

# Il segnale ed i ricevitori militari GPS



A cura di Roger Stewart – Mobit srl

[www.mobit.com](http://www.mobit.com) [mobit@tin.it](mailto:mobit@tin.it) +39 0226708194

OK, tutti sanno che il sistema GPS è nato come sistema militare del Dipartimento di Difesa degli USA. E che il segnale GPS contiene una parte destinata a noi poveri utenti civili, mentre Loro si riservano un segnale differente, superiore.

Ma in cosa è migliore quel segnale, e con quali apparati lo si riceve? Quali vantaggi assicura, specie adesso che è stato eliminato l'SA (Selective Availability), quel segnale di disturbo artificialmente introdotto nel segnale civile fino al maggio 2000?

Prima di tutto, ripassiamo l'architettura GPS e le caratteristiche dei segnali.

I satelliti: La costellazione NAVSTAR è composta da 24 satelliti: 4 in ciascuno dei sei piani orbitali circolari a 20,200 km di altitudine ad un angolo di inclinazione di 55 gradi e un periodo prossimo alle 12 ore. La spaziatura dei satelliti è tale per cui in qualunque punto della terra è garantita la visibilità di almeno 5 satelliti (ricordiamo che per fare il punto ne servono 4. Se uno dovesse essere guasto, ne vengono quindi garantiti 4).

I segnali: Vengono erogati due servizi agli utenti. Il primo si chiama SPS - Standard Positioning Service, destinato ad usi civili. Il secondo è PPS - Precise Positioning Service destinato ad utenti militari e pochi altri eletti. Ogni satellite trasmette segnali su due frequenze separate in banda L: una portante detta L1 (1575.42 MHz) destinata ad erogare il servizio SPS e l'altra chiamata L2 (1227.6 MHz) che trasporta il servizio PPS. Ogni satellite trasmette su esattamente la medesima frequenza; tuttavia, il segnale di ciascun satellite, in ricezione dall'utente stazionario, è affetto da uno scostamento per effetto Doppler (Doppler-shift) per effetto della sua velocità orbitale, mitigando la sovrapposizione dei segnali. Entrambe le portanti sono modulate da i medesimi dati di navigazione e di sistema, un segnale a 50 Hz fatto di una sequenza di bit di dati che descrivono le orbite dei satelliti GPS, le correzioni dei clock dei satelliti ed altri parametri di sistema. Ed entrambe le portanti sono anche modulate dal codice P: "codice preciso" (P) a 10.23 MHz. Solo la portante L1 è modulata anche da un codice "grezzo/acquisizione" (coarse/acquisition) (C/A) a 1.023 MHz. Il codice P, del sistema militare è quindi anche sul segnale che riceviamo con i ricevitori civili, ma viene normalmente codificato detto P(Y), col risultato che solo il codice C/A è ricevibile dagli utenti civili; tuttavia è possibile carpire alcune informazioni valide anche dal segnale P(Y).

Vista, quindi, la natura dei segnali, analizziamo cosa c'è in più per gli usi militari. Innanzitutto il "chip rate", ovvero la quantità di dati inviata nel codice P, se decodificato, è 10 volte quella civile del C/A. Con questo segnale i ricevitori sono in grado di aggiornare la propria posizione con frequenza maggiore, capacità estremamente utile nei casi con elevata dinamica quali caccia supersonici o missili. La maggiore complessità del codice P(Y) consente anche di evitare lo spoofing, ovvero di determinare la veridicità del segnale ricevuto, evitando che un nemico possa inviare segnali pseudo-GPS erronei traendo in inganno il ricevitore.

Perché due frequenze? Innanzitutto i ricevitori militari ricevono entrambe le frequenze (L1 e L2). Per calcolare la propria distanza da un satellite tutti i ricevitori calcolano il lasso di tempo che impiega il segnale per propagarsi dal satellite al ricevitore. Ma il ritardo di propagazione dovuto all'attraversamento dell'ionosfera non è costante, perché le caratteristiche dielettriche dell'ionosfera mutano in continuazione per fattori cosmici, temperatura, vento solare etc. e non è in pratica, possibile, crearne un modello matematico affidabile. Ma diverse frequenze radio subiscono in maniera diversa il ritardo di propagazione. Il ricevitore militare, dunque, analizza il ritardo di due che originano nello stesso istante dal medesimo satellite, e riescono ad eliminare in pratica il disturbo dovuto all'ionosfera. L'analisi comparata e la ridondanza del

codice P sulle due portanti riduce anche la possibilità di jamming, ovvero che un nemico possa creare disturbo sul segnale GPS.

Sono definiti "ricevitori militari" quelli in grado di ricevere il segnale P(Y), e sono diversi gli apparati in uso. In questo documento prendo in esame principalmente il modello palmare più diffuso, tralasciando i sensori montati nei missili e gli apparati aeronautici e veicolari (dei carri armati, per esempio) e i dinosauri (zaini da 7.5 kg con ricevitore monocanale; 10 minuti di preriscaldamento per tarare l'orologio interno...).

Il punto di svolta dell'uso del GPS nelle forze di terra USA fu nel corso dell'Operazione Desert Storm. Fu riconosciuta l'opportunità di dotare urgentemente i reparti di GPS portatili. Prima della Guerra del golfo erano in servizio solo un migliaio di apparati GPS militari, ma per l'occasione furono commissionati ed acquistati da Trimble Navigation oltre 9000 apparati civili, definiti SLGR, Small Lightweight GPS Receiver ("Slugger" per gli amici) e per la durata dell'operazione era stato spento il Selective Availability (S/A), il disturbo artificiale sul segnale civile.

Finalmente nel 1993 ha avuto inizio la produzione del ricevitore militare ad oggi più diffuso. Ne sono stati prodotti circa 100.000 unità. Definito Precision Lightweight GPS Receiver PLGR ("Plugger" per gli amici), è prodotto da Rockwell Collins Avionics. Originariamente definito solo "PLGR", è poi stato migliorato e definito "PLGR+". Attualmente è in produzione il modello PLGR+96, riconoscibile esternamente per il colore verde anziché beige.

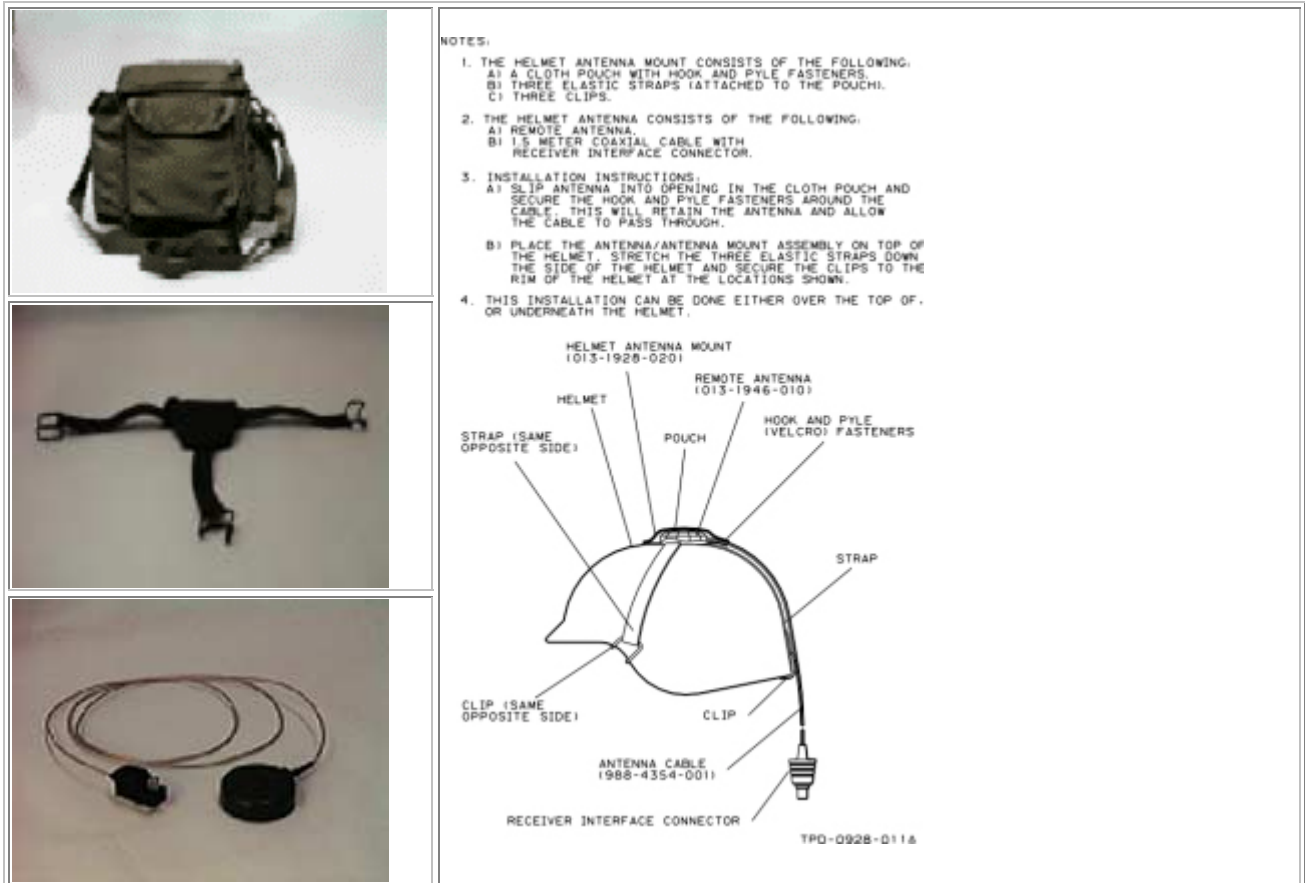
Non è molto diverso, strutturalmente, dagli apparati palmari civili, a parte il design, un po' vecchiotto, ultrafunzionale, un po' tipo alcuni vecchi Magellan e Garmin, ma tutto sommato neanche male.



Progettato per essere tenuto con la mano sinistra e utilizzato dalla destra, ha tutte le cose "normali": display (non grafico), tastierino, antenna orientabile tipo Garmin II/III, vano batterie e connettore seriale RS232 (protetti da robusti coperchietti avvitabili).

Caratteristiche tecniche PLGR: Dimensioni: 20.8 x 13.3 x 6.6 cm. Peso: 1.2 kg. Memoria: 999 waypoint e 15 rotte di 25 punti ciascuna. Autonomia a batteria: Batteria al litio ricaricabile: 27 ore, 8 stilo AA alcaline: 10, 8 stilo AA Nichel Cadmio: 4 ore. Non proprio eclatanti per chi ha un apparato palmare commerciale degli ultimi anni.

La suite di accessori è completissima: a partire da quelli tipici: antenna esterna, cavo di alimentazione da veicolo (9-32V), alimentatore a muro, cavo PC, cavo PLGR-PLGR per scambio dati, staffa di montaggio a cruscotto. Ma alcuni accessori sono proprio militari: ad esempio la borsa di tela verde capace di portare il ricevitore con tutti gli accessori, ma soprattutto la taschina porta antenna da montare agganciato sopra il casco:



Ma vediamo le sue prestazioni. Viene dichiarata una precisione autonoma di 4 metri CEP, mentre con ricezione di codice Y e DGPS la precisione è inferiore a 1 metro. Neanche sorprendente, tutto sommato, considerato quello che oggi ci si può attendere da un apparato commerciale, particolarmente se con WAAS (3-4 metri?). Ma la differenza significativa è proprio nella ricezione del segnale militare e della portante L2: la resistenza al jamming e al spoofing, ovvero la capacità di non farsi saturare da segnali di disturbo intenzionali del nemico o addirittura da segnali fittizi di natura verosimile, inviati appositamente per indurre in errore gli apparati GPS. Queste capacità sono ottenute primariamente mediante la ricezione simultanea delle due frequenze GPS. Il segnale militare contiene inoltre dati di integrità e ridondanza. Addirittura le specifiche del PLGR indicano la capacità di individuare la direzione da cui proviene il jamming.

Sulla base del PLGR, Rockwell ha più recentemente introdotto la serie PLGR II, con una gamma di modelli distinti, per uso terrestre, veicolare (chiamato VPLGR II - Vehicular PLGR II) ed addirittura subacquei. Subacquei? Quasi. No, non sono in grado di ricevere il debole segnale GPS attraverso l'acqua, ma sono ideati per immersioni di una certa entità e sono equipaggiati di antenne galleggianti.



In breve, sono più piccoli, più leggeri, meno costosi, maggiore memoria ed autonomia. Hanno tastierino e display retroilluminati. Mantengono una elevata compatibilità di accessori ed utilizzo con la serie PLGR iniziale.

Il modello Vehicular PLGR II (VPLGR II) ed il palmare PLGR II sono entrambi verdi e dispongono di antenna interna. L'ampio display (128x64 pixel) ed i font grossi del VPLGR II ne rendono facile la lettura in movimento ed in ambienti difficili. Per utilizzo subacqueo, i modelli PLGR II Dive (Nero) e PLGR II Deep Dive (grigio) vengono dotati di antenne galleggianti e cavi di opportuna lunghezza. Mentre il modello base è comunque impermeabile fino ad un metro il modello PLGR II Dive garantisce il funzionamento fino a 10 metri di profondità e la "sopravvivenza" fino a 20, mentre il modello Deep Dive funziona fino a 24 metri e regge la notevole profondità di 36 metri.

Caratteristiche tecniche PLGR II: Dimensioni: 20.6 x 9.3 x 4.6 cm. Peso: 670 g. Memoria: 499 waypoint, 500 punti traccia e 10 rotte di 250 punti ciascuna. La tipica autonomia dei PLGR II è di 24 ore con batterie ricaricabili al litio e 16 ore con le alcaline.



E' in corso la definizione del successore del PLGR, che sarà chiamato DAGR Defense Advanced GPS Receiver ("Dagger"), destinato ad essere in produzione nel 2003. Sarà compatibile con gli accessori PLGR, e costerà meno di \$2000 (comprensivo di garanzia di 5 anni). Il software di bordo sarà multilingue, per supportare un uso allargato agli utenti NATO.

In conclusione, i militari hanno, sì, accesso a segnali e ricevitori speciali e superiori, ma a mio parere la differenza rispetto ai più recenti apparati civili non è enorme.