

## Apéndice J Resumen sobre Radares

El radar es un dispositivo electrónico que se utiliza para la detección y localización de objetos. Radar es un acrónimo que significa por sus siglas en inglés “Radio Detection and Range”[5]. Un radar opera radiando energía electromagnética en una dirección y, con base en la información que proporciona el eco producido por la reflexión de la energía, se puede calcular la distancia a la que se encuentra [5]. El sistema de un radar funciona transmitiendo un tipo particular de forma de onda, comúnmente, una onda senoidal modulada por pulso (Pulse-modulated).

### 1.1 Operación del Radar

Un sistema de radar emite poderosas ondas de radio y “escucha” cualquier eco producido por estas. Analizando las señales EM reflejadas, el objeto puede ser localizado e identificado.

Las señales EM se reflejan en una variedad de formas dependiendo de la frecuencia de la señal y la forma del blanco. Si la longitud de onda es mucho más chica que el tamaño del objeto, la onda se reflejará de una forma parecida a un haz de luz reflejado en un espejo.

La forma más fácil para medir la distancia de un objeto es enviar un pulso pequeño de una señal EM y después evaluar el tiempo que toma en regresar el eco. En la figura J.1 se transmiten señales EM y se recibe un eco cuando la señal rebota sobre un objeto. La distancia es la mitad del producto del tiempo de ida y vuelta.

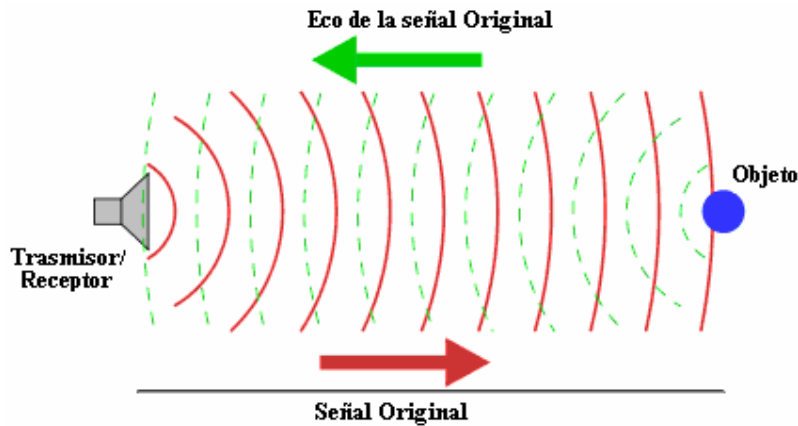


Figura J.2 Diagrama básico para la medición de distancias en un sistema de radar.

Otra forma de medir la distancia es usando modulación por frecuencia. Al comparar frecuencias de dos señales distintas se puede tener una medición más precisa [8]. La rapidez es el cambio en la distancia de un objeto con respecto del tiempo. Al combinar el sistema original con una memoria de la posición de un objeto se puede calcular fácilmente la velocidad a la cual un blanco se mueve. Esta es una forma fácil de calcular la velocidad de un blanco.

## Partes de Radar

Los elementos básicos de un radar se ilustran en el diagrama a bloques de la figura J.2

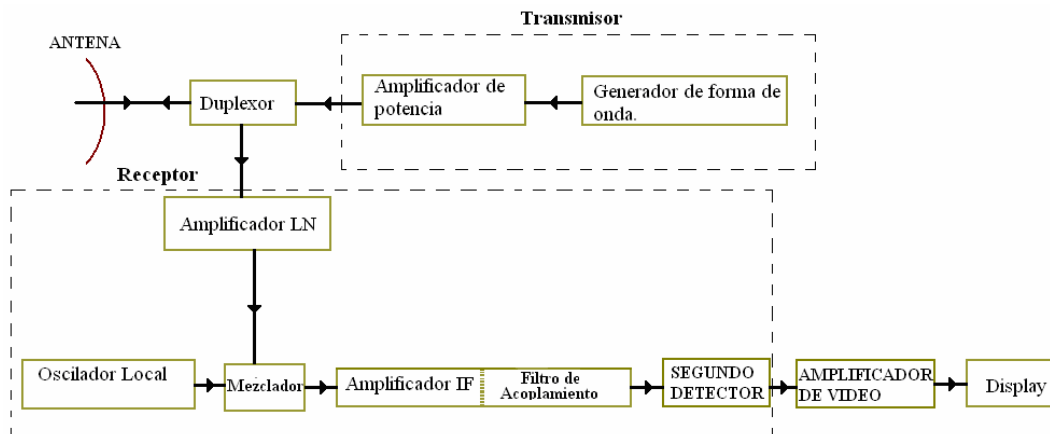


Figura 1.3 Diagrama a Bloques de un Radar.

### *El transmisor*

El transmisor es representado en la figura 1.3 como un amplificador de potencia. El transmisor puede ser de diferentes tipos entre ellos un

Klystron, “traveling-wave tube” (TWT) o un “crossed field-amplifier” (CFA) [7]. Estos dispositivos sirven para generar señales de radio de alta potencia. Un Klystron es un tubo de electrones usado como amplificador de microondas o como oscilador. Es un tubo de microondas de haz lineal en el que la velocidad de modulación es aplicada a un haz de electrones para así producir amplificación. Un CFA es un tubo especial de vacío. Tiene menor ganancia y ancho de banda que otros amplificadores de microondas pero es más eficiente y es capaz de entregar una señal de salida mucho más fuerte [6]. El transmisor de una estación de vigilancia aérea puede tener una potencia promedio del orden de kilowatts. Los radares de corto alcance pueden tener potencias del orden de milliwatts. Los radares para la detección de objetos espaciales y los radares que “ven” más allá del horizonte pueden tener potencias del orden de megawatts.

La aplicación de los radares define la potencia del amplificador que se utilizará. Esto se hace para no cometer el error de invertir en transmisores más costosos. Los transmisores no solo deben ser capaces de generar potencias altas con formas de onda estables, si no también deben operar en un ancho de banda extenso y con alta eficiencia.

### ***Duplexor***

El duplexor actúa como un interruptor muy rápido para proteger el receptor de daños cuando la transmisión en alta potencia está ocurriendo. En la recepción, con el transmisor apagado, el duplexor dirige la señal de baja potencia al receptor en vez de al transmisor. Los duplexores generalmente son alguna forma de dispositivo de descarga en gas, también se utilizan aisladores de estado sólido [6].

### ***Antena***

La señal EM del transmisor es radiada al espacio por una antena de alta directividad que concentra la energía en un haz muy angosto. Los sistemas de radar pueden utilizar antenas parabólicas reflectoras dirigidas mecánicamente y arreglos de cornetas. El haz angosto que es característico

de los radares no solo concentra la energía en un objeto sino que también permite la medición de la dirección del objeto. El ancho de haz de una antena típica para seguimiento aéreo puede ser de 1 ó 2 grados [6]. Un radar de de seguimiento dedicado puede tener un patrón de radiación en forma de lápiz [6].

La mayoría de las veces, la antena es movida mecánicamente por motores para barrer el área en dónde existe algún objeto que se desee detectar. Este barrido puede ser también de forma electrónica cuando la aplicación requiere un barrido que no puede ser alcanzado por elementos mecánicos.

El tamaño de la antena depende de:

- La frecuencia de operación,
- Posición del radar en tierra o en vehículos en movimiento
- Tipo de ambiente en el que se utiliza.

En la banda ultra alta de frecuencias (UHF) una antena “grande” puede tener dimensiones de hasta 30 metros [6]. A frecuencias más altas como las microondas una antena “grande” puede ser de 3 o 5 metros. Es muy raro encontrar antenas que tengan un haz con menos de 0.2 grados de estrecho.

### ***Receptor***

La señal recolectada por la antena es enviada al receptor que es del tipo superheterodino. El receptor sirve para:

- Separar la señal que se desea del ruido presente en otras señales que puedan interferir
- Amplificar la señal lo suficiente para que pueda percibirse en el display.

El mezclador del receptor superheterodino traduce la señal de RF recibida a un frecuencia intermedia. La ganancia del amplificador de frecuencia intermedia (IF) resulta e un aumento del nivel de la señal recibida. El amplificador IF también tiene una etapa de acomplamiento del filtro que maximiza la razón señal a ruido de la salida. Esto sirve para maximizar la detectabilidad de la señal [6].

El segundo detector es un detector de envolvente que elimina la portadora de IF y pasa la envolvente de la modulación. En algunos radares como el CW (onda continua) el detector de envolvente es reemplazado por un detector de fase que extrae la frecuencia de doppler comparándola con una señal de referencia transmitida [6].

El amplificador de video aumenta la potencia de la señal a un nivel donde es conveniente desplegar la información que contiene. Se establece un límite en la salida del amplificador de video para permitir la decisión de detección. Esta decisión puede hacerla un operador o puede ser automática [6].

### *Display*

El display de un radar es un tubo de rayos catódicos con un PPI (Position Plane Indicator), un indicador de posición sobre un plano. Un PPI es un mapa modulado por intensidad que provee la localización de un objeto en coordenadas polares. En algunos casos la intensidad producida por el eco de objetos no deseados se suprime del display y se elimina para detectar solamente objetos en movimiento u objetos de diferentes características al entorno usual [6].