

Navegación NDB/ADF



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Radiogoniometría

Para la aplicación de esta técnica se requiere una fuente de ondas electromagnéticas (transmisor) y un receptor. El receptor debe tener un conjunto de antenas capaz de captar, con el proceso que sea preciso, el sentido de procedencia de la energía electromagnética EEM emitida.

Dependiendo de la posición del transmisor y receptor los equipos reciben las siguientes denominaciones:

- TX en tierra NDB (Non Directional Beacon) y RX en la aeronave ADF (Automatic Directional Finder). En este caso se utiliza EEM de baja y media frecuencia.
- TX en la aeronave (equipo comunicaciones VHF) y RX en tierra VDF (VHF Directional Finder). En este caso se utiliza EEM en la banda VHF

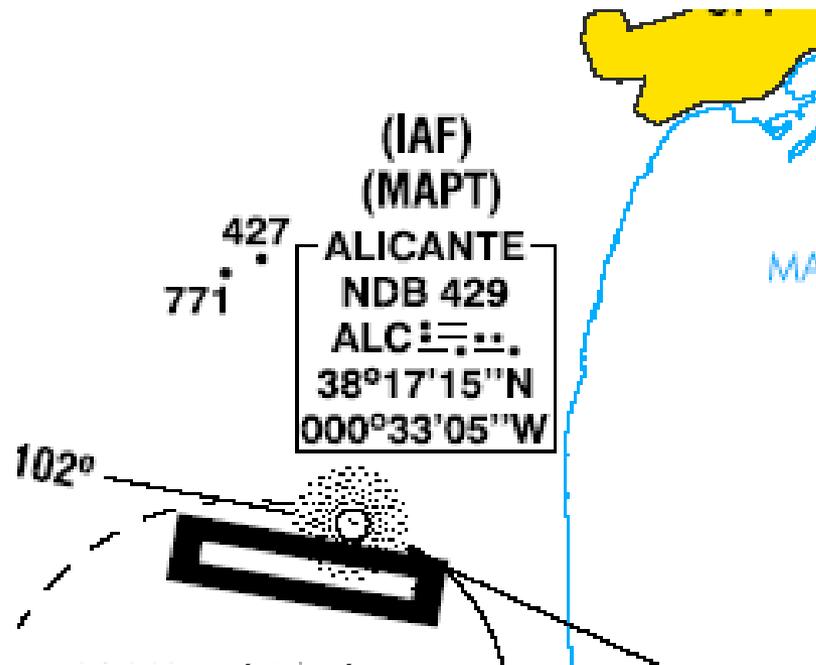
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Características NDB

- Cobertura: Intensidad de campo mínimo $70 \mu\text{V/m}$.
- Radiofrecuencia: 190 – 1750 KHz.
- Identificación: Mínimo 1 vez/30s (ruta). 3 veces/30s (Aproximación).
- Moduladora para Identificación: 1.020 Hz

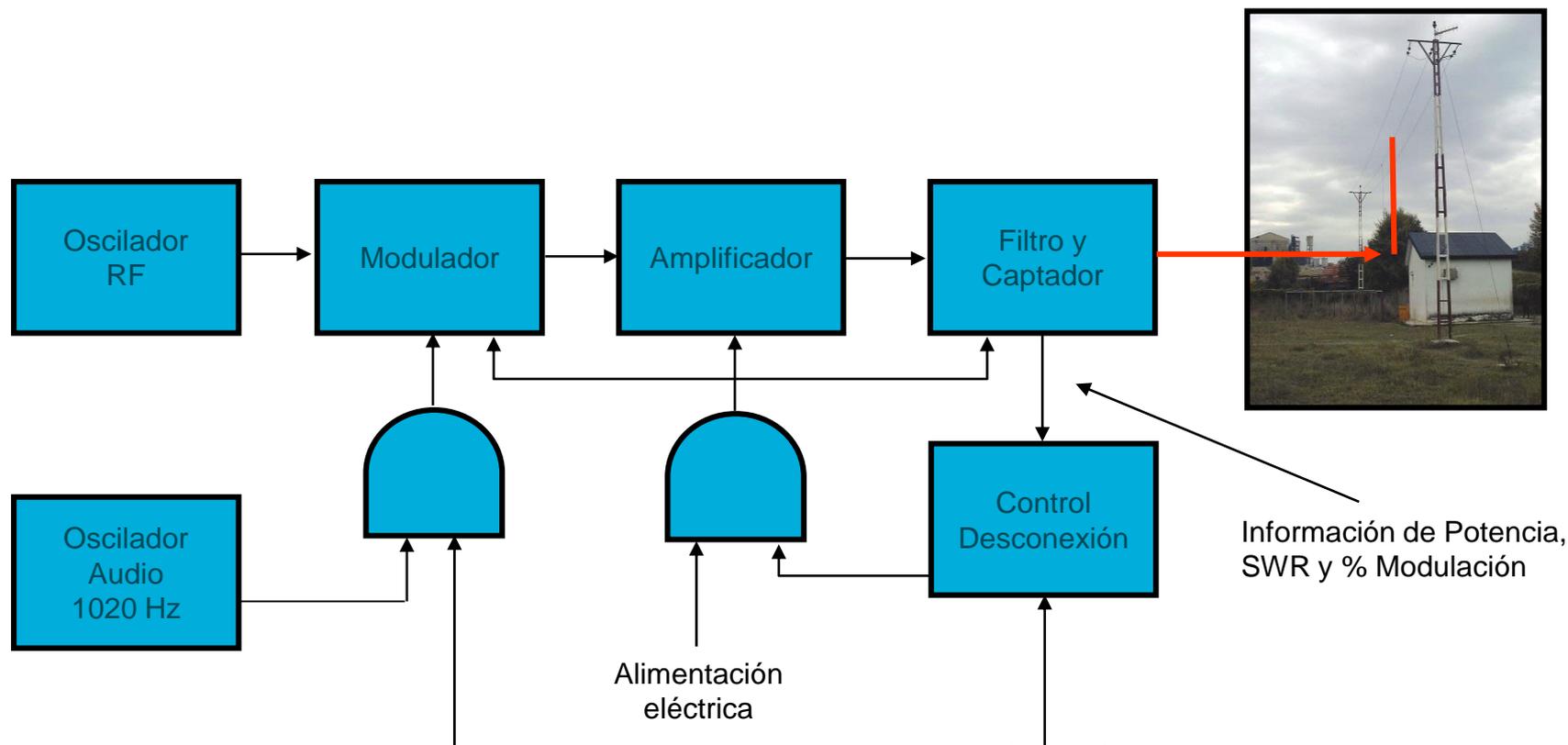


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Diagrama de bloques NDB

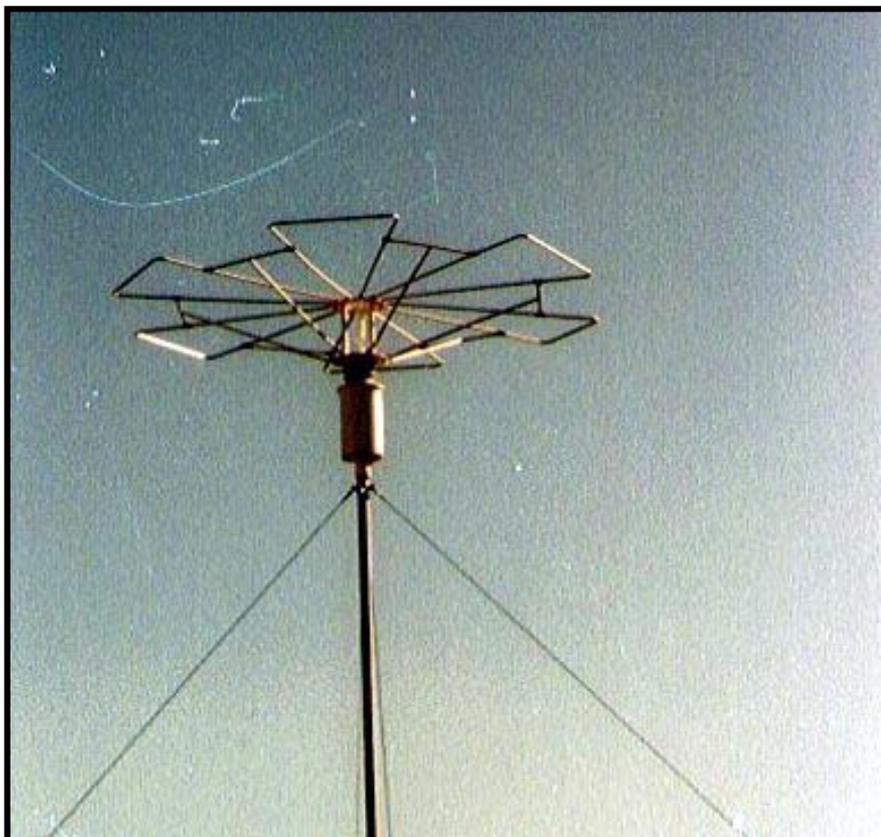


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Instalación NDB



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Instalación NDB

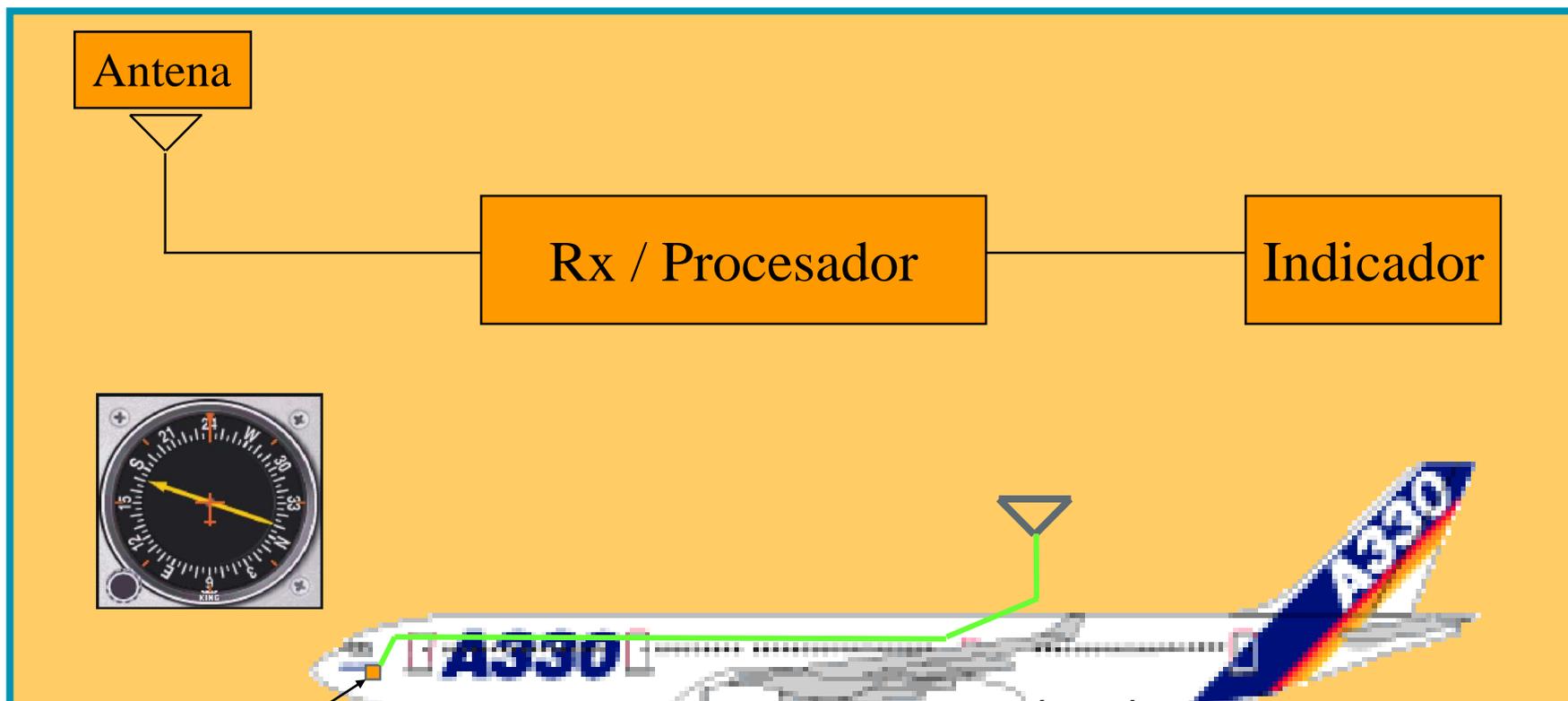


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Instalación a Bordo

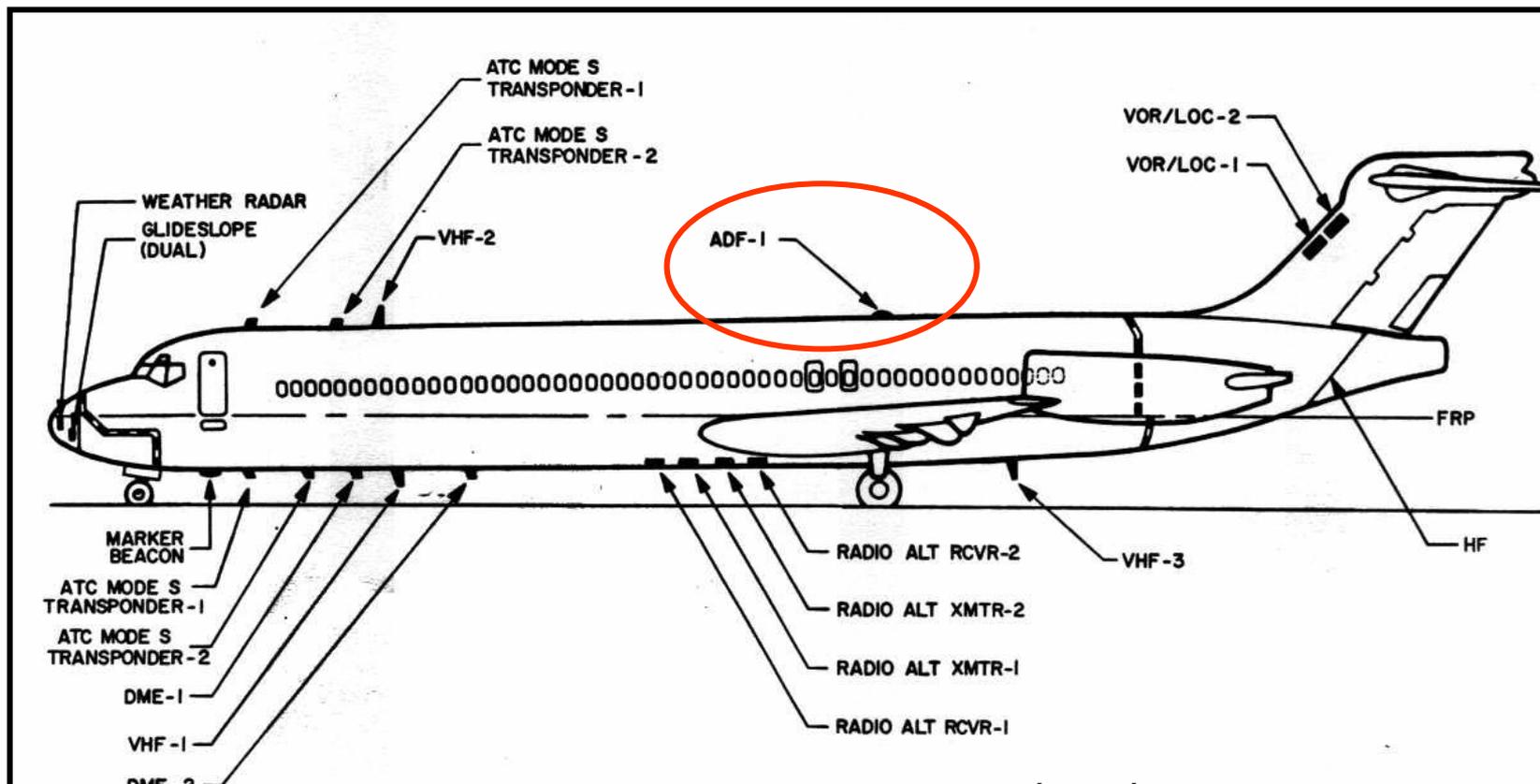


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Situación Antena ADF



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Técnicas de determinación del sentido de la EEM

Dependiendo del tipo de antena empleada existen tres técnicas:

1. Antena de cuadro y antena de sentido.

2. Doble antena de cuadro ortogonal

- Con giro del conjunto de antenas.
- Utilizando un goniómetro mecánico y antenas fijas.
- Electrónicamente.

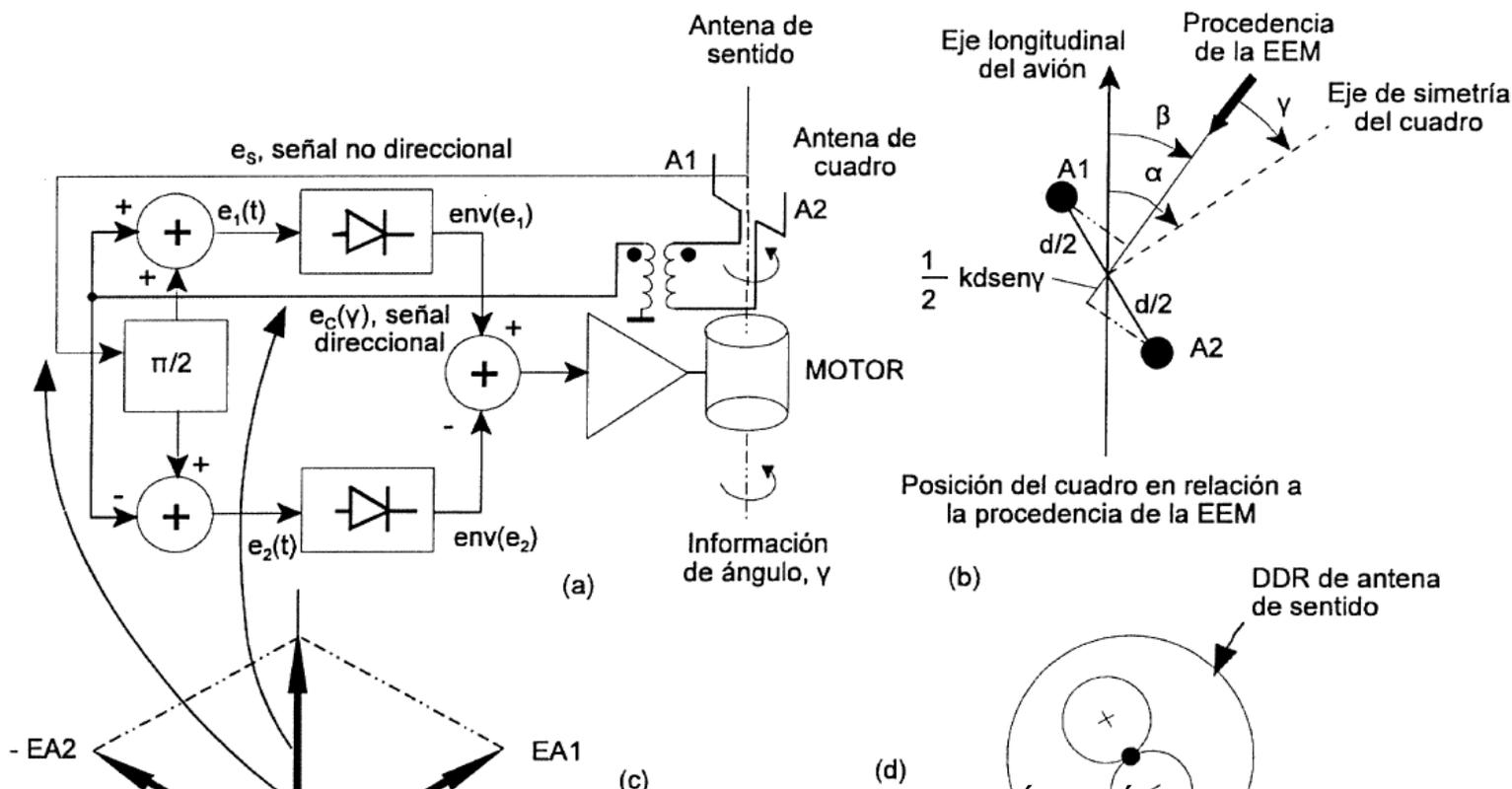
3. Antena maestra y anillo de esclavas (efecto Doppler)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Receptor ADF: Antena de cuadro y de sentido



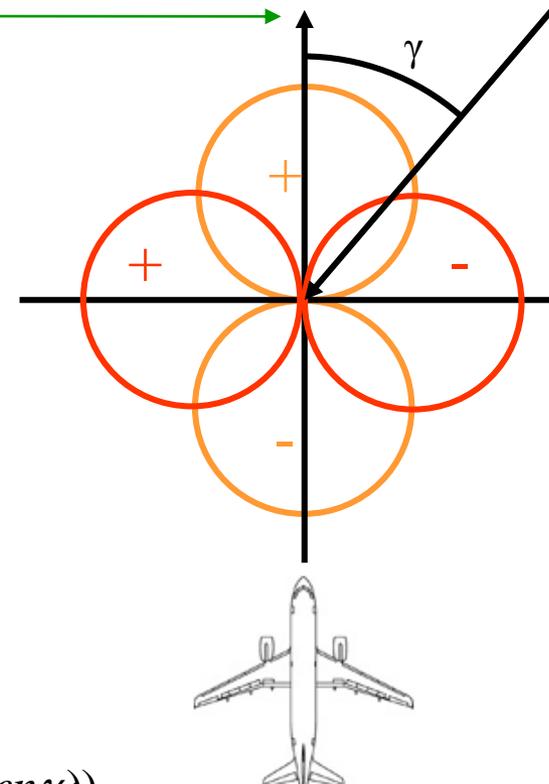
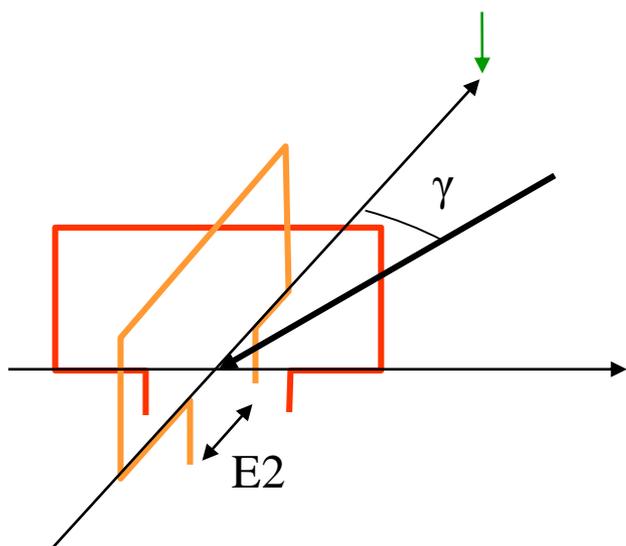
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Receptor ADF: Doble antena de cuadro fija

Eje longitudinal de la aeronave



$$d \ll \lambda$$

$$E_1 = \omega(\omega E_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2} \cos \gamma) - kd \sin(\omega t + \frac{\pi}{2} \cos \gamma))$$

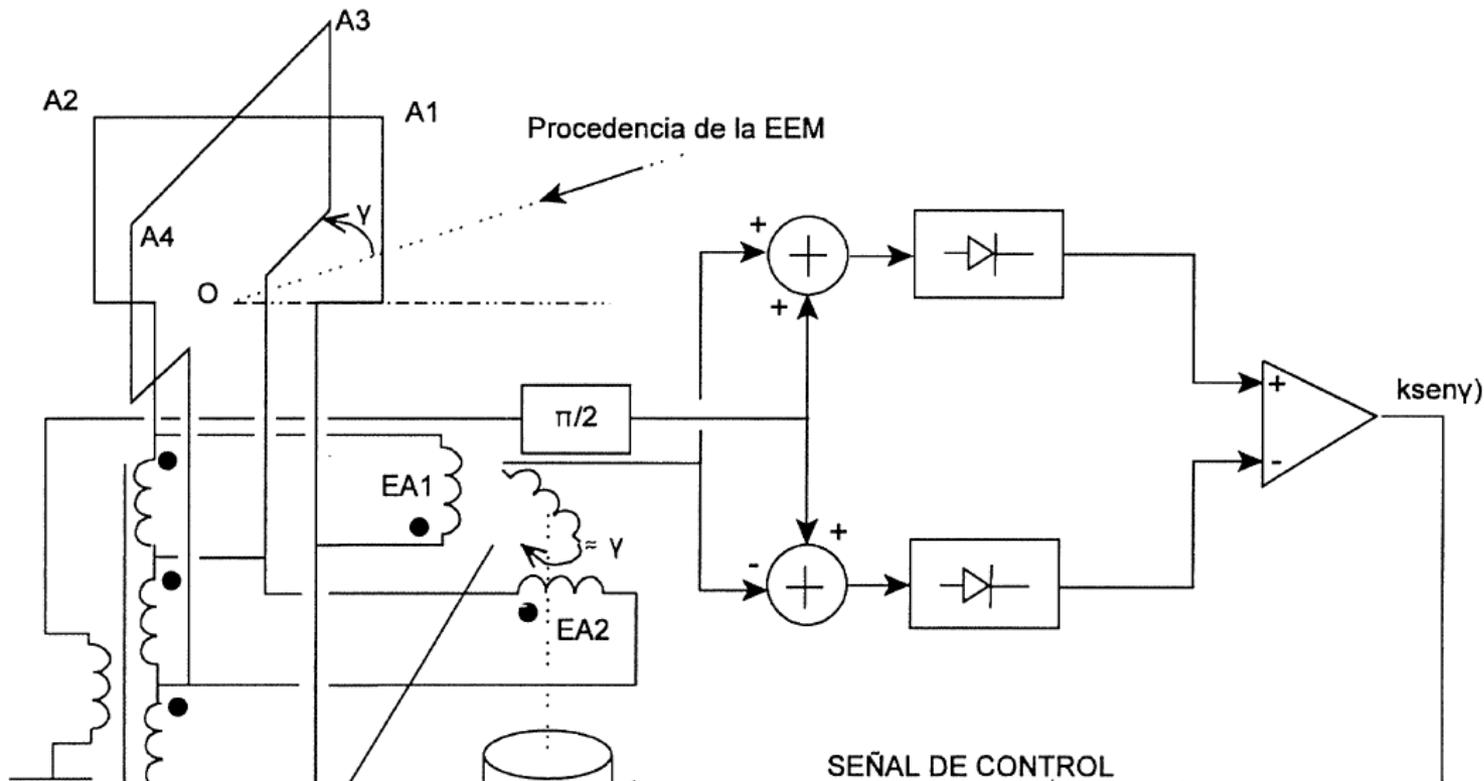
$$E_2 = kdE_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2} \sin \gamma)$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Receptor ADF: Doble antena de cuadro y goniómetro

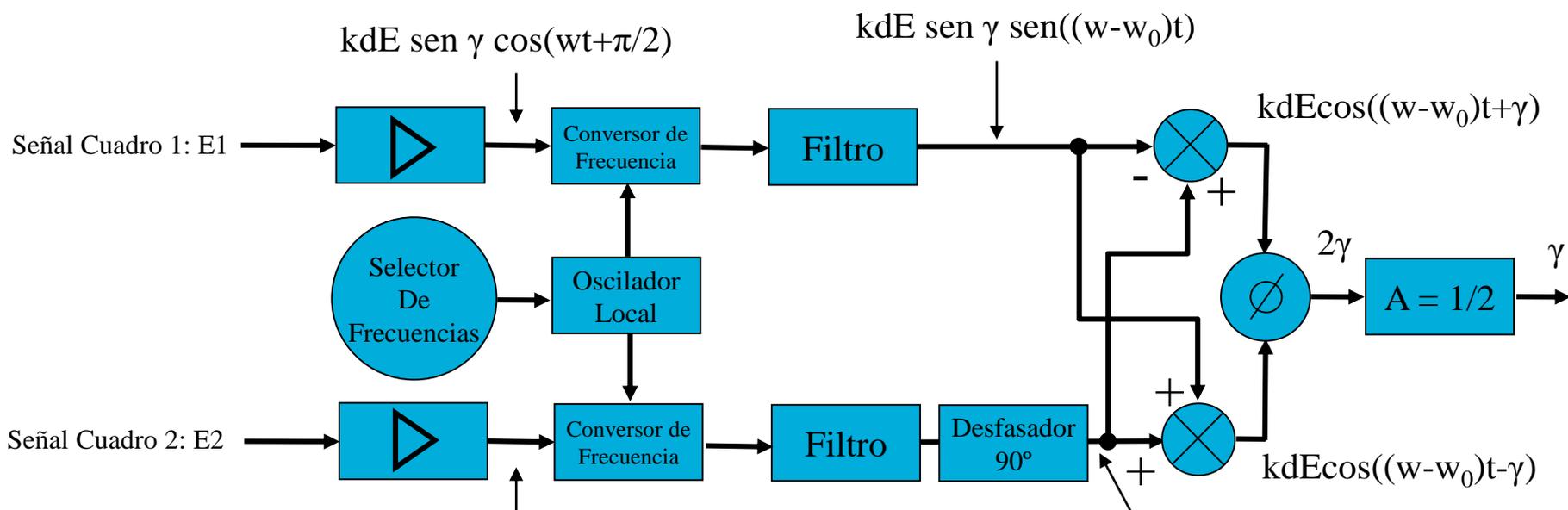


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Receptor ADF: Determinación electrónica de β

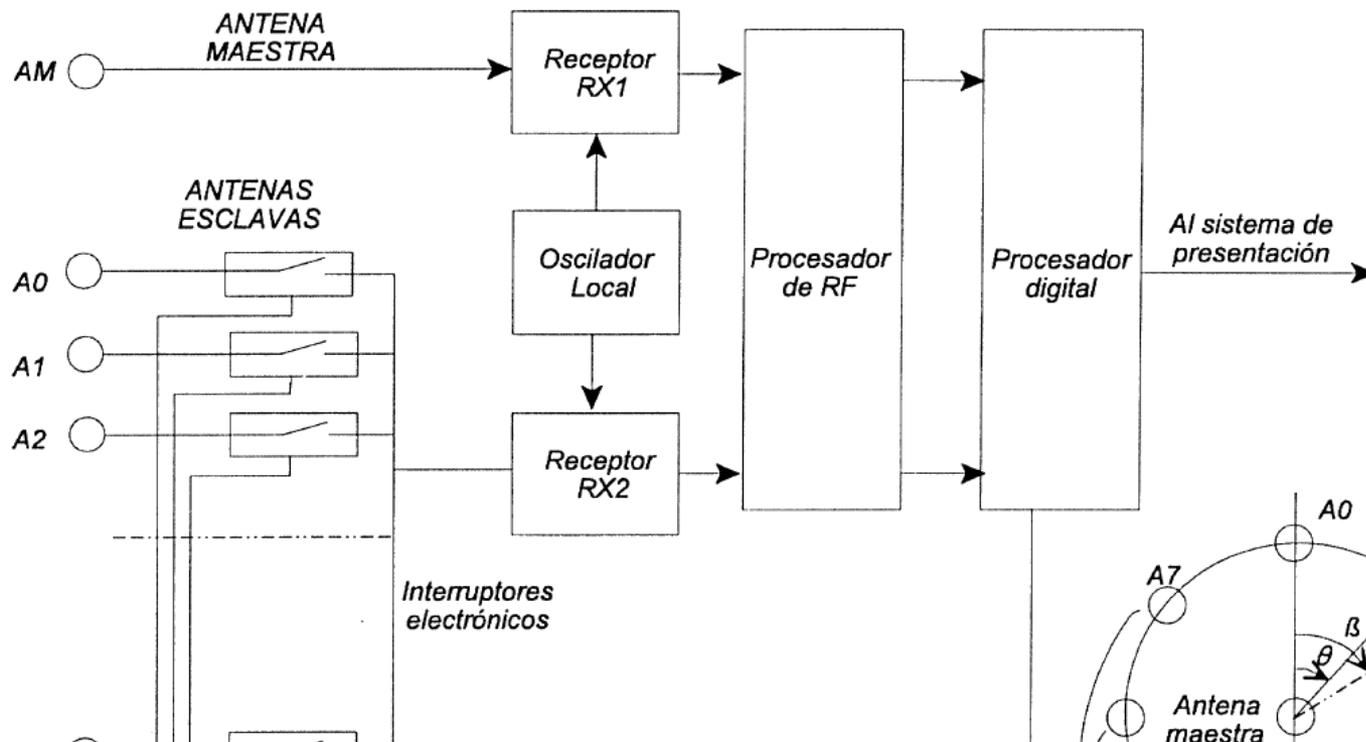


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Diagrama de bloques VDF

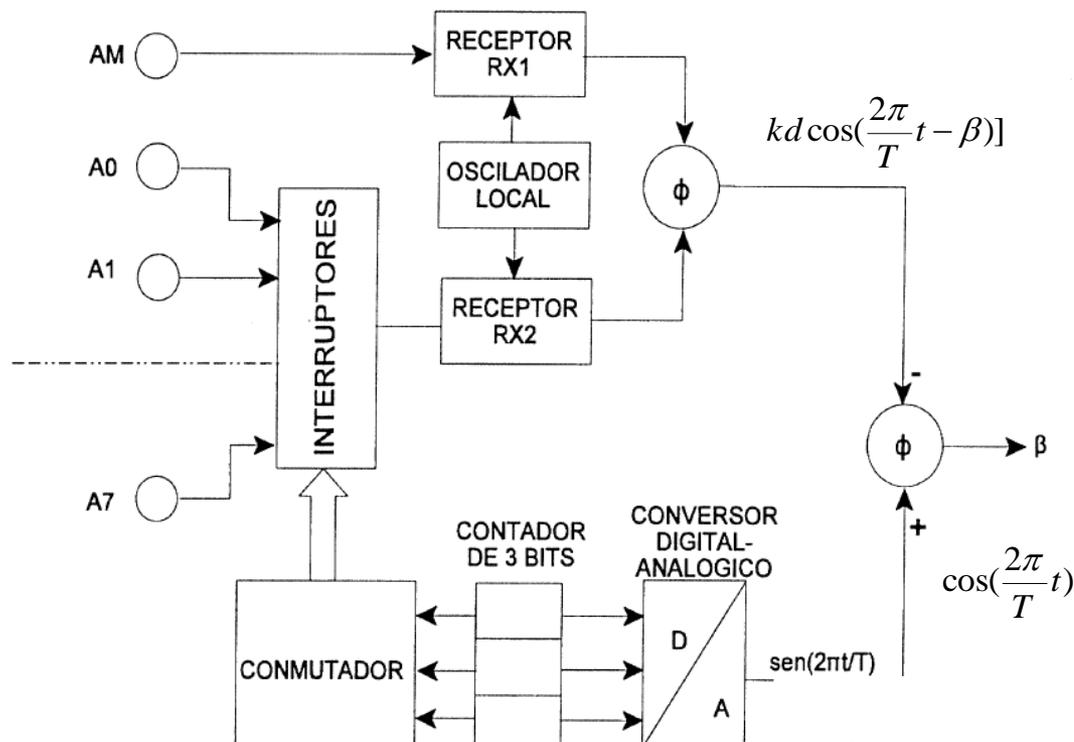


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Circuito básico VDF

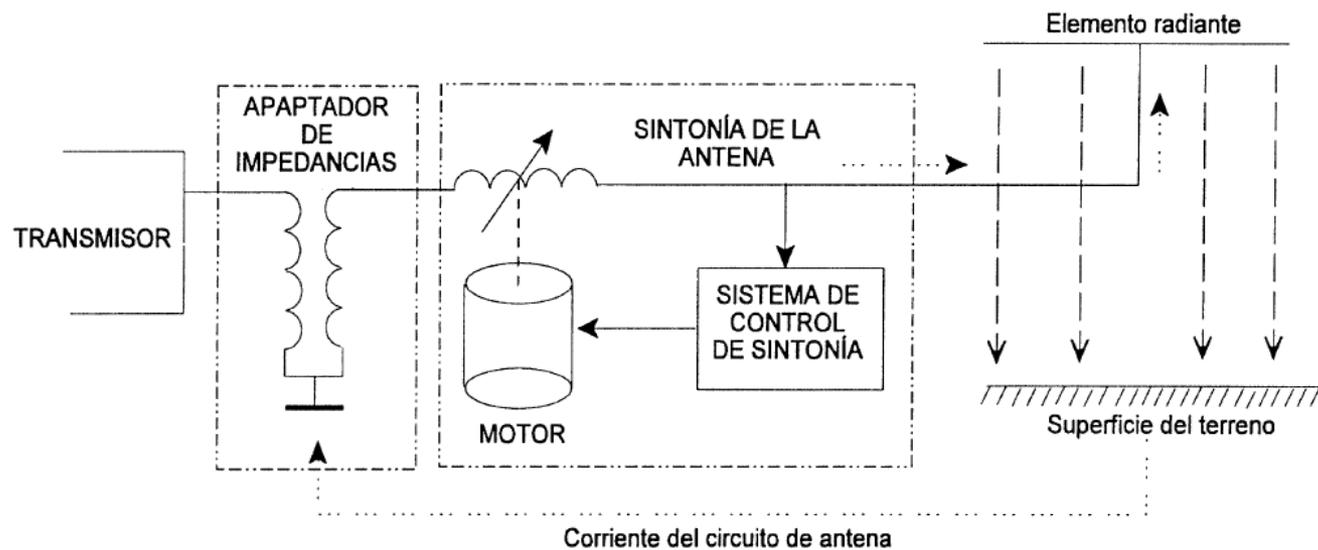


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

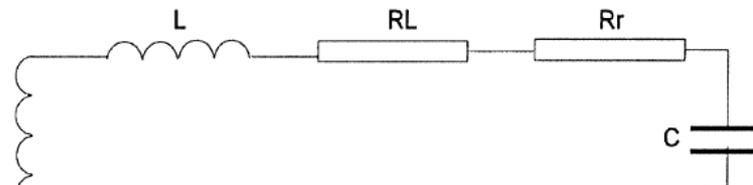
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Circuito de la antena de tierra



(a)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Cálculo altura de la antena (I)

$$R_r = 160\pi^2 \left(\frac{H_e}{\lambda}\right)^2 \quad \text{para un monopolo sobre el plano de tierra}$$

$$Z_{OH} = \frac{3.333}{C(pF)}$$

$$X_H = \frac{Z_{OH}}{2} \cot \frac{2\pi L}{\lambda}$$

$$Z_{OV} = 139 \log \frac{2H}{D} \quad \text{impedancia característica del elemento vertical}$$

$$Z_B = Z_{OV} \frac{X_H + jZ_{OV} \tan 2\frac{\pi}{\lambda} H}{Z_{OV} + jX_H \tan 2\frac{\pi}{\lambda} H} \quad \text{impedancia de entrada a la antena}$$

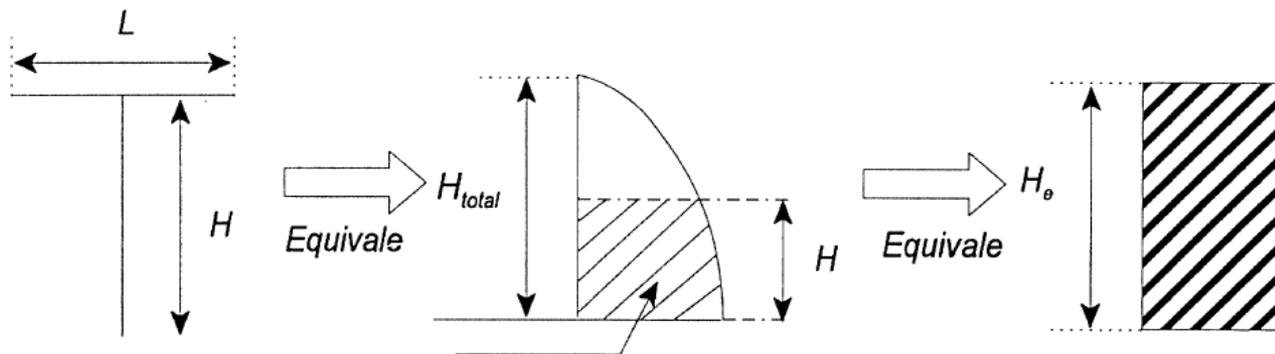
NUMERO DE HILOS HORIZONTALES	CAPACIDAD POR METRO
1	ENTRE 5 Y 10 pF
2	ENTRE 6 Y 12 pF
3	ENTRE 8 Y 14 pF

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cálculo altura de la antena (II)



Corriente que circula por el elemento vertical

$$H_e = \int_{H_{total}-H}^{H_{total}} \frac{\sin zdz}{\sin H_{total}}$$

Eficiencia: $N = \frac{R_r}{R_r + R_L + R_G}$ 1% a 40% L cancela las reactancias C_V y C_H

Diagrama radiación: $DDR_V = \cos\left[\frac{2\pi}{2} H \cos \theta\right] = 1 - \left(\frac{\pi}{2} H \cos \theta\right)^2$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cálculo altura de la antena (III)

$$C_V = H(m) \cdot (C_V / m)$$

$$C_T = C_V + C_H$$

$$C_H = L(m) \cdot (C_H / m)$$

$$X_C = -j \frac{1}{2\pi f_0 C_T}$$

$$R_L = \frac{|X_C|}{Q_L}$$

$$h_e = H \left[1 - 0.5 \frac{C_V}{C_V + C_H} \right]$$

$$R_r = 160\pi^2 \left(\frac{H_e}{\lambda} \right)^2$$

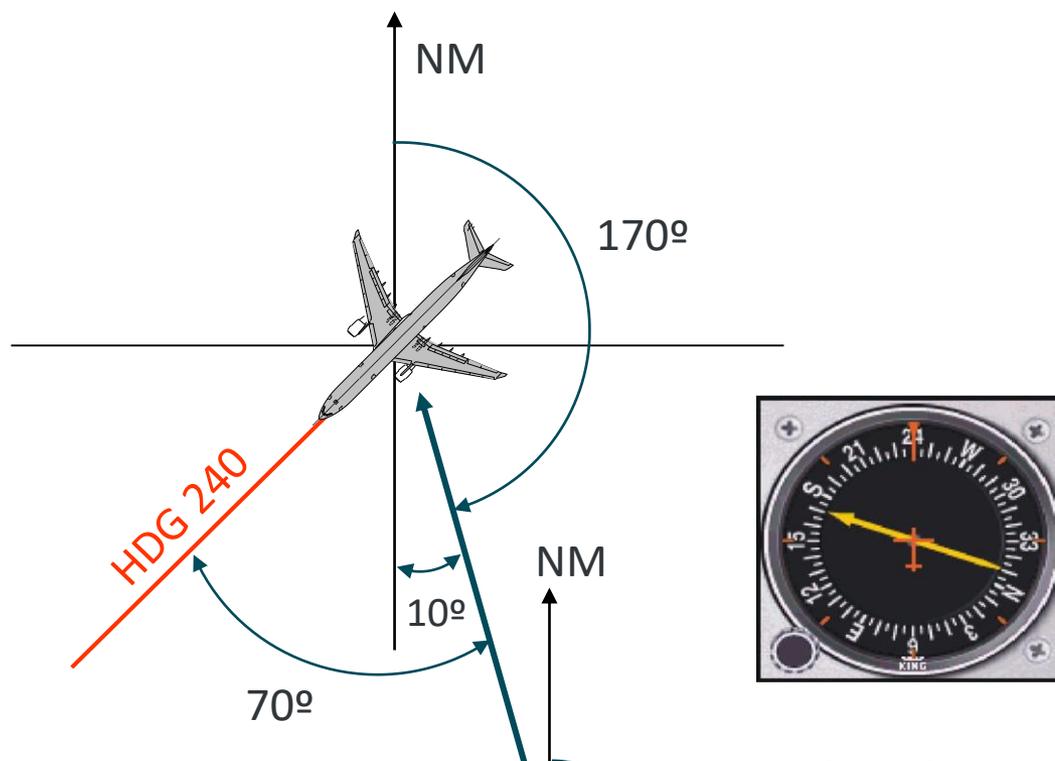
Capacidad tramo vertical	18 pF/m
Número de hilos horizontales	Capacidad por metro
1	5-10 pF/m
2	6-12 pF/m
3	8-14 pF/m

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Indicaciones RMI



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

VDF/UDF

- ❑ Las estaciones VDF miden la dirección de llegada de las transmisiones de radio desde la aeronave.
- ❑ Los dispositivos VDF pueden trabajar en las bandas MF, HF y VHF, pero hoy en día el servicio opera en frecuencias de 118 a 137 MHz en la banda VHF.
- ❑ Una estación terrestre D/F puede proporcionar rumbos verdaderos o magnéticos.
- ❑ Si se utilizan frecuencias UHF en lugar de VHF, este método se llama UDF. UDF es utilizado por los militares.
- ❑ La forma en la que trabaja el VDF/UDF se basa en la antena utilizada para detectar el frente de la onda electromagnética.



Cartagena99

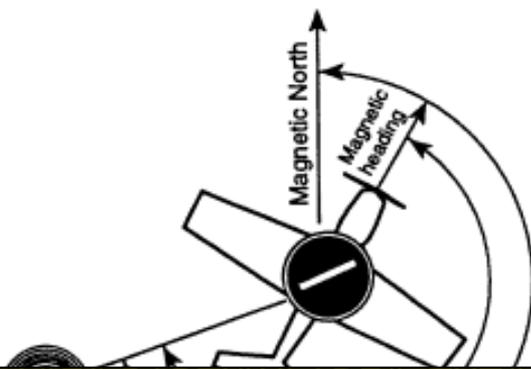
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Medición de rumbos

- ❑ QTE: Rumbo verdadero desde la estación.
- ❑ QUJ: Rumbo verdadero a la estación (recíproco a QTE).
- ❑ QDR: Rumbo magnético de la estación.
- ❑ QDM: Rumbo magnético a la estación (recíproco a QDR). Es el rumbo que la aeronave debe mantener (sin viento) para llegar a la estación.
- ❑ QTF: Posición en relación con un punto de referencia o en latitud y longitud.

Rumbo: ángulo entre el eje longitudinal de la aeronave y la dirección a otro objeto (estación VDF).



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

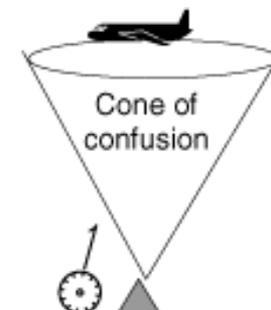
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Utilización del NDB

- ❑ Utilizando el NDB solo es posible detectar la dirección de procedencia de la onda electromagnética, es necesario combinar esta información con la de la brújula u otro NDB para poder obtener rumbos o situación.
- ❑ El VDF se usa solo en caso de emergencia, si las otras ayudas de navegación no están disponibles, como referencia o por aviación general. Nunca se utilizará como ayuda de navegación en ruta cuando haya otros sistemas disponibles.
- ❑ Si se vuela en condiciones de mal tiempo, una estación D/F puede ser útil.

Las precisiones del rumbo obtenido se miden en grados, existen varios niveles de precisión según OACI:

- Clase A: $\pm 2^\circ$
- Clase B: $\pm 5^\circ$
- Clase C: $\pm 10^\circ$
- Clase D: menor que la clase C.

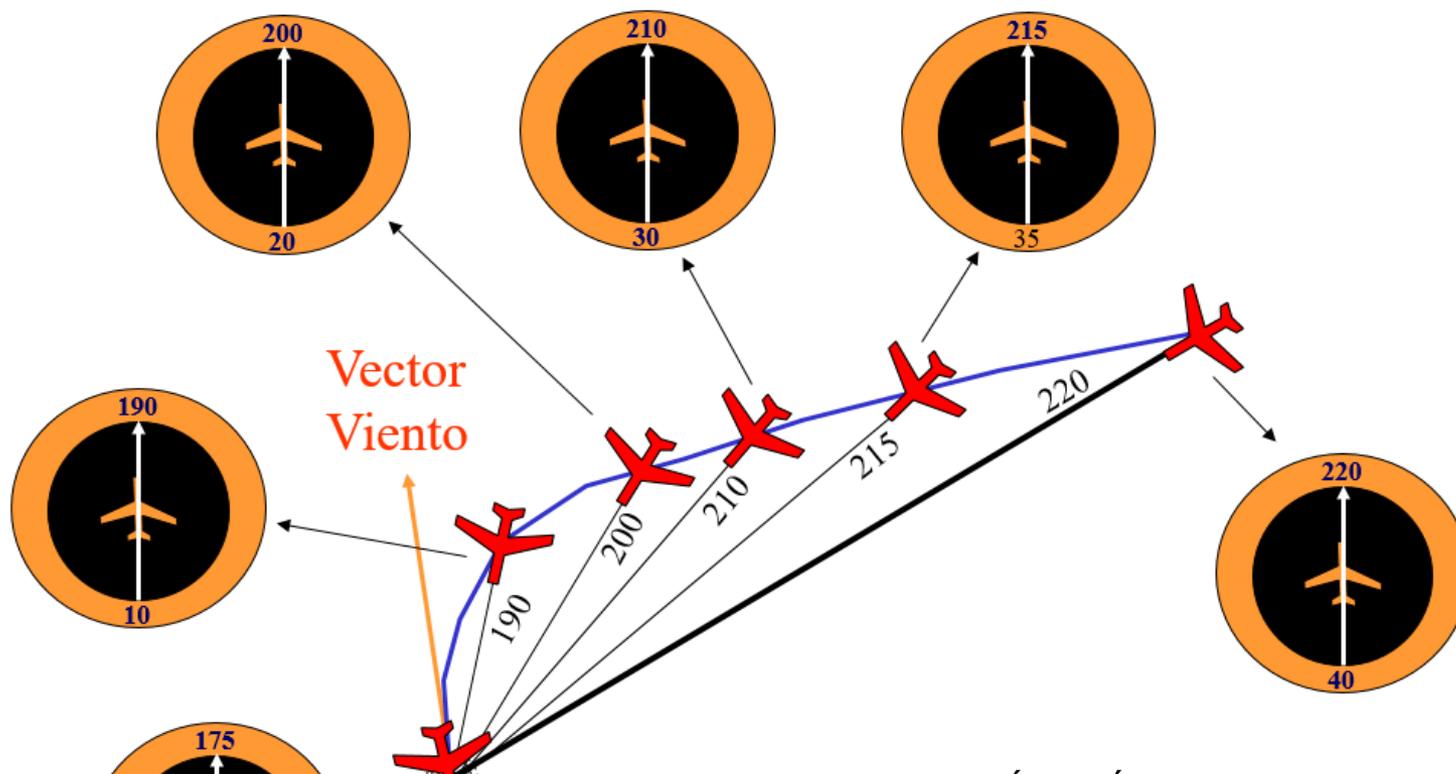


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Maniobra NDB/ADF



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Problema

Determinar la potencia necesaria a la salida del transmisor de un NDB ($f=500\text{kHz}$) para que tenga un alcance nominal de 100km , sabiendo que la altura efectiva del tramo vertical radiante es de 30m y las resistencias de pérdidas 5Ω (R_L+R_G).

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70