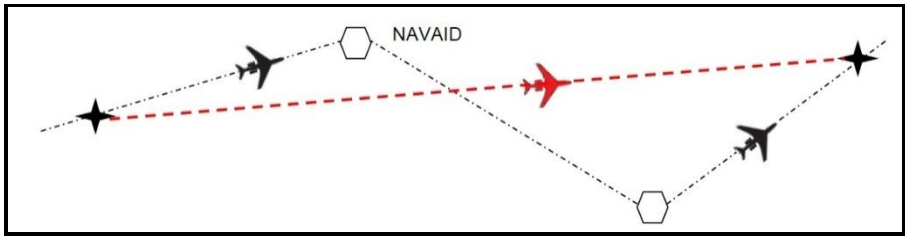
VANTAGGI E CRITICITA' DELLA NAVIGAZIONE SATELLITARE

La "costruzione" di nuove aerovie per assicurare rotte sempre più snelle e dirette per gli oltre trentamila velivoli commerciali che solcano quotidianamente i nostri cieli, ha avuto in questi recenti nostri anni uno sviluppo incredibile. In pratica possiamo affermare che il concetto di *radiofaro* intendendo una stazione terrestre fissa che invia un segnale radio onde permettere la costruzione di aerovie e il fix di rotta sta andando in soffitta. Ciò significa che nel panorama delle campagne e soprattutto dei rilievi montani vedremo sempre meno stazioni VOR come quella che vi mostriamo in questa foto.

L'avvento dei sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS), principalmente nella forma specifica del GPS, offre ai nostri giorni un'opportunità completamente nuova per ricavare una posizione tridimensionale accurata (VNAV) e una posizione bidimensionale altamente accurata (LNAV) su un'area anche in mancanza di stazioni trasmettenti terrestri. In particolare la RNAV è un metodo di navigazione che consente il posizionamento di un aeromobile su qualsiasi rotta di volo ovunque si trovi, anziché solo lungo le rotte zig-zando tra i singoli ausili di navigazione terrestri. Volendo sintetizzare al massimo il significato di RNAV possiamo dire che grazie ad essa un velivolo invece di dover passare da una stazione terrestre all'altra seguendo un contorto percorso, vola direttamente verso qualsiasi punto all'interno della zona di copertura assicurata dai satelliti. Questa capacità di volo "diretto" consente agli aeromobili di bypassare le rotte pubblicate, liberando più spazio aereo per il traffico.



Inizialmente l'acronimo RNAV stava per "navigazione casuale" *(Random Navigation)*, riflettendo il concetto iniziale di rotta flessibile, ma ai nostri giorni il termine si riferisce a un metodo definito e controllato con precisione.

Il sistema RNAV è ora considerato come il sostituto definitivo di tutti gli ausili terrestri alla navigazione. Sebbene l'unico GNSS affidabile ed esteso attualmente disponibile sia la copertura GPS del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, esistono anche il sistema russo GLONASS (Global Orbiting Navigation System), il sistema europeo GALILEO e l'ultimo arrivato il sistema cinese BeiDou. L'uso dei dati GNSS per la navigazione RNAV ha reso questo metodo di navigazione veramente globale. Ed oggi il suo utilizzo si avvale

di varie sigle indicanti specifiche tipologie del sistema come la B-RNAV = navigazione di base e come la P-RNAV = navigazione di precisione.

In Europa, la navigazione di base è in uso dal 1998 ed è obbligatoria per gli aeromobili che utilizzano lo spazio aereo di livello superiore. Richiede una precisione di navigazione minima di +/- 5 nm per il 95% del tempo e non è approvata per l'uso al di sotto dell'altitudine minima di settore. Sono stati definiti anche gli standard europei per la navigazione di precisione: una precisione di navigazione di +/- 1 nm per il 95% del tempo.

Le rotte P-RNAV devono essere estratte direttamente dal database del Flight Management System (FMS) e devono essere volate collegando il sistema RNAV al sistema di gestione del volo/pilota automatico. Inoltre, agli equipaggi di volo è vietato aggiungere manualmente waypoint alla rotta.
Va notato che se il GPS non viene utilizzato come fonte, sono necessarie due fonti indipendenti a terra per soddisfare i requisiti minimi P-RNAV (1). Quest'ultimo viene utilizzato per fornire più rotte e procedure di area terminale e può essere utilizzato fino al punto denominato FAF (Final Approach Fix) nelle procedure di avvicinamento designate.

E trattando di denominazioni e sigle vogliamo ricordare i recenti cambiamenti adottati dall'ICAO e la nuova abbreviazione PBN (Performance Based Navigation) la quale mira a garantire la standardizzazione globale delle specifiche RNAV e RNP e a limitare la proliferazione delle specifiche di navigazione in uso in tutto il mondo. Le incongruenze tra le carte aeronautiche, le approvazioni operative PBN e i display avionici hanno creato confusione tra i piloti e i controllori del traffico aereo. L'ICAO ha deciso di intervenire razionalizzando la convenzione di denominazione delle carte per eliminare le incongruenze, ciò ridurrà la confusione e fornirà un metodo più semplice e chiaro per la denominazione delle procedure nonché un approccio standardizzato alla cartografia aeronautica. La tabella che segue mostra come l'ICAO ha standardizzato le denominazioni. (2)

Existing naming	*Interim naming*	*Final naming*
RNAV (GPS) RWY 23	$RNAV_{(GNSS)}$ RWY 23	RNP RWY 23
RNAV (GNSS) RWY 23	$RNAV_{(GNSS)}$ RWY 23	RNP RWY 23
RNAV (RNP) RWY 23	$RNAV_{(RNP)}$ RWY 23	RNP RWY 23 (AR)

Sebbene ciascun sistema GNSS sia gestito da un paese o regione diversa (USA, Russia, Europa, Cina), il loro utilizzo combinato serve a migliorare la precisione e l'affidabilità del posizionamento riducendo errori e offrendo una più precisa, specialmente in ambienti difficili come le città ove alti edifici possono causare ostruzione nella ricezione del segnale.

La scelta tra uno dei quattro sistemi dipende da diversi fattori, tra cui la posizione geografica, la compatibilità del dispositivo, la precisione desiderata e la potenza di trasmissione regionale. Per il GLONASS, ad esempio possiamo dire che esso è molto efficace alle alte latitudini.

I Sistemi Globali di Navigazione Satellitare utilizzano un complesso processo. Si basano su costellazioni di satelliti di navigazione in orbita attorno alla Terra. Questi satelliti inviano segnali satellitari avvalendosi anche di data e ora i quali sono fondamentali per localizzare il punto esatto in cui ci si trova. Ma per far ciò ovvero per trovare la posizione esatta, un ricevitore GNSS deve captare almeno quattro segnali satellitari contemporaneamente. Questo consente al ricevitore GNSS di effettuare la triangolazione. Il calcolo della posizione esatta, velocità e l'ora esatta avviene misurando la tua distanza dai diversi satelliti.

Ma declamati i tanti meriti passiamo a parlare dei punti deboli.

Una stazione VOR, come quella mostrata in foto, o una stazione NDB (3) sono apparati trasmittenti **situati all'interno del territorio nazionale.** Ciò significa che ogni stazione è controllata e gestita dalle autorità nazionali di competenza le quali intervengono se dovessero sorgere problemi tecnici e malfunzionamenti di vario genere. **Ma particolare importante da tener presente è costituito dal fatto che le onde radio da essi emesse non possono venir manipolate da sorgenti straniere.** I segnali GNSS invece provenendo da satelliti i quali fra l'altro possono aver funzioni anche militari oltre che civili, sono suscettibili di interferenze da parte della nazione proprietaria degli stessi. In pratica siamo passati da un sistema di navigazione gestito "in casa" da ogni singolo Paese, a sistemi multinazionali controllati da altri soggetti. E in queste poche righe abbiamo compendiato la criticità che accompagna l'attuale situazione della navigazione aerea.
I segnali satellitari GNSS possono essere soggetti a interferenze da fonti naturali quali ad esempio le eruzioni solari, ma purtroppo il loro vero punto debole sono le interferenze artificiali quali *jamming* e *spoofing*, aspetti da noi trattati in una precedente newslletter. (4) **La criticità del loro utilizzo è data dal fatto che non solo le singole autorità che gestiscono i quattro sistemi possono spegnere il loro GNSS, ma anche il particolare che conoscendo le frequenze su cui i sistemi funzionano, chiunque può mettere fuori uso o comunque disturbare il sistema dell'altro.**

In poche parole l'attuale possibilità di *free flight* – così viene chiamato l'uso del cielo senza radiofari- si basa sul funzionamento di satelliti controllati da quattro nazioni (5) le quali in qualsiasi momento possono spegnere il sistema o possono disturbarlo a loro piacimento in aree selezionate da loro scelte.

Non possiamo però chiudere questo articolo sui satelliti tralasciando di parlare del sistema **Cospas-Sarsat** mediante il quale è possibile localizzare con una certa precisione e tempestività il vettore emittente, sia esso terrestre, marittimo o aereo che, dotato di uno dei trasmettitori operanti su frequenze di soccorso (6), si trovi in situazione di pericolo e necessiti di soccorso.
Il segnale d'allarme lanciato dai trasmettitori del vettore viene captato da uno dei satelliti del sistema e inviato a terra: qui una rete di stazioni riceventi lo elabora fino ad ottenere l'indicazione delle coordinate del luogo d'invio del segnale stesso.
Anche l'Italia ha aderito tramite il Dipartimento della Protezione Civile al sistema COSPAS-SARSAT, e dispone di una propria base e centro di controllo presso la Stazione navale della Guardia Costiera di Bari. Equipaggiata con un'antenna dedicata che permette di seguire tutti i satelliti che passano nell'area sovrastante Bari, la stazione è in grado di ricevere e di localizzare i trasmettitori di emergenza come gli ELT (Emergency Locator Transmitter) che operano sulle apposite frequenze dedicate al soccorso.

Quando il 19 maggio 2016 l'Airbus 320 di Egyptair è precipitato nel Mar Mediterraneo (7) alle 02:36, sette minuti dopo l'ultimo messaggio ACARS, il sistema internazionale Cospas-Sarsat ha ricevuto due trasmissioni dal trasmettitore ELT dell'aeromobile, fatto questo che ha permesso la localizzazione del punto ove l'Airbus si era inabissato, ma purtroppo a causa della natura dell'incidente, malgrado la tempestività nella localizzazione, non vi fu possibilità di salvare superstiti. (8)

(1) Ciò ad eccezione di brevi periodi specificati di "backup" INS, che è un requisito più rigoroso rispetto ad alcuni FMS più vecchi.
(2) ICAO Circular 336 AN/195 ; per chi volesse ampliare lo studio: https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3853.pdf
(3) Il VOR è un rafiofaro che utilizza frequenze in VHF, l'NDB utilizza frequenze a onde medie-lunghe.
(4) https://www.air-accidents.com/nlet/nl-56-2025.pdf
(5) Al contrario del GPS, del Glonass e di Beidou riconducibili a singole nazioni, il programma Galileo avviato ufficialmente il 26 maggio 2003 con un accordo tra l'Unione Europea e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), deve intendersi come un programma multinazionale.
(6) Si tratta delle frequenze di 121,5 MHz e 243,0 MHz o 406,025 MHz
(7) Volo Egyptair 804 da Parigi al Cairo (SU-GCC). A bordo 66 persone tutte decedute.
(8) Le indagini hanno appurato che a bordo si era sviluppato un improvviso incendio.

Air-accidents.com

Elenco Newsletter pubblicate nel 2025 (scaricabili dal nostro sito, nella sezione Newsletters Archivi)

✓	NL 01/25	Fumi tossici: primo caso di morte in diretta?	02/01/2025
✓	NL 02/25	Troppi uccelli o troppi aerei?	03/01/2025
✓	NL 03/25	Invece del solito barcone….	06/01/2025
✓	NL 04/25	Ricordando YV 2615	10/01/2025
✓	NL 05/25	Carrelli, Boeing e manutenzione	10/01/2025
✓	NL 06/25	Non solo uccelli….	16/01/2025
✓	NL 07/25	Se dal cockpit si vedono uccelli….	20/01/2025
✓	NL 08/25	Altri aeroporti in Sud Corea con barriere solide a fine pista	28/01/2025
✓	NL 09/25	Insolita sciagura ancora in Sud Corea	29/01/2025
✓	NL 10/25	Collisione al Reagan di Washington /1	30/01/2025
✓	NL 11/25	Washington/2	30/01/2025
✓	NL 12/25	Una fraseologia inappropriata	31/01/2025
✓	NL 13/25	L'effetto somatogravico che può colpire il pilota	03/02/2025
✓	NL 14/25	Quando un caffè salva la vita di un passeggero	04/02/2025
✓	NL 15/25	La "calda" area orientale	10/02/2025
✓	NL 16/25	L'Ambra 13 e Ustica, non solo Itavia	16/02/2025
✓	NL 17/25	Incidente di Toronto /1	18/02/2025
✓	NL 18/25	Bird Strike a go go	21/02/2025
✓	NL 19/25	Archiviazione Ustica: era nell'aria	11/03/2025
✓	NL 20/25	Volare con un cadavere accanto	11/03/2025
✓	NL 21/25	Confermate nuove ricerche per MH370	19/03/2025
✓	NL 22/25	Perdita di quota in avvicinamento	22/03/2025
✓	NL 23/25	Aree di guerra, come evitarle	27/03/2025
✓	NL 24/25	La tragedia dell'Aeroflot 1492	31/03/2025
✓	NL 25/25	Rapporto sull'incidente di Vilnius	02/04/2025
✓	NL 26/25	L'identificazione di chi ci sorvola	07/04/2025
✓	NL 27/25	Il primo scontro fra due velivoli civili	08/04/2025
✓	NL 28/25	Il pericolo di perdite di ossigeno nel cockpit	13/04/2025
✓	NL 29/25	Se il capitano sta male	27/04/2025
✓	NL 30/25	Tutti morti, un solo superstite	30/04/2025
✓	NL 31/25	Il problema degli odori e fumi a bordo	10/05/2025
✓	NL 32/25	I posti della odierna prima classe sono più pericolosi?	13/05/2025
✓	NL 33/25	Freni surriscaldati, ma per i media "fuoco e fiamme"	14/05/2025
✓	NL 34/25	Abbattimento MH17 e i precedenti dell'ICAO	15/05/2025
✓	NL 35/25	Un molto preoccupante episodio	16/05/2025
✓	NL 36/25	Bascapè e Ustica: studiare per imparare	26/05/2025
✓	NL 37/25	Loss of separation nei cieli francesi	11/06/2025
✓	NL 38/25	Air India 171	13/06/2025
✓	NL 39/25	Air India 171 dettagli sull'incidente	14/06/2025
✓	NL 40/25	Un incidente molto simile a Air India 171	15/06/2025
✓	NL 41/25	Quel ritardato Lift Off a Melbourne, analogie con Air India 171	16/06/2025
✓	NL 42/25	Air India 171, Carburante contaminato?	24/06/2025
✓	NL 43/25	I registratori di volo di Air India 171	13/07/2025
✓	NL 44/25	Air India 171=Germanwings 9525?	15/07/2025
✓	NL 45/25	Se il pilota è depresso…	17/07/2025
✓	NL 46/25	Il posto 11A	21/07/2025
✓	NL 47/25	Incidente Jeju Air: spiegazioni contestate	22/07/2025
✓	NL 48/25	La Collisione sul Potomac del 29 gennaio scorso	23/07/2025
✓	NL 49/25	Tre incidenti similari a velivoli Airbus	25/07/2025
✓	NL50/25	I punti deboli della blacklist UE	05/08/2025
✓	NL 51/25	Quel portellone staccatosi dalla fusoliera	08/08/2025
✓	NL 52/25	I vortici di scia e le quasi collisioni	10/08/2025
✓	NL 53/25	Le comunicazioni T/B/T aeronautiche	12/08/2025
✓	NL 54/25	La corretta postura in caso di evacuazione con scivoli	20/08/2025
✓	NL 55/25	Barbe & sicurezza volo	29/08/2025
✓	NL 56/25	Come mettere fuori uso il GPS	02/09/2025
✓	NL 57/25	L'11-9 e l'operazione Northwoods	10/09/2022

INVITIAMO I LETTORI DELLA NOSTRA NEWSLETTER A COMUNICARCI NOMINATIVI INTERESSATI A RICEVERE LA STESSA. L'ABBONAMENTO E' COMPLETAMENTE GRATUITO E PUO' ESSERE CANCELLATO IN QUALSIASI MOMENTO.

INVIARE RICHIESTE A: antonio.bordoni@yahoo.it

E' di prossima uscita:

Solitamente pensando a relitti di aerei in fondo agli abissi marini, il pensiero va subito alle masse oceaniche, se non addirittura al tristemente noto triangolo delle Bermude, perché si ritiene che sia in queste aree che i velivoli alle prese con improvvisi problemi meteo o tecnici incontrino le maggiori difficoltà di traversata. Purtroppo la realtà è differente e, come il lettore di questo libro potrà apprendere, anche il *Mare Nostrum*, così i Romani appellavano il Mediterraneo dalla Penisola iberica fino alle coste fenicie, accoglie nei suoi fondali decine e decine di velivoli civili oltre ai resti di un migliaio di vite umane che hanno perso la vita a bordo di essi.

Nel libro il lettore troverà tutti gli incidenti avvenuti nel Mar Mediterraneo dal secondo dopoguerra fino ai nostri giorni. Oltre all'interesse per gli studiosi di aviazione, il libro potrà risultare utile anche ai non pochi appassionati di ricerche di reperti nei fondali marini.

info@ibneditore.it