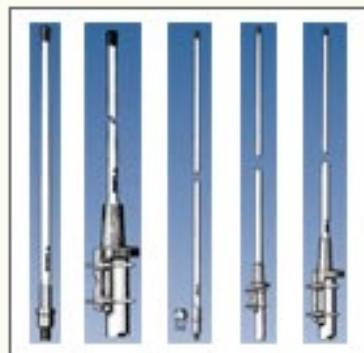
#### GPS MARINE ANTENNAS, 1575 MHz BAND



**GPS 4 and GSP 2000**, 1575 MHz GPS antennas. Shown are examples of PROCOM GPS marine antennas, each type is available in various models.

[Read more about the GPS marine antennas.](#)

#### TETRA MARINE ANTENNAS, UHF, 450 MHz BAND



**CXL 70/... series**, UHF TETRA antennas.

Shown are examples of the PROCOM CXL 70/... marine antennas, each is available type in various models.

[Read more about the CXL 70/... TETRA marine antennas.](#)

#### MULTI BAND MARINE ANTENNAS



**CXL 900/1800, CXL 900/1800 LW and CXL VHF/GSM**, multi band marine antennas. Shown are examples of PROCOM multiband marine antennas, each type is available in various models.

[Read more about the multi band marine antennas.](#)

## Efecto de la altura en una Antena náutica

### Efecto de la altura de la antena

En la animación vemos cómo varía la intensidad de campo en la geografía mostrada a medida que aumentamos la altura de un dipolo horizontal de 14 MHz desde 0,25 hasta 1 longitud de onda, en pasos de 0,25 de onda. (4 pasos)

El área blanca representa un contorno de intensidad de campo  $>10$  dBuV.

