

GPS in volo: nuove applicazioni e nuovi problemi

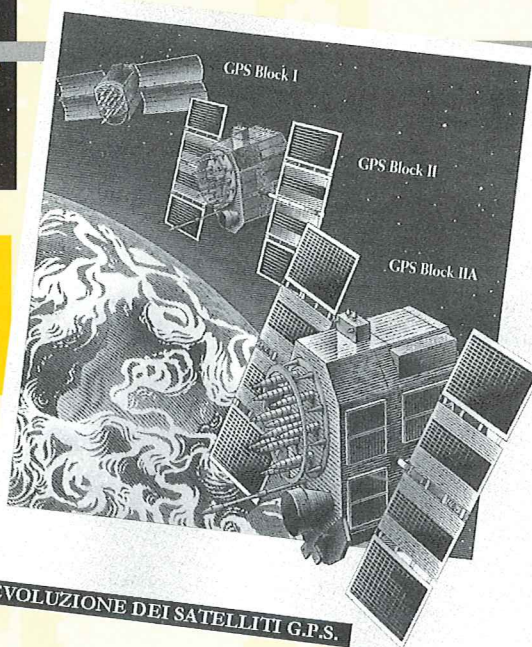
Tra la navigazione marittima e la topografia esiste una schiera di applicazioni del GPS per le quali un malfunzionamento del ricevitore o addirittura del sistema stesso possono causare inconvenienti, interruzioni di servizi, o anche situazioni di relativo pericolo.

Se per il topografo la perdita di una o più giornate di lavoro può causare una perdita economica, per il navigante si può anche arrivare a situazioni di pericolo, ma solo se si è persa l'abitudine a viaggiare con strumenti più convenzionali (quali la bussola e la carta nautica, per fare un esempio). Esiste però un altro settore, che sta per essere parimenti rivoluzionato dall'introduzione del GPS, ma nel quale precisione e sicurezza in termini di affidabilità dell'intero sistema assumono una primaria importanza. Un settore nel quale da questi fattori dipende in ogni istante la salvezza di centinaia di persone: l'aviazione civile.

L'introduzione del GPS nell'aviazione civile, fenomeno già in fase di avanzata attuazione poichè da diversi anni protagonista di una rivoluzione nel mondo dell'aviazione generale (soprattutto quella sportiva), sta per estendersi all'intera infrastruttura delle radioassistenze. Secondo un piano la cui rapidità di esecuzione è senza precedenti nel mondo altamente conservativo dell'aviazione civile, il GPS, inizialmente proposto solo per la navigazione in rotta, è stato definito quale sistema di navigazione universale per tutte le esigenze del traffico aereo inclusi gli avvicinamenti di precisione in visibilità zero. In tal senso il GPS non solo si sostituirebbe a NDB, VOR e DME, ma andrebbe anche a rimpiazzare gli impianti ILS per la sostituzione dei quali era già stato studiato il sistema MLS (Microwave Landing System): un vero sconvolgimento non solo di pensiero, ma anche della pianificazione a lungo termine decisa anni orsono.

Che l'uso di un unico tipo di radioassistenza sia in definitiva una soluzione logica ed anche economica è evidente (si pensi all'eliminazione delle decine di radioassistenze che solo in Italia sono sparse per tutto il territorio oppure alla riduzione nel numero di apparati di cui ogni velivolo deve essere dotato). Meno evidenti sono i pro-

EVOLUZIONE DEI SATELLITI G.P.S.



blemi che sono in via di soluzione, e con essi le tecniche usate per risolverli, allo scopo di rendere il sistema GPS preciso ed affidabile per la navigazione aerea. Il GPS infatti è carente in entrambe le categorie: se da un lato l'imprecisione è imputabile alle scelte di progetto che hanno visto l'accesso civile degradato per motivi militari, l'affidabilità del sistema, per quanto alta, non è sufficiente per la navigazione aerea sia in termini di continuità di copertura che di intervallo di tempo per la rilevazione di anomalie. Per risolvere questi problemi sono stati proposti diversi sistemi che integrano il GPS; sistemi che si differenziano in funzione della fase del volo in cui il GPS viene adottato.

Dal punto di vista della navigazione in rotta o in area terminale, la precisione standard del GPS è un fattore trascurabile. Si pensi infatti che le aerovie basate sui radiofari VOR (i più utilizzati per tale tipo di navigazione) sono ampie solitamente 10 miglia nautiche e che i livelli di volo (le quote prefissate per la navigazione sotto controllo del traffico aereo) sono definiti con 1000 piedi (330 metri) di separazione, separazione che viene aumentata a 2000 piedi (660 metri) alle quote più alte (valori sono dettati dalla precisione ottenibile con la strumentazione disponibile a bordo del velivolo: ricevitore VOR e altimetro barometrico). Il punto chiave è la rilevazione di malfunzionamenti ed una prima tecnologia denominata **RAIM** (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) assolve allo scopo. La tecnologia RAIM è realizzata a livello del ricevitore di bordo (ricevitore multicanale opportunamente certificato per l'impiego aeronautico che spesso presenta anche la possibilità di ricevere i segnali dei satelliti GLONASS) e permette un'affidabilità sufficiente anche all'esecuzione di avvicinamenti non di precisione. La disponibilità di ricevitori GPS cosiddetti abilitati al volo strumentale è stata la spin-

ta verso la decisione di decommissionare a breve termine i radiofari NDB, mentre negli USA sono già disponibili ufficialmente procedure di avvicinamento basate sul GPS.

Per poter usare il GPS con più efficacia in area terminale, in prossimità delle aree aeroportuali e soprattutto in avvicinamenti di precisione occorre aumentare la precisione del sistema. A tale scopo negli Stati Uniti sta per iniziare la sperimentazione del sistema **WAAS** (Wide Area Augmentation System, Sistema di Miglioramento su Vasta Area). Il WAAS è un sistema, basato su satelliti geostazionari, studiato per fornire ai ricevitori di bordo (attraverso segnali emessi in banda GPS) una correzione differenziale sufficiente all'esecuzione di avvicinamenti strumentali di precisione paragonabili a quelli effettuabili con ILS di Categoria I. Inoltre, il sistema WAAS offrirà anche una notifica affidabile e rapida di eventuali malfunzionamenti del sistema; la rapidità della segnalazione è fondamentale per un velivolo in avvicinamento strumentale il quale in tali casi deve poter effettuare una procedura di mancato avvicinamento senza discostarsi troppo dal percorso previsto. L'adozione del WAAS permetterà di rendere il ricevitore GPS l'unico apparato di bordo necessario per scopi di navigazione. Infatti finora il GPS può essere usato solo se a bordo sono anche presenti ricevitori di riserva per le altre radioassistenze.

Ma la precisione offerta dal WAAS non è sufficiente per gli avvicinamenti ILS di categorie superiori ed allo stesso tempo non garantisce la sufficiente affidabilità per avvicinamenti in condizioni particolarmente avverse. Si sta allora realizzando un terzo sistema, denominato **LAAS** (Local Area Augmentation System, Sistema di Miglioramento su Area Locale). Il LAAS prevede l'installazione in aerea aeroportuale di una speciale stazione di riferimento per la correzione differenziale da trasmettere al velivolo su un apposito canale radio (canale che andrà situato nella banda ora utilizzata dagli impianti ILS). Tuttavia per poter ovviare a peggioramenti della precisione a causa di casuali geometrie del sistema, è prevista l'installazione di due o più "pseudo-satelliti" (o Pseudoliti), trasmettitori GPS a breve portata che operano come i satelliti, ma che saranno situati in prossimità dell'aeroporto. Un apposito sistema di segnalazione permetterà di fornire anche avvisi sull'integrità dell'intero sistema nei

ristrettissimi tempi, dell'ordine del secondo, richiesti dalle normative per atterraggi di alta precisione. Si noti che un unico impianto LAAS potrà fornire avvicinamenti di precisione a tutte le piste di un aeroporto (normalmente serve un impianto ILS per ogni direzione di atterraggio) con la possibilità di estendere il servizio anche ad eventuali aeroporti limitrofi nel raggio di 40 Km.

Se la tecnologia RAIM è operativa, il WAAS è invece in via di realizzazione e la FAA (Federal Aviation Administration, l'ente statunitense per l'aviazione) prevede per il prossimo anno l'inizio della conversione al nuovo sistema, con il completamento per il territorio statunitense entro il 2001. In Europa la dipendenza dell'aeronautica civile dal GPS, un sistema ideato e gestito negli USA, ha sempre incontrato una certa diffidenza e solo ora c'è stata una sufficiente apertura verso una seria conversione alle nuove tecnologie. Anche in questo caso la spinta propulsiva è stata la congestione del traffico aereo in Europa; congestione risolvibile con un'estesa applicazione del GPS verso un nuovo modello di Traffico Aereo basato sul "free flight" (volo diretto da punto a punto). Di questo interesse sono esempio da un lato la sperimentazione del WAAS che in Ottobre il nostro Ente Nazionale di Assistenza al Volo (ENAV) ha condotto insieme alla FAA (con avvicinamenti in Cat. I a Ciampino) e gli esperimenti di gestione del traffico in rotta condotti in precedenza sempre dall'ENAV con l'Alenia; dall'altro il finanziamento della Comunità Europea per la sperimentazione del sistema **EGNOS**, un analogo del WAAS per un'addizionale copertura differenziale Europea. Tuttavia molte sono le pressioni affinché l'EGNOS venga abbandonato, in favore di una fiducia nel WAAS statunitense, ridirigendone così i fondi verso un sistema di navigazione satellitare (Global Navigation Satellite System) di seconda generazione, GNSS-2, che risolva tutte le limitazioni del GPS all'origine.

Per finire questo breve riassunto si tenga anche conto che lo sviluppo dei sistemi di navigazione satellitare è andato di pari passo con l'avanzamento dell'avionica di bordo. La disponibilità anche in velivoli per il corto raggio di sistemi per la ricetrasmisione di dati e la gestione automatica del volo permetterà di utilizzare il GPS anche per la notifica a terra della posizione del velivolo arrivando così a ridefinire addirittura la fondamentale infrastruttura del Controllo del Traffico Aereo (ATC, Air Traffic Control), quella del

Radar. E le ramificazioni del WAAS/LAAS non si esauriranno alla navigazione nel cielo, preannunciando anche interessanti innovazioni per la navigazione a terra dei velivoli e veicoli aeroportuali, un problema annoso data la dimensione e la congestione di molti aeroporti.

È possibile che l'introduzione del WAAS e del LAAS porti a ricadute per le altre applicazioni civili? Quali saranno le implicazioni analoghe per un futuro sistema GNSS-2? In entrambi i casi la risposta sarà data dal costo del sistema. Si ricordi che il GPS è assolutamente gratuito ed il governo americano ha confermato che tale situazione permarrà nel futuro. Tuttavia l'introduzione del WAAS e di un GNSS-2 implicheranno costi che non verranno ammortizzati dall'utenza militare e la situazione probabilmente non sarà la stessa. Il traffico aereo è uso a pagare una tassa di rotta (facilmente calcolabile) che compensa le diverse nazioni delle spese incorse nell'installazione delle radioassistenze e dei servizi ATC forniti. Le compagnie aeree sono però restie a pagare per un servizio che altri potrebbero utilizzare gratuitamente ed è perciò auspicabile che l'intero mondo delle applicazioni GNSS verrà coinvolto, indirettamente, nelle decisioni prese per l'aviazione civile.

L'uso del GPS in un settore dove decine, centinaia, di vite umane sono in gioco in ogni istante deve far riflettere sulla realtà che stiamo vivendo in questi ultimi anni. Se nel numero scorso abbiamo parlato di una rivoluzione nei settori più disparati causata dalla disponibilità di ricevitori GPS economici, dobbiamo ora riconoscere che l'adozione del GPS su scala globale per la navigazione aerea civile costituirà in realtà una vera rivoluzione che potrà avere ripercussioni su tutta l'utenza GPS.

La navigazione aerea fino a ieri

Dal dopoguerra ad oggi l'aviazione civile basa le proprie operazioni su una serie di infrastrutture perfettamente definite e standardizzate in tutto il mondo. La navigazione aerea in particolare sfrutta quattro tipi di diverse radioassistenze operanti in bande di frequenza globalmente riservate. Dai radiofari non direzionali (NDB, Non Directional Beacon) si passa ai radiofari direzionali VOR (VHF Omnidirectional Range), agli indicatori di distanza (DME, Distance Measuring Equipment) ed infine agli impianti per l'atterraggio strumentale (ILS, Instrument Landing System)

basati sull'impiego di due separate radioassistenze, il Localizzatore (LOC, Localizer) per l'allineamento con la pista ed il Sentiero di Discesa (GS, Glide Slope) per la guida verticale. Lo ILS trova impiego solo nella fase finale del volo e guida il velivolo ad un allineamento con la pista per le ultime 10 miglia nautiche. Un avvicinamento ILS è considerato di *precisione* ed in funzione della qualità delle radioassistenze coinvolte, e dall'illuminazione della pista per la quale è definito, viene classificato in cinque tra categorie e sottocategorie: dalla Cat. I (con guida valida fino a 200 piedi dalla pista e visibilità di almeno 550 metri) alla Cat. IIc (con guida fino al contatto con la pista e lungo la stessa ed in condizioni di visibilità zero). VOR, VOR/DME ed NDB trovano impiego sia per la navigazione in rotta (lungo aerovie stabilite tra radiofaro e radiofaro) che per la manovra in area terminale (sia all'atterraggio che al decollo secondo procedure di arrivo o di partenza). Quando VOR, VOR/DME e NDB vengono usati per la guida all'atterraggio si hanno avvicinamenti *non di precisione*.

Ogni diversa radioassistenza opera con un principio diverso essendo chiamata ad assolvere funzioni diverse. A bordo del velivolo esiste almeno un diverso apparato dedicato ad ogni tipo di radioassistenza, ma considerazioni di sicurezza fanno adottare un minimo di un ricevitore NDB, due ricevitori VOR e due DME, due ricevitori ILS (LOC + GS).

I velivoli di grandi dimensioni dappprima, seguiti oggi anche da quelli per il medio ed il corto raggio, sono spesso dotati di impianti di navigazione inerziale che, indipendenti da radioassistenze installate a terra, possono essere usati per la navigazione non di precisione, cioè in rotta (soprattutto lungo tratte oceaniche e desertiche dove è difficile impiantare radioassistenze) o in area terminale. Tali apparati, basati su piattaforme girostabilizzate ed accelerometri di precisione, consentono la navigazione diretta (ad esempio lungo la rotta più breve tra origine e destinazione), ma sia per esigenze di traffico aereo che di sicurezza la navigazione inerziale viene comunque effettuata in gran parte lungo le aerovie basate tra radioassistenze convenzionali. Solo negli anni Novanta l'incremento del traffico aereo ha cominciato ad affermare la definizione di lunghi segmenti d'aerovia percorribili da aeroplani dotati di navigazione inerziale allo scopo di ridurre la congestione di importanti nodi aeroviari.

Fabrizio Bernardini