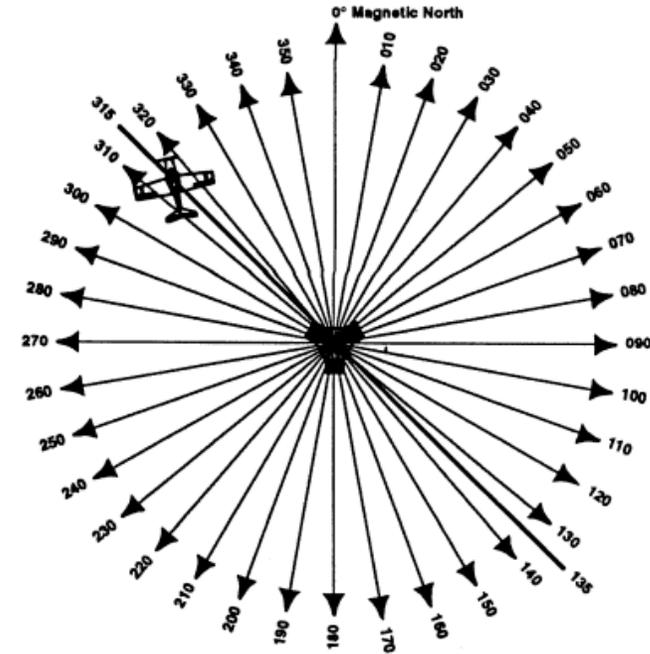


<http://www.treccani.it/enciclopedia/radiogoniometro/>



<https://www.aviacionmexico.com/que-es-un-vor/>

Sistemas y de estaciones de Radioayudas a la Navegación Aérea en España

Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y Construcciones Navales.

Documento elaborado por
Tomás Bermúdez Travieso.

SISTEMAS Y DE ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

ÍNDICE:

	Página
1. Introducción	3
2. NDB (Non-Directional Beacon)	4
3. VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)	5
4. DVOR (Doppler VOR)	6
5. DEM (Distance Measuring Equipment)	7
6. TACAN (Tactical Air Navigation System)	8
7. Datos de estaciones de radioayudas aéreas en España	10

SISTEMAS Y DE ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

Introduccion:

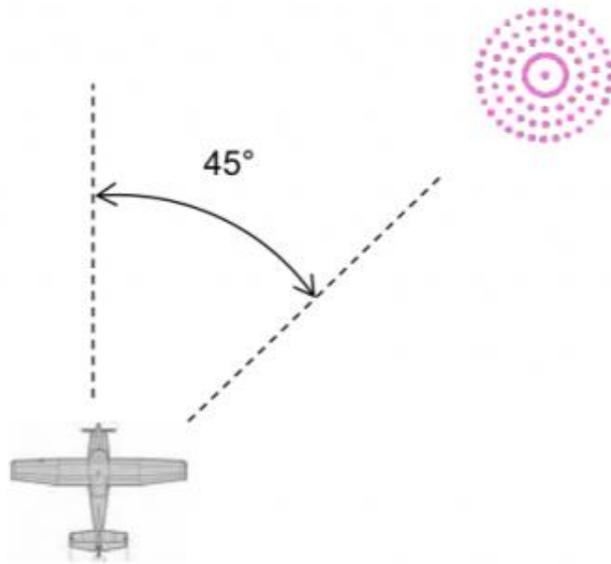
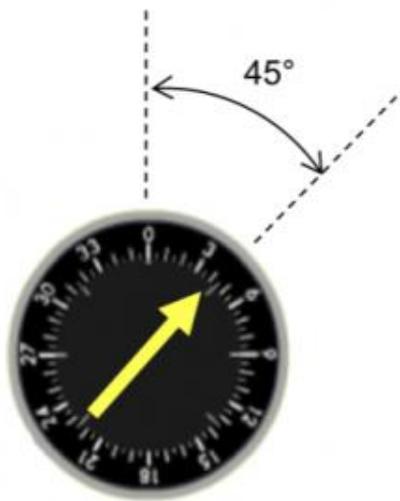
Los sistemas radionavegación pueden definirse como aquellos que mediante el uso de señales radioeléctricas, generalmente generadas en instalaciones terrestres y recibidas a bordo, permiten tanto a aeronaves, buques y vehículos terrestres obtener información de su posición. Inicialmente los equipos de radioayuda se han basado en estaciones de radio en tierra con emisión constante o a petición de ondas de radio, las cuales son recibidas por el buque o aeronave que haya sintonizado la frecuencia de esa radioayuda, para seguidamente obtener la información necesaria con la que puede obtener la dirección y sentido de la estación emisora. Aunque actualmente los sistemas y equipos satelitales están desplazando e incluso eliminando a estas instalaciones en este documento se recogen las actuales estaciones de radioayudas no satelitales para aeronaves en nuestro país. Tanto las técnicas de funcionamiento de estos sistemas como los dispositivos utilizados están altamente relacionados con el ámbito de estudio de los Ingenieros Radioelectrónicos.

Equipos a tratar:

- NDB
- VOR
- DVOR
- DEM
- TACAN

NDB

El NDB (Non-Directional Beacon) o baliza no direccional es un sistema de radiofaro. El equipo de tierra emite una señal de radio omnidireccional de frecuencia fija, las frecuencias asignadas al NDB están comprendidas entre 190 y 1750Khz, aunque en Norte América utilizan el rango comprendido entre 190 y 535Khz. Los NDB transmiten en onda continua, pudiendo incluso transmitir el indicativo. Mediante un equipo a bordo del avión basado en técnicas de radiogoniometría, se puede conocer la dirección y el sentido en la que se encuentra el radiofaro.



https://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=File:Ndb_track.png



<http://www.auroralchorus.com/ndb/ndbgllry.htm>

VOR

VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range) o Radiofaro Omnidireccional de Muy Alta Frecuencia. Es un sistema de radioayuda a la navegación utilizado por las aeronaves para seguir en vuelo una ruta preestablecida, mediante este sistema se puede obtener la dirección y sentido de la señal de la estación VOR transmisora. Suelen estar instalados en las proximidades de los aeropuertos y en puntos relevantes en la ruta que deben seguir las aeronaves. El VOR trabaja en VHF, esto elimina muchas de las limitaciones y errores del NDB pero tiene el inconveniente de disminuir su alcance el cual queda limitado a la línea visual.

La estación VOR de tierra transmite una señal de radio omnidireccional modulada en AM en la banda de VHF en el intervalo de frecuencias comprendida entre 108 y 118 MHz, esta señal será recibida por los equipos de las aeronaves que estén en su rango de alcance, el cual puede llegar a 240 km de distancia y a 11 kilómetros de altura. Además, el equipo VOR emite una segunda señal mediante una antena directiva con giro de 360 grados. De esta manera el avión recibe una doble señal procedente de la emisora en cuestión con lo que se aumenta la precisión de localización.



Antena VOR, radioayuda básica para la navegación aérea (foto: Fernando Puppio).

DVOR

El sistema DVOR (Doppler VOR) proporciona una mayor calidad de señal y precisión en comparación con los VOR mediante la utilización del efecto Doppler.

Los DVOR reducen, e incluso eliminan, el llamado "site error" que en esencia es la deformación que se pueda provocar en la señal debido a obstáculos situados en las cercanías de la estación de una estación VOR.

El VOR Doppler mejora en precisión al VOR Convencional (CVOR), consiguiendo una precisión de 0.5 grados con respecto a los 2 grados del CVOR. El sistema DVOR se compone de 53 antenas, de las cuales 52 están formando una circunferencia dividida en 26 parejas de antenas dipolo y una antena de dipolo omnidireccional situada en el centro de la circunferencia la cual hace de referencia. En su funcionamiento el sistema solo activa en cada instante 3 antenas, la central y una pareja de las ubicadas en la circunferencia, esto lo realiza 30 veces por segundo.

Actualmente hay más de 570 sistemas en funcionamiento en todo el mundo.



DME

DME (Distance Measuring Equipment) es un sistema electrónico que permite establecer la distancia entre el vehículo que la porte y una estación emisora. Normalmente se utiliza en el sector de la aeronáutica. Opera en la banda de frecuencia comprendida entre 962 y 1213 MHz (banda UHF) dividido en 200 canales.

El avión interroga con una secuencia de pares de pulsos siendo cada uno de ellos de $3.5 \mu\text{s}$ de duración, con una separación entre ellos de $12 \mu\text{s}$. El equipo de tierra que recibe esta señal la retransmite de nuevo con un retardo de $50 \mu\text{s}$ pero en una frecuencia que es o 63Mhz inferior o 63Mhz superior a la de interrogación. El equipo de la aeronave calcula el tiempo transcurrido desde que hizo la petición, le descuenta $50 \mu\text{s}$ y lo divide entre 2, y como conocemos que la velocidad de transmisión de la onda de radio en la atmosfera es igual la velocidad de la luz ($299.705.543 \text{ m/s}$) podemos obtener la distancia entre el vehículo y la estación DME.



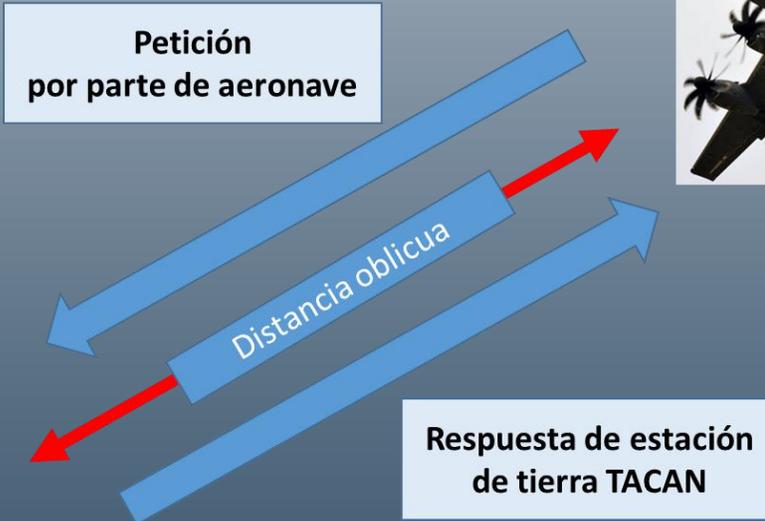
TACAN

TACAN (Tactical Air Navigation System) es un sistema de navegación aérea utilizado por aviones militares que opera en la banda de frecuencia comprendida entre 960 y 1215 MHz. Proporciona al piloto el rumbo y la distancia a una estación terrestre o a una estación de barco. El TACAN es una versión más precisa del sistema VOR/DME utilizado por la aviación civil para obtener la información de rumbo y distancia.

Una aeronave equipada solo con TACAN no puede recibir información de rumbo desde una estación de solo VOR.

La unidad TACAN es más precisa que un CVOR, ya que utiliza en su principio de funcionamiento dos frecuencias, con componentes de 15 Hz y 135 Hz, y porque las transmisiones UHF son menos propensas que la VHF a la refracción de las ondas de radio, fenómeno que altera la trayectoria de la transmisión debido a que puede provocar una flexión o cambio de dirección de la señal.

Los equipos de medición de distancia de TACAN operan con las mismas especificaciones que los DME civiles. Para reducir el número de estaciones, las estaciones TACAN se ubican normalmente en instalaciones VOR. A las estaciones que incluyen tanto equipos VOR como TACAN se le conocen como VORTAC.



ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
1	ALAVA	VITORIA	VRA	VOR-DME	116.60 MHz - Canal 113X	
2	ALAVA	VITORIA	VTA	NDB	345 kHz	
3	ALAVA	VITORIA-FORONDA	VFD	DVOR-DME	112.90 MHz - Canal 76X	
4	ALBACETE	ALBACETE	TAB	TACAN	Canal 17X	
5	ALBACETE	ALBACETE	VAB	DVOR-DME	115.80 MHz - Canal 105X	
6	ALBACETE	YESTE	YES	VOR-DME	115.20 MHz - Canal 99X	
7	ALICANTE	ALTET	ALT	VOR-DME	113.80 MHz - Canal 85X	60
8	ALMERÍA	ALMERÍA	AM	NDB	284 kHz	15
9	ALMERÍA	ALMERÍA	AMN	NDB	310 kHz	60
10	ALMERÍA	ALMERÍA	AMR	VOR-DME	114.10 MHz - Canal 88X	60
11	ASTURIAS	ASTURIAS	AST	NDB	325 kHz	60
12	ASTURIAS	ASTURIAS	AV	NDB	387 kHz	40
13	ASTURIAS	ASTURIAS	VES	DVOR-DME	112.40 MHz - Canal 71X	
14	BARCELONA	BARCELONA	BCN	DVOR-DME	116.70 MHz - Canal 114X	
15	BARCELONA	CALELLA	CLE	DVORTAC	115.35 MHz - Canal 10Y	
16	BARCELONA	EL PRAT	PRA	VOR-DME	114.30 MHz - Canal 90X	
17	BARCELONA	SABADELL	SLL	DVOR-DME	112.00 MHz - Canal 57X	
18	BARCELONA	VILAFRANCA	VLA	VOR-DME	113.15 - Canal 78Y	
19	BURGOS	BURGOS	BUR	VOR-DME	111.40 MHz - Canal 51X	

ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
20	CACERES	CACERES	CCS	DVOR-DME	114.20 MHz - Canal 89X	
21	CADIZ	JEREZ	JER	NDB	433 kHz	50
22	CADIZ	JEREZ	JRZ	DVOR-DME	113.00 MHz - Canal 77X	
23	CADIZ	VEJER DE LA FRONTERA	VJF	DVOR-DME	117.80 MHz - Canal 125X	
24	CANTABRIA	SANTANDER	SA	NDB	416 kHz	25
25	CANTABRIA	SANTANDER	SNR	DVOR-DME	115.30 MHz - Canal 100X	40
26	CORDOBA	BAILEN	BLN	VOR-DME	116.2 MHz - Canal 109X	
27	CORDOBA	HINOJOSA DEL DUQUE	HIJ	VOR-DME	114.70 MHz - Canal 94X	
28	CÓRDOBA	CÓRDOBA	CDB	VOR-DME	112.40 MHz - Canal 71X	10
29	CÓRDOBA	CÓRDOBA	COR	NDB	366 kHz	10
30	CORUÑA	CORUÑA	C	NDB	410 kHz	
31	CORUÑA	CORUÑA	COA	NDB	401 kHz	
32	CORUÑA	CORUÑA	LRA	DVOR-DME	115.10 MHz 0 MHz - Canal 98X	
33	CORUÑA	SANTIAGO	SNO	NDB	417 kHz	
34	CORUÑA	SANTIAGO	SO	NDB	390 kHz	30
35	CORUÑA	SANTIAGO	STG	DVOR-DME	116.40 MHz - Canal 111X	90
36	CUENCA	CASTEJON	CJN	DVOR-DME	115.60 MHz - Canal 103X	
37	GERONA	BAGUR	BGR	DVOR-DME	112.20 MHz - Canal 59X	
38	GERONA	GERONA	GIR	DVOR-DME	114.10 MHz - Canal 88X	
39	GRAN CANARIA	FUERTEVENTURA	FTV	DVOR	114.10 MHz	40

ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
40	GRAN CANARIA	FUERTEVENTURA	FV	NDB	397 kHz	25
41	GRAN CANARIA	GRAN CANARIA	GDV	DVOR	112.90 MHz - Canal 76X	
42	GRAN CANARIA	LANZAROTE	LTE	DVOR-DME	114.40 MHz	
43	GRAN CANARIA	LANZAROTE	LZ	NDB	310 kHz	
44	GRAN CANARIA	LANZAROTE	LZR	DVOR-DME	115.20 MHz	
45	GRAN CANARIA	LAS PALMAS	LPC	DVOR	115.00 MHz	80
46	GUADALAJARA	ROBLEDILLO	RBO	DVOR-DME	113.95 MHz - Canal 86Y	
47	GUIPUZCUA	SAN SEBASTIAN	SSN	DVOR-DME	117.90 MHz - Canal 126X	
48	HUESCA	HUESCA	HUE	DVOR-DME	114.550 MHz - Canal 92Y	
49	LA RIOJA	DOMINGO	DGO	DVOR-DME	112.60 MHz - Canal 73X	
50	LERIDA	LERIDA	LLE	DVOR-DME	113.60 MHz	
51	MADRID	BARAJAS	BRA	VOR-DME	116.45 MHz	
52	MADRID	COLMENAR VIEJO	CNR	DVOR-DME	117.30 MHz - Canal 120X	
53	MADRID	CUATRO VIENTOS	CVT	NDB	285 kHz	
54	MADRID	GETAFE	GE	NDB	421 kHz	
55	MADRID	GETAFE	VGE	VORTAC	112.5	
56	MADRID	NAVAS DEL REY	NVS	DVOR-DME	114.95 - Canal 96Y	
57	MADRID	PERALES	PDT	VOR-DME	116.95 MHz	
58	MADRID	SAN SEBASTIAN DE LOS REYES	SSY	DVOR-DME	117.85 MHz - Canal 125Y	
59	MADRID	SOMOSIERRA	SIE	DVOR-DME	115.40 MHz - Canal 101X	

ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
60	MADRID	TORREJON	TJZ	TACAN	Canal 72X	
61	MADRID	TORREJON	VJZ	VOR-DME	N/A	
62	MADRID	TORREJON	VTZ	DVOR-DME	115.10 - Canal 98X	
63	MALAGA	MALAGA	AGP	DVOR-DME	117.150 MHz - Canal 118Y	
64	MALAGA	MALAGA	MGA	DVOR-DME	112.00 MHz - Canal 57X	
65	MALAGA	MARTÍN	MAR	DVOR-DME	112.60 MHz - Canal 73X	100
66	MÁLAGA	MÁLAGA	MLG	DVOR-DME	113.55 MHz - Canal 82Y	40
67	MÁLAGA	MÁLAGA	RMA	NDB	330 kHz	
68	MELILLA	MELILLA	MEL	DVOR-DME	114.25 MHz - Canal 89Y	25
69	MELILLA	MELILLA	MIA	NDB	292 kHz	25
70	MURCIA	ALCANTARILLA	TRL	TACAN	Canal 113X	
71	MURCIA	MURCIA	MUR	DVOR	114.85 MHz	25
72	PALENCIA	TABANERA DEL CERRATO	NEA	VOR-DME	116.75 MHz - Canal 114Y	
73	PALMA DE MALLORCA	CAPDEPERA	CDP	DVOR-DME	112.90 MHz - Canal 76X	
74	PALMA DE MALLORCA	IBIZA	IBA	VOR-DME	117.80 MHz - Canal 125X	
75	PALMA DE MALLORCA	MAHON	MHN	DVOR-DME	112.60 MHz - Canal 73X	60
76	PALMA DE MALLORCA	MENORCA	MN	NDB	344 kHz	
77	PALMA DE MALLORCA	PALMA - SON SANT JOAN	JOA	VOR-DME	117.7 MHz	40
78	PALMA DE MALLORCA	POLLENSA	POS	VOR-DME	116.40 MHz	60
79	PAMPLONA	PAMPLONA	PPN	DVOR-DME	112.30 MHz - Canal 70 MHz X	

ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
80	SALAMANCA	SALAMANCA	AL	NDB	359 kHz	15
81	SALAMANCA	SALAMANCA	BBI	VOR-DME	112.20 MHz - Canal 59X	
82	SALAMANCA	SALAMANCA	TSC	TACAN	Canal 80X	
83	SEVILLA	EL COPER0	EEC	NDB	327 kHz	
84	SEVILLA	MORON	MRN	VOR-DME	115.50 MHz	
85	SEVILLA	SEVILLA	SPP	NDB	420 kHz	40
86	SEVILLA	SEVILLA	SVL	DVOR-DME	113.70 MHz - Canal 84X	
87	SORIA	BARAHONA	BAN	DVOR-DME	112.80 MHz - Canal 75X	
88	TARRAGONA	REUS	RES	VOR-DME	114.20 MHz - Canal 89X	
89	TARRAGONA	REUS	RUS	NDB	424 kHz	
90	TENERIFE	GCXO-LOCATOR	FP	NDB	420 kHz	
91	TENERIFE	LA GOMERA	LGM	DVOR-DME	116.00 MHz	
92	TENERIFE	LA PALMA	BX	NDB	389 kHz	
93	TENERIFE	TENERIFE NORTE	LRO	DVOR-DME	116.20 MHz	
94	TENERIFE	TENERIFE NORTE	TFN	DVOR-DME	117.70 MHz	
95	TENERIFE	TENERIFE SUR	TES	NDB	317 kHz	
96	TERUEL	CALAMOCHA	CMA	VOR-DME	116.0 MHz - Canal 107X	
97	TOLEDO	TOLEDO	TLD	VOR-DME	113.20 MHz - Canal 79X	
98	TOLEDO	VILLATOBAS	VTB	VOR-DME	112.70 MHz - Canal 74X	
99	VALENCIA	CALLES	CLS	DVOR-DME	117.55 MHz - Canal 122Y	

ESTACIONES DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN ESPAÑA

	PROVINCIA	NOMBRE	IDENTIFICACION	TIPO	FRECUENCIA - - Canal	ALCANCE (MILLAS NAUTICAS)
100	VALENCIA	EBT	EBT	NDB	362 kHz	
101	VALENCIA	PND	PND	NDB	340 kHz	
102	VALENCIA	SGO	SGO	NDB	356 kHz	
103	VALENCIA	VALENCIA	VLC	DVOR-DME	116.10 MHz - Canal 108X	
104	VALLADOLID	VILLANUBLA	NUB	VOR-DME	113.65 - Canal 83Y	
105	VIGO	VIGO	VGO	DVOR-DME	113.60 MHz - Canal 83X	
106	VIGO	VIGO	VI	NDB	345 kHz	20
107	VIGO	VIGO	VON	NDB	433 kHz	40
108	VIZCAYA	BILBAO	BLV	DVOR-DME	115.90 MHz - Canal 106X	40
109	ZAMORA	ZAMORA	ZMR	DVOR-DME	117.10 MHz - Canal 118X	
110	ZARAGOZA	MAELLA	MLA	DVOR-DME	112.10 MHz - Canal 58X	
111	ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZAR	VOR-DME	113.00 MHz - Canal 77X	40
112	ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZRZ	NDB	389 kHz	50
113	ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZZA	TACAN	Canal 64X	50