



Radares meteorológicos

Curso introductorio

Unidad I

Unidad I. Principios de funcionamiento de los radares meteorológicos

Equipamiento del radar Doppler: Transmisor, Receptor, Antena, Procesador de Señales, Procesador de Datos, Visualizador de la Información. Propagación de las ondas de radio en la atmósfera: Refracción, Reflexión y Atenuación. Blancos de radar: Hidrometeoros, Insectos, Aves. Dispersión de Mie y Raleigh. Ecuación del Radar.

Unidad II. Explotación de los radares meteorológicos

Unidad III. Organización del servicio de datos de radar meteorológico

Unidad IV. Aplicaciones prácticas del radar meteorológico

Objetivo UNIDAD I

Que el estudiante sea capaz de entender el proceso de radiolocalización meteorológica en sus cuatro componentes: el equipamiento del radar, la atmósfera, los blancos, así como el componente humano.

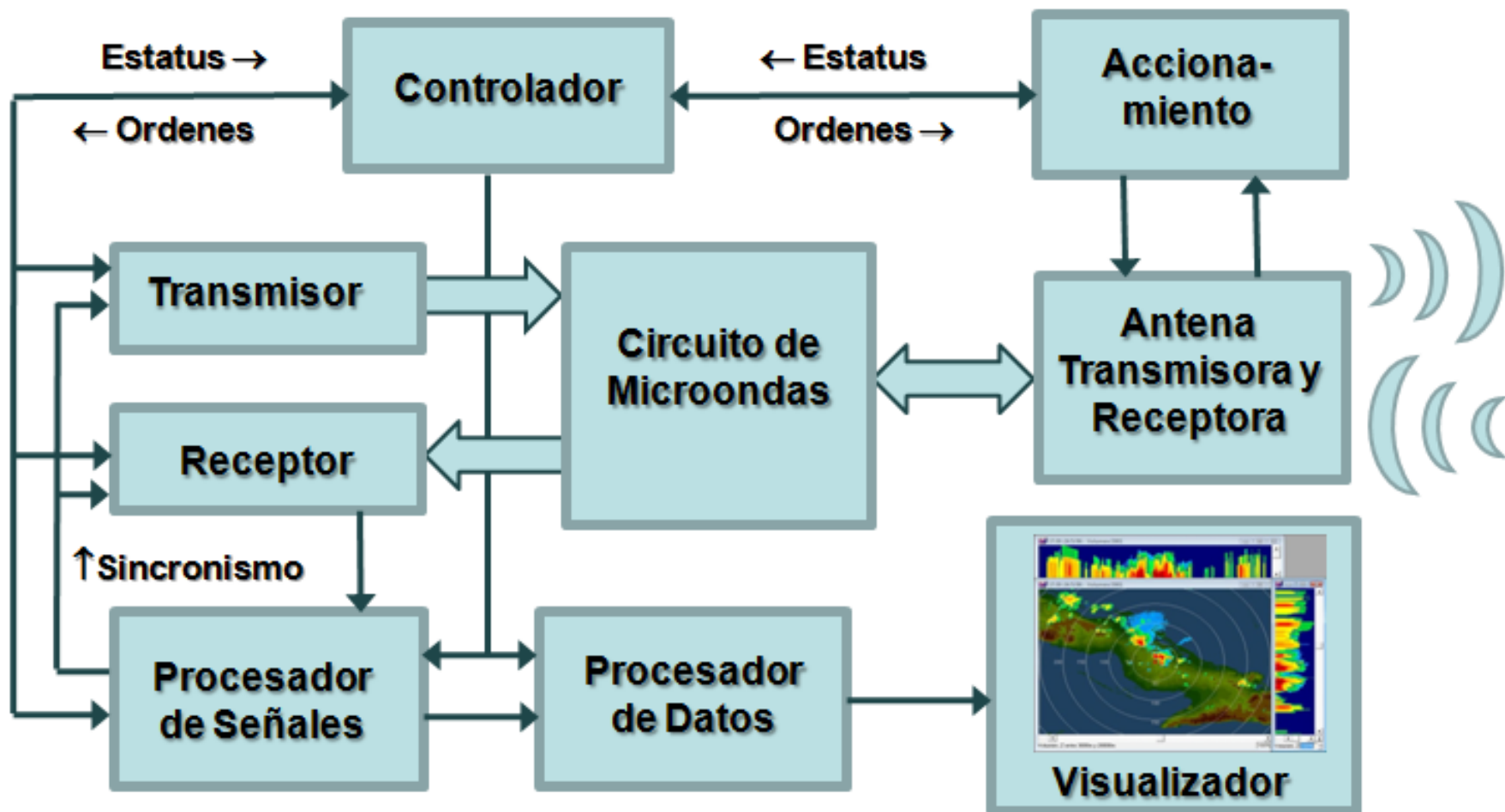


Unidad I Contenido

- **Proceso de Radiolocalización Meteorológica.**
- **Equipamiento del radar Doppler: *Transmisor, Receptor, Circuito de microondas, Antena, Procesador de Señales, Procesador de Datos, Visualizador de la Información.***
- **Propagación de las ondas de radio en la atmósfera: *Refracción, Reflexión y Atenuación.***
- **Blancos de radar: *Hidrometeoros, Insectos, Aves.***
Dispersión de Mie y Raleigh. Ecuación del Radar.

Equipamiento de Radar

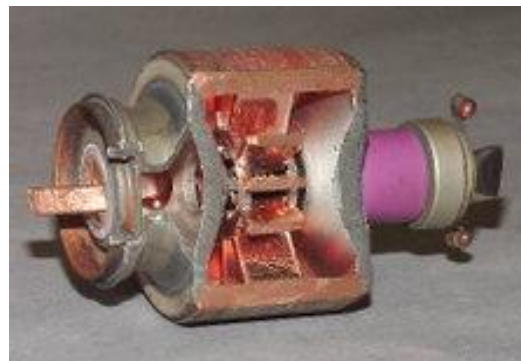
Módulos básicos



Transmisores de Radar

Funciones

Los transmisores de los radares meteorológicos son los módulos encargados de generar los pulsos de microondas de gran potencia y corta duración, que se repiten periódicamente y que se envían a la antena. Comúnmente los transmisores emplean como dispositivo de salida un **MAGNETRÓN** o un **KLISTRÓN**.



Transmisores de Radar

Parámetros

- **Frecuencia de trabajo: Banda S (2.7-3 GHz), Banda C (5.3-5.7 GHz), Banda X (9.7-10.0 GHz)**
- **Longitud de onda: Banda S (10 cm), Banda C (5 cm), Banda X (3 cm)**
- **Potencia de salida: 60 – 1000 kW**
- **Duración del pulso: 0.2 – 5.0 microsegundos**
- **Frecuencia de repetición de los pulsos: 200 – 2400 Hz**

Transmisores de Radar

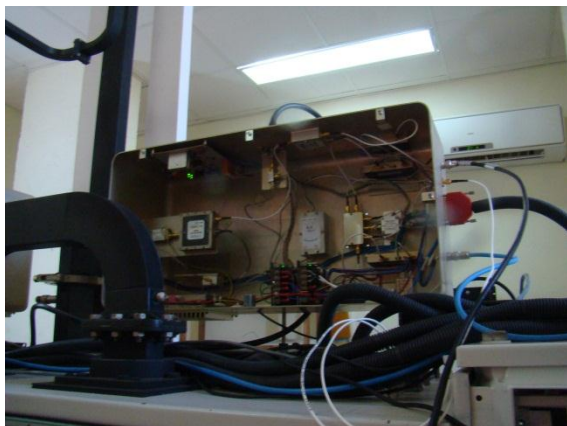
Ejemplos



Receptores de Radar

Funciones

Los receptores de los radares meteorológicos son los módulos encargados de amplificar las débiles señales recibidas de la antena y convertirlas a una frecuencia más baja (Frecuencia Intermedia: FI) a la cual pueda ser digitalizada la señal. Comúnmente suelen ser de **Doble** o de **Simple** conversión a la FI.



Receptores de Radar

Parámetros

- **Señal Mínima Discernible: de $10^{-13.8}$ a $10^{-14.4}$ W, ó de -108 dBm a -114 dBm**
- **Rango Dinámico: 85 – 120 dB**
- **Coeficiente de Ruido: 1.5 – 3.5 dB**
- **Ancho de Banda: 0.25 – 1.0 MHz**

Circuitos de microondas

Funciones

Los circuitos de microondas de los radares meteorológicos son los módulos encargados de llevar los pulsos de gran potencia del transmisor hacia la antena en el momento de la transmisión, manteniendo bloqueada la entrada del receptor; y luego canalizar hacia el receptor las débiles señales recibidas por la antena en el tiempo de recepción, evitando fugas hacia el transmisor.

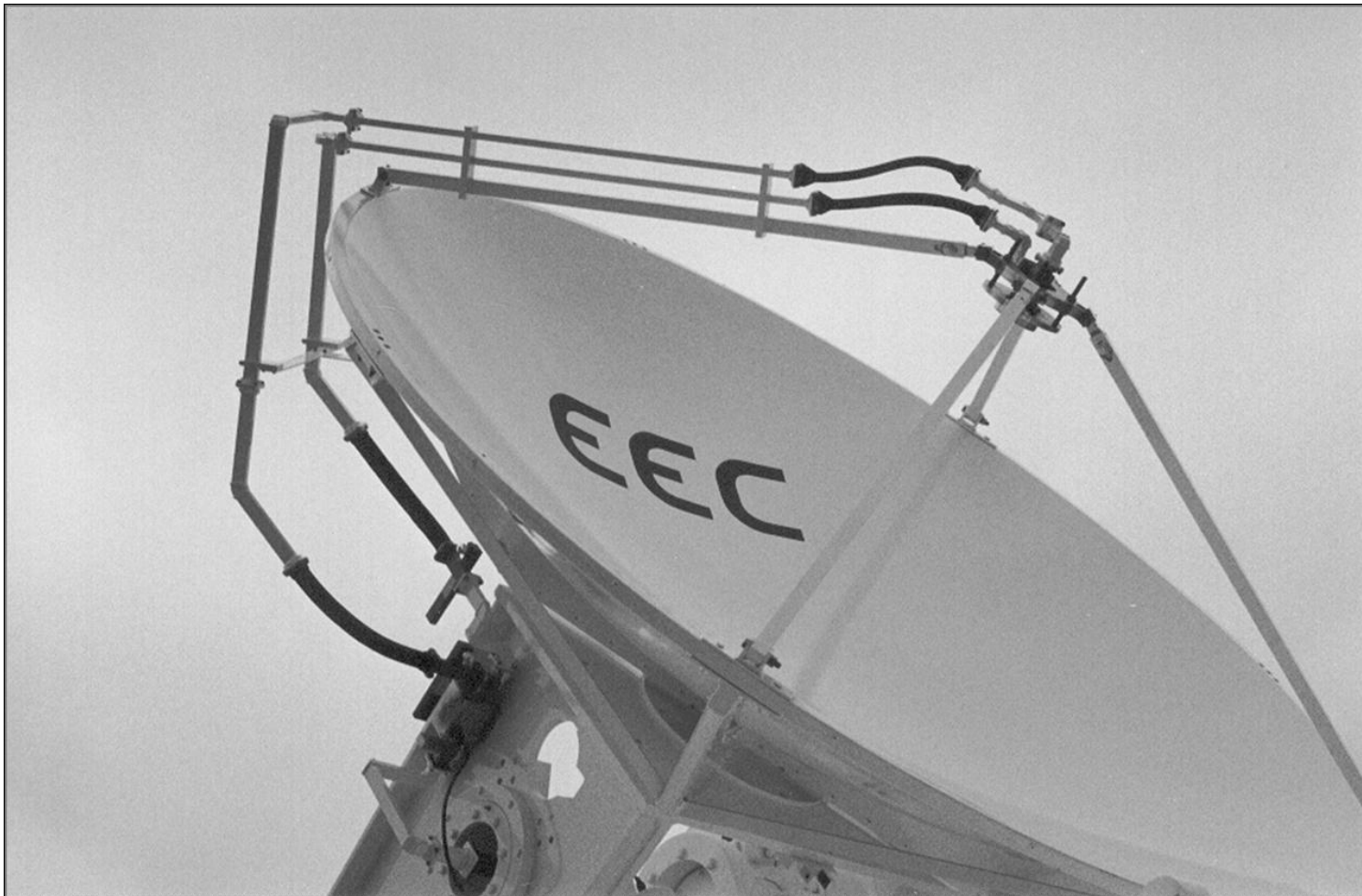
Circuitos de microondas

Parámetros

- **Pérdidas: 1.5 – 3 dB (una sola polaridad)**
- **Pérdidas de doble polarización: 5 – 7 dB (adicionales)**

Circuitos de Microondas

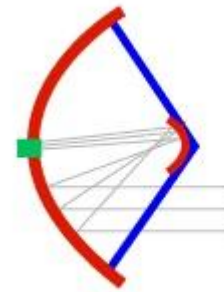
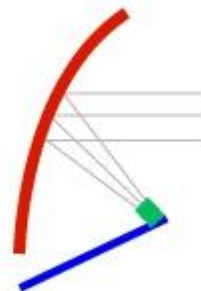
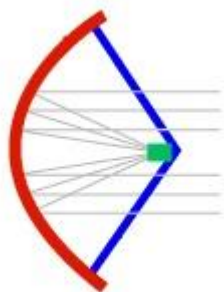
Ejemplo



Antenas de Radar

Funciones

Las antenas de los radares meteorológicos son los módulos encargados de radiar al espacio los potentes pulsos del transmisor y recibir las débiles señales retornadas. Comúnmente se emplean antenas de **ALIMENTADOR CENTRADO**, **ALIMENTADOR DESPLAZADO** (Offset) y de tipo **CASSEGRAIN**.



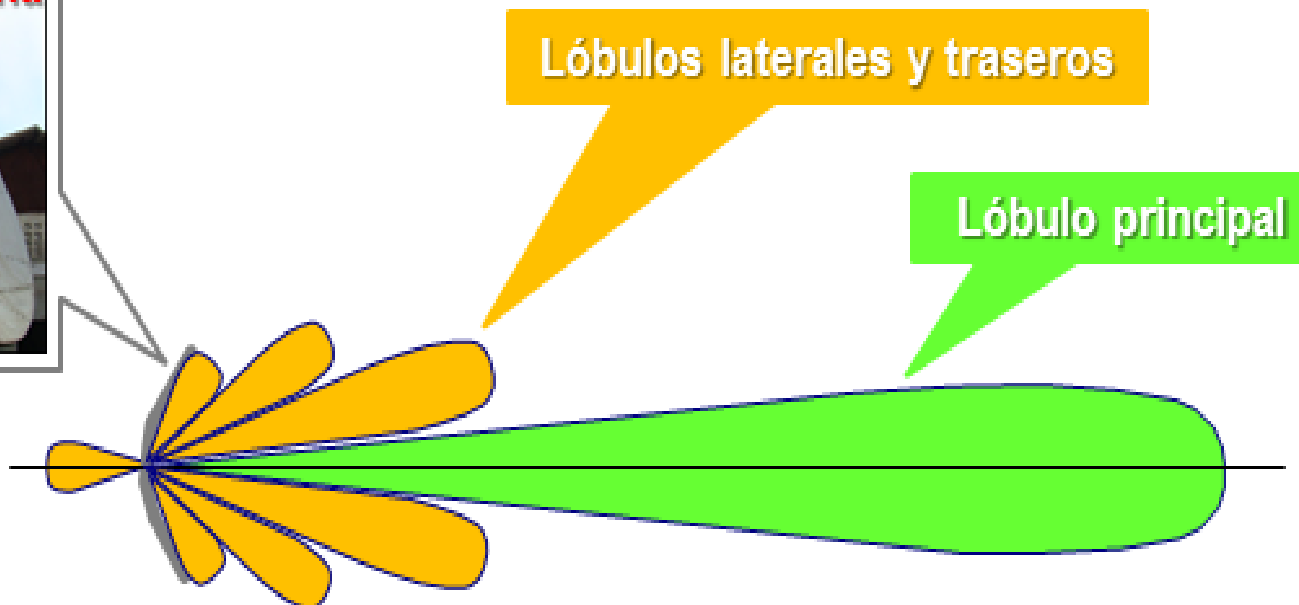
Antenas de Radar

Parámetros

- **Ganancia (directividad): 38 – 45 dB**
- **Ancho del haz a -3 dB: 0.5 – 1.7 grados**
- **Nivel del primer lóbulo lateral: de -25 dB a -28 dB**
- **Polaridad: Horizontal, Vertical, Ambas**

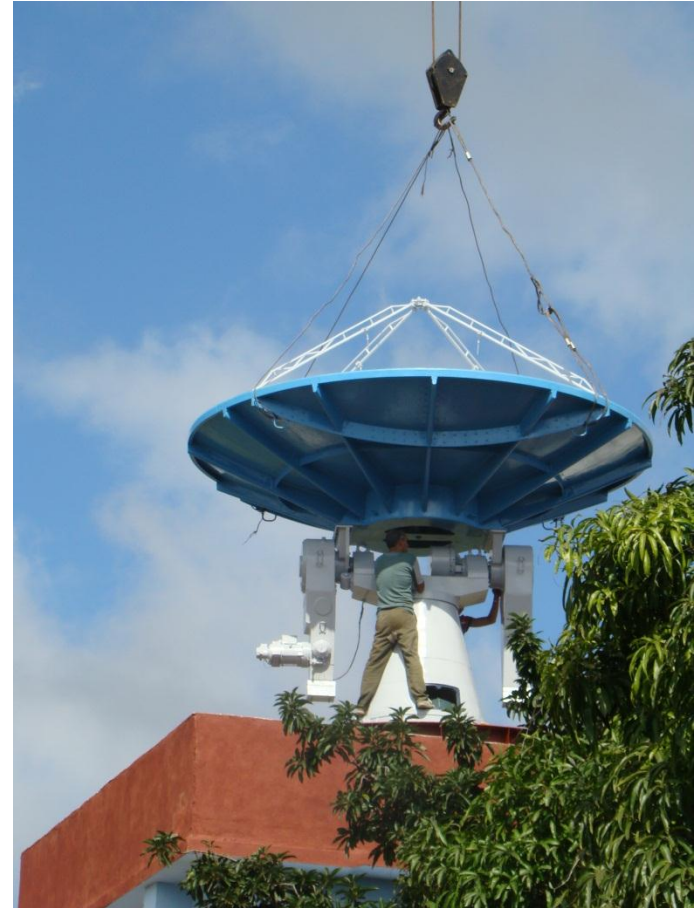
Antenas de Radar

Parámetros



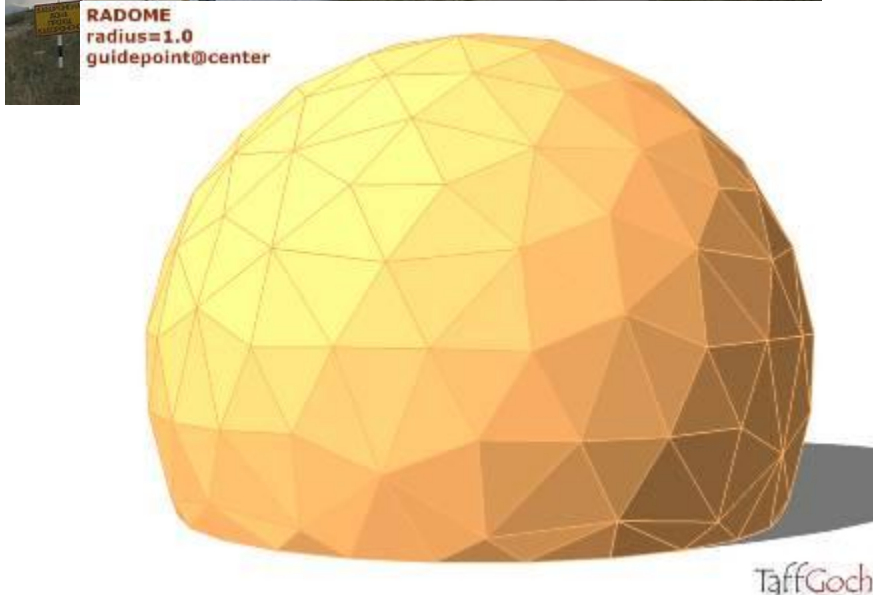
Antenas de Radar

Ejemplos



Antenas de Radar

Radomos



Procesadores de señales

Funciones

Los procesadores de señales de los radares meteorológicos son los módulos encargados de muestrear y digitalizar la señal de Frecuencia Intermedia, y estimar los momentos Doppler: Reflectividad (Z), Velocidad Radial Promedio (V), y Ancho Espectral de Velocidades Radiales (W). Si el radar es polarimétrico, además de lo anterior estiman: la Reflectividad Diferencial (Z_{dr}), la Fase Diferencial (ϕ_{dp}), el Coeficiente de Fase (K_{dp}), la correlación entre componentes (ρ_{hv}), y la Razón de Depolarización Lineal (LDR)

Procesadores de señales

Parámetros

- **Número de bits del CAD: 12, 14, 16**
- **Frecuencia de Muestreo: 60 – 200 MHz**
- **Cantidad de celdas: 4096 - 8192**
- **Tamaño mínimo de celda: 16, 32, 64 m**
- **Tipo de procesamiento: FFT, Pares de Pulsos**

Procesadores de señales

Ejemplos

- **Vaisala-Sigmet: RVP 8, RVP 900**
- **Selex-Gematronik: GDRX, GDRX5**
- **WSI-EEC: IQ2**
- **Eldes: NDRX**
- **Gamic: Enigma III**
- **Met Office-INSMET: VESTA | Cíclope**

Procesador/visor de datos

Funciones

Los procesadores de datos de los radares meteorológicos son los módulos encargados de generar productos procesador mediante complejos algoritmos y representarlos visualmente en forma de imágenes comprensibles para los meteorólogos, de forma que la información captada por el radar le permita al meteorólogo entender los procesos que ocurren en la tropósfera en el momento de la observación y compararlos con datos retroactivos.

Procesador/visor de datos

Ejemplos

- **Vaisala-Sigmet: IRIS**
- **Selex-Gematronik: RAINBOW**
- **WSI-EEC: EDGE**
- **Gamic: FROG-MURAN**
- **INSMET: VESTA | Proceso**